



Diana Morais Carvalho **Caracterização ambiental do setor têxtil em Portugal**
Pérez Soto



Diana Morais Carvalho **Caracterização ambiental do setor têxtil em Portugal**
Pérez Soto

Relatório de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Maria Isabel da Silva Nunes, Professor Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

o júri

presidente

Professora Doutora Maria Helena Gomes de Almeida Gonçalves Nadais
Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

orientadora

Professora Doutora Maria Isabel da Silva Nunes
Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

arguente

Professor Doutor Manuel Fernando Ribeiro Pereira
Professor Associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

agradecimentos

Começo por agradecer ao CITEVE: ao Eng. Braz Costa, o seu Diretor Geral, por me ter dado a oportunidade de fazer este estágio; à Eng. Maria José Carvalho e ao Eng. José Morgado por me terem orientado e ajudado durante este período; ao Dr. David Silva por ter agilizado todo o processo que me permitiu realizar este estágio; à Eugénia, à Dionísia, ao Luís, ao Renato e restante equipa por me terem ajudado em tudo o que puderam e por me fazerem sentir tão integrada.

De seguida, à Professora Isabel Nunes pelo apoio e disponibilidade que demonstrou durante o estágio e escrita do relatório, mesmo estando noutra continente.

Aos meus pais, irmã, restante família e amigos pelo apoio e compressão que demonstraram ao longo deste processo.

E por fim, ao Carlos pelo apoio e pela paciência.

palavras-chave

Indústria têxtil, caracterização ambiental, indicadores ambientais, águas residuais, energia, produtos químicos, resíduos, emissões gasosas.

resumo

O presente relatório enquadra-se no estágio curricular realizado no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente da Universidade de Aveiro. O estágio decorreu no CITEVE – Centro Tecnológico da Indústria Têxtil e do Vestuário de Portugal, situado em Vila Nova de Famalicão.

Este estágio teve como principal objetivo caracterizar os aspetos ambientais mais importantes do setor têxtil, nomeadamente: o consumo de energia, de produtos químicos e de água, as emissões gasosas e de águas residuais, e a produção de resíduos. Para além disto, foram ainda identificados e quantificados onze indicadores ambientais e sugeridas várias medidas visando a minimização/eliminação dos impactes ambientais negativos deste setor.

Os resultados indicam que as empresas deste setor, para produzirem uma tonelada de produto final, consomem, em média, 2026 kgep de energia, 397 kg de produtos químicos e 148 m³ de água. Para além disto, o funcionamento e processo produtivo destas empresas gera águas residuais com pH alcalino, valores médios de 1211 mg/L de CQO, 255 mg/L de CBO₅, 3 mS/cm de condutividade, 806 mg/L de cloretos e 144 mg/L de sólidos suspensos totais. Ao nível dos efluentes gasosos, verificaram-se caudais mássicos médios de 0,5 kg/h para as partículas, 1,8 kg/h para NO_x e 1,9 kg/h para o CO e os COV. Por último, constatou-se que, em média, por cada tonelada de produto final são produzidos 100+ kg de resíduos correspondentes principalmente a restos de fibras têxteis processadas e resíduos de embalagens. Destes, a maioria é encaminhada para processos de valorização (utilização dos resíduos como combustíveis, recuperação/reciclagem de materiais inorgânicos, etc.). No entanto, uma parte ainda significativa segue para processos de eliminação, p.e., deposição em aterro.

Da análise dos indicadores ambientais conclui-se que o grupo das empresas verticais, é o que apresenta valores médios mais elevados para a maioria dos indicadores, exceto, para a intensidade energética e carbónica, consumo específico de produtos químicos, emissão específica de CO e produção específica de resíduo, onde o grupo de tinturaria e acabamentos apresenta valores superiores.

As medidas identificadas passam por medidas gerais que surtem efeito em todos os aspetos ambientais, relativas, p.e., a boas práticas de gestão ambiental, e outras que podem ser aplicadas de forma a controlar o impacto ambiental de aspetos ambientais específicos, nomeadamente, consumo de energia, produtos químicos e água e a produção de efluentes gasosos e resíduos.

keywords

Textile industry, environmental characterization, environmental indicators, wastewater, energy, chemicals, waste, gaseous emissions.

abstract

This report is part of the curricular internship carried out within the scope of the Integrated Master in Environmental Engineering of the University of Aveiro. The internship took place at CITEVE - Technological Center of the Textile and Clothing Industry of Portugal, located in Vila Nova de Famalicão.

The purpose of this internship was to characterize the most important environmental aspects of the textile sector, namely: energy, chemical and water consumption, gaseous and wastewater emissions, and waste generation. In addition, eleven environmental indicators were identified and quantified and several measures were suggested to minimize/eliminate the negative environmental impacts of this sector.

The results indicate that the companies in this sector, to produce a ton of final product, consume, on average, 2026 kgep of energy, 397 kg of chemical products and 148 m³ of water. In addition, the operation and production process of these companies generates wastewater with alkaline pH, average values of 1211 mg/L of COD, 255 mg/L of BOD₅, 3 mS/cm of conductivity, 806 mg/L of chlorides and 144 mg/L of total suspended solids. At the level of gaseous effluents, mean mass flow rates of 0,5 kg/h were observed for the particles, 1,8 kg/h for NO_x and 1,9 kg/h for CO and VOC. Finally, it was found that, on average, for each tonne of final product, 100 kg of waste, corresponding to mainly processed textile fibers and packaging waste, were produced. Of these, most are sent to recovery processes (use of waste as fuel, recovery/recycling of inorganic materials, etc.). However, a still significant portion goes to disposal processes, e.g., landfill deposition.

From the analysis of the environmental indicators it is concluded that the group of vertical companies has the highest average values for most of the indicators except the energy and carbon intensity, specific consumption of chemicals, specific emission of CO and specific waste production, where the group of dyeing and finishing shows superior values.

The identified measures include general measures that take effect in all environmental aspects, regarding, e.g., best practices in environmental management, and others, that can be applied to control the environmental impact of specific environmental aspects, such as energy, chemicals and water consumption and the production of gaseous effluents and waste.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento e objetivos	1
1.2	Entidade de ACOLHIMENTO: CITEVE - Centro Tecnológico da Indústria Têxtil e do Vestuário de Portugal	2
1.3	Estrutura do relatório de estágio	6
2	Indústria Têxtil	9
2.1	Introdução	9
2.2	Processo produtivo	10
2.2.1	Armazenagem	12
2.2.2	Fiação	12
2.2.3	Tecelagem	14
2.2.4	Tricotagem	15
2.2.5	Ultimação	15
2.2.6	Confeção	23
2.3	Quantitativos do setor	25
2.3.1	Panorama mundial	25
2.3.2	Panorama europeu	27
2.3.3	Panorama nacional	29
2.4	Aspetos ambientais	33
2.4.1	Energia	34
2.4.2	Compostos químicos	37
2.4.3	Águas e águas residuais	40
2.4.4	Emissões gasosas	44
2.4.5	Resíduos	46
2.4.6	Ruído	48
2.4.7	Enquadramento legal	49
2.4.8	Controlo de poluição	49

2.5	Conclusão.....	50
3	Metodologia	53
3.1	Introdução	53
3.2	Caracterização dos aspetos ambientais	53
3.2.1	Consumo energético.....	56
3.2.2	Consumo de produtos químicos.....	56
3.2.3	Consumo de água	57
3.2.4	Produção de águas residuais	57
3.2.5	Emissões gasosas.....	58
3.2.6	Produção de resíduos	59
3.3	Cálculo de indicadores de desempenho ambiental do setor têxtil.....	60
3.3.1	Energia	61
3.3.2	Água residuais.....	62
3.3.3	Emissões gasosas	62
3.3.4	Resíduos.....	63
3.4	Conclusão.....	63
4	Resultados	65
4.1	Introdução	65
4.2	Consumo energético.....	65
4.2.1	Fiação.....	68
4.2.2	Tinturaria e acabamentos.....	70
4.2.3	Confeção.....	72
4.2.4	Vertical.....	73
4.2.5	Análise comparativa dos grupos	75
4.3	Produtos químicos.....	77
4.3.1	Tinturaria e acabamentos.....	79
4.3.2	Vertical.....	79
4.3.3	Análise comparativa dos grupos	80
4.4	Água e águas residuais	81

4.4.1	Tinturaria e acabamentos.....	87
4.4.2	Estamparia.....	90
4.4.3	Vertical.....	92
4.4.4	Análise comparativa dos grupos	94
4.5	Emissões gasosas.....	96
4.5.1	Tinturaria e acabamentos.....	99
4.5.2	Vertical.....	100
4.5.3	Análise comparativa dos grupos	102
4.6	Resíduos.....	103
4.6.1	Tinturaria e acabamentos.....	106
4.6.2	Vertical.....	108
4.6.3	Análise comparativa dos grupos	110
4.7	Indicadores de desempenho ambiental.....	112
4.8	Conclusão.....	120
5	Considerações finais.....	123
5.1	Introdução	123
5.2	Medidas para gerir os impactes ambientais adversos do setor têxtil e do vestuário	123
5.3	Conclusões gerais	125
5.4	Considerações sobre o estágio	126
	Referências bibliográficas.....	129
	Legislação.....	132
	APÊNDICE A – ENQUADRAMENTO LEGAL.....	137
	APÊNDICE B – CONTROLO DE POLUIÇÃO	147
	APÊNDICE C – GRUPO E ASPETOS AMBIENTAIS DE CADA EMPRESA	151
	APÊNDICE D - ENERGIA.....	155
	APÊNDICE E - ÁGUAS RESIDUAIS	161
1.	Efluente tratado.....	161
2.	Efluente bruto.....	162

APÊNDICE F - EMISSÕES GASOSAS	165
1. Râmula	165
2. Secador	166
3. Tumbler.....	166
4. Gaseadeira	167
5. Engomadeira.....	167
6. Caldeira.....	168
7. Cogeração	168
APÊNDICE G - RESÍDUOS.....	169

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Organograma da Entidade de Acolhimento	3
Figura 2.1 - Diagrama do processo produtivo da indústria têxtil e do vestuário.....	11
Figura 2.2 - Operações do processo de fiação.	13
Figura 2.3 - Fases da tecelagem.....	14
Figura 2.4 - Principais operações do processo de tratamento prévio.	16
Figura 2.5 - Etapas do processo de tingimento.	19
Figura 2.6 - Etapas do processo de estamparia.....	20
Figura 2.7 - Etapas dos acabamentos.	21
Figura 2.8 - Etapas da confeção.....	24
Figura 2.9 - Países com maior percentagem de exportações de produtos têxteis e do vestuário (Fonte: Organização Mundial do Comércio, 2015).	25
Figura 2.10 - Evolução das exportações entre 1989 e 2015 (Fonte: Organização Mundial do Comércio, 2017).	26
Figura 2.11 - Valor da produção da indústria do vestuário na Europa (Fonte: EUROSTAT 2017).	27
Figura 2.12 - Valor da produção da indústria têxtil na Europa (Fonte: EUROSTAT 2017). .	28
Figura 2.13 - Número de empresas têxteis e do vestuário na Europa (EUROSTAT 2017). .	28
Figura 2.14 - Contribuição da indústria têxtil e do vestuário para o PIB nacional (Fonte: INE, 2017).	29
Figura 2.15 - Volume de negócios das empresas ligadas à indústria têxtil e do vestuário (INE 2016).	30
Figura 2.16 - Distribuição (por regiões) das empresas têxteis e do vestuário em Portugal (INE 2016).....	31
Figura 2.17 - Distribuição do das empresas por subsectores da indústria têxtil e do vestuário (INE 2016).....	31
Figura 2.18 - Trabalhadores setor têxtil e do vestuário (INE 2016).	32
Figura 2.19 - Exportações e importações nacionais de produtos têxteis (INE 2016).	33
Figura 2.20 - Consumo típico de energia elétrica num instalação industrial composta (adaptado Schonberger & Schafer 2003)	35
Figura 2.21 - Consumo típico de energia térmica num instalação industrial composta (adaptado Schonberger & Schafer 2003).....	36
Figura 2.22 - Uso final da energia na indústria têxtil dos Estados Unidos da América (adaptado de Hasanbeigi & Price 2012b).	37

Figura 2.23 - Emissões de NO _x , CO, CH ₄ e N ₂ O pela indústria têxtil e do vestuário no ano de 2016 (Fonte: EUROSTAT 2017).....	46
Figura 2.24 - Resíduos produzidos pela indústria têxtil e do vestuário entre 2008 e 2016 e respetiva operação de gestão a que foram sujeitos (Fonte: INE 2016).....	48
Figura 4.1 - Consumos específicos energéticos no setor têxtil por tipologia de energia. ..	68
Figura 4.2 - Consumo específico de energia pelas empresas do grupo fiação.	69
Figura 4.3 - Consumos totais de energia, por tipologia, pelas empresas do grupo fiação. 69	
Figura 4.4 - Consumos específicos de energia pelas empresas do grupo de tinturaria e acabamentos.	70
Figura 4.5 - Consumos específicos de energia, por tipologia, pelas empresas do grupo de tinturaria e acabamentos.	71
Figura 4.6 - Consumo específico de energia pelas empresas do grupo confeção.	72
Figura 4.7 - Consumos de energia, por tipologia, pelas empresas do grupo de confeção. 73	
Figura 4.8 - Consumo específico de energia pelas empresas do grupo vertical.	74
Figura 4.9 - Consumos de energia, por tipologia, pelas empresas do grupo vertical.	75
Figura 4.10 - Análise comparativa do consumo específico de energia dos quatro grupos de empresas analisados.	76
Figura 4.11 - Comparação dos consumos específicos de energia entre os diferentes grupos de empresas.	77
Figura 4.12 - Análise comparativa do consumo específico de produtos químicos dos grupos tinturaria & acabamentos e vertical.	80
Figura 4.13 - Caracterização dos efluentes brutos de algumas indústrias de tingimento e acabamentos, em termos de: (a) pH, (b) condutividade, (c) sólidos suspensos totais, (d) cloretos, (e) carência bioquímica de oxigénio (CBO ₅) e (f) carência química de oxigénio.	88
Figura 4.14 - Caracterização dos efluentes brutos de algumas indústrias de estamparia, em termos de: (a) pH, (b) condutividade, (c) sólidos suspensos totais, (d) cloretos, (e) carência bioquímica de oxigénio (CBO ₅) e (f) carência química de oxigénio.....	91
Figura 4.15 - Caracterização dos efluentes brutos de algumas indústrias verticais, em termos de: (a) pH, (b) condutividade, (c) sólidos suspensos totais, (d) cloretos, (e) carência bioquímica de oxigénio (CBO ₅) e (f) carência química de oxigénio.....	93
Figura 4.16 – Análise comparativa dos efluentes brutos de três grupos de indústrias: tinturaria e acabamentos, estamparia e vertical, em termos dos parâmetros: (a) pH, (b) condutividade, (c) sólidos suspensos totais, (d) cloretos, (e) carência bioquímica de oxigénio (CBO ₅) e (f) carência química de oxigénio.	95
Figura 4.17 - Caracterização das emissões gasosas de algumas indústrias de tingimento e acabamentos, em termos de caudal mássico de: (a) PTS, (b) NOX, (c) CO e (d) COV. 99	

Figura 4.18 - Caracterização das emissões gasosas de algumas indústrias verticais, em termos de concentração de: (a) PTS, (b) NOX, (c) CO e (d) COV.....	101
Figura 4.19 - Análise comparada dos caudais mássicos médios de (a) PTS, (b) NOX, (c) CO e (d) COV, verificadas no grupo de tinturaria e acabamentos e no grupo vertical.	102
Figura 4.20 – Resíduos produzidos (por código LER) no setor têxtil em Portugal.	105
Figura 4.21 - Percentagem de resíduos encaminhados para valorização e eliminação no grupo de tinturaria e acabamentos.	107
Figura 4.22 - Resíduos produzidos (por código LER) pelas empresas do grupo tinturaria e acabamentos.	107
Figura 4.23 - Percentagem de resíduos encaminhados para valorização ou eliminação nas empresas do grupo vertical.....	109
Figura 4.24 - Resíduos produzidos (por código LER) pelas empresas do grupo vertical... ..	109
Figura 4.25 – Produção específica média de resíduos no grupo tinturaria e acabamentos e no grupo vertical.	110
Figura 4.26 - Resíduos encaminhados para valorização e eliminação no grupo tinturaria e acabamentos e no grupo vertical.....	111
Figura 4.27 – Produção média de resíduos (por código LER) pelo grupo tinturaria e acabamentos e pelo grupo vertical.....	111

Índice de Tabelas

Tabela 1.1 - Serviços prestados pelo Departamento de Produção Sustentável do CITEVE..	4
Tabela 2.1 - Caracterização de águas residuais têxteis, de indústrias que integram todo o processo de fabrico.	41
Tabela 2.2 - Características de águas residuais de diferentes processos da indústria têxtil.	43
Tabela 2.3 -Tipos de resíduos produzidos na indústria têxtil e do vestuário (Fonte: CITEVE 2012a).....	46
Tabela 3.1 – Grupos e respetivos números de empresas associadas.	54
Tabela 3.2 - Número de empresas disponíveis para a caracterização de cada aspeto ambiental e respetivo intervalo temporal.	55
Tabela 3.3 - Indicadores ambientais calculados e respetivas categorias.....	60
Tabela 4.1 - Número de empresas com informação relativa à origem de energia consumida no setor têxtil.	66
Tabela 4.2 - Valores médios, mínimos, máximos e desvio-padrão de consumo total e específico de energia do setor têxtil.	67

Tabela 4.3 - Número de pontos disponíveis para cada tipo de produto químico no grupo da tinturaria e acabamentos e no vertical.	78
Tabela 4.4- Valores médios e respetivos desvios-padrão de consumo específico de produtos químicos na totalidade das empresas analisadas.	78
Tabela 4.5 - Valores médios e respetivos desvios-padrão de consumo específico de produtos químicos no grupo de tinturaria e acabamentos.	79
Tabela 4.6 - Valores médios e respetivos desvios-padrão de consumo específico de produtos químicos no grupo de empresas verticais.	80
Tabela 4.7 - Número de pontos disponíveis para a análise do consumo específico de água e para a percentagem de água reutilizada.	82
Tabela 4.8 – Consumos de água e taxa de reutilização de água nas empresas avaliadas do setor têxtil.	83
Tabela 4.9 – Valores médios de consumo anual, consumo médio específico e taxa de reutilização de água em empresas de tinturaria e acabamentos e empresas verticais.	83
Tabela 4.10 - Valores limite de emissão estipulados por várias entidades gestoras de sistemas de tratamento de águas residuais, e pelo DL 236/98.	85
Tabela 4.11 – Características dos efluentes líquidos brutos das empresas do setor têxtil analisadas neste trabalho, e que não detêm ETARI.	86
Tabela 4.12 – Volume de informação referente à caracterização de efluentes brutos das empresas têxteis analisado neste trabalho.	87
Tabela 4.13 - Número de pontos considerados na análise da concentração de PTS, NO _x , CO e COV em cada grupo de empresas.	97
Tabela 4.14 – Valores médios e respetivos desvios-padrão dos parâmetros PTS, NO _x , CO e COV na totalidade das empresas analisadas.	98
Tabela 4.15 - Nº de empresas analisadas para cada grupo e o respetivo nº de pontos considerados para cada parâmetro relativo aos resíduos.	104
Tabela 4.16 - Produções específicas médias de resíduos nas empresas do setor têxtil em Portugal.	104
Tabela 4.17 – Percentagens médias de resíduos encaminhados para valorização e eliminação no setor têxtil em Portugal.	105
Tabela 4.18 – Produção específica média de resíduos nas empresas do grupo de tinturaria e acabamentos.	106
Tabela 4.19 - Produção específica média de resíduos nas empresas do grupo vertical...	108

Tabela 4.20 - Indicadores ambientais do setor têxtil em Portugal.	113
Tabela 4.21 - Indicadores ambientais relativos às empresas de fiação.	114
Tabela 4.22 - Indicadores ambientais relativos às empresas de tinturaria e acabamentos	115
Tabela 4.23 - Indicadores ambientais relativos às empresas de confeção.	116
Tabela 4.24 - Indicadores ambientais relativos às empresas verticais.	117
Tabela 4.25 - Comparação dos indicadores ambientais dos diferentes grupos.	118
Tabela 4.25 - Comparação dos indicadores ambientais dos diferentes grupos (cont.)....	119
Tabela A.1 - Enquadramento legal da indústria têxtil.	137
Tabela B.1 - Melhores Técnicas Disponíveis para o Setor Têxtil.	147
Tabela C.1 - Grupo e aspetos ambientais analisados para cada empresa.	151
Tabela D.1 - Consumo e consumo específico de energia no processo de fiação.	155
Tabela D.2 - Consumo e consumo específico de energia no processo de tecelagem.	156
Tabela D.3 - Consumo e consumo específico de energia nos processos de tinturaria	157
Tabela D.4 - Consumo e consumo específico de energia nos processos de estamparia..	158
Tabela D.5 - Consumo e consumo específico de energia nos processos de acabamentos.	158
Tabela D.6 - Consumo e consumo específico de energia no processo de confeção.	159
Tabela E.1 - Valores dos parâmetros pH, CBO5, CQO, SST, detergentes Aniónicos, azoto total e fósforo total nos efluentes tratados de empresas têxteis	161
Tabela E.2 - Caracterização do efluente bruto das empresas têxteis analisadas	162
Tabela F.1 - Caracterização das emissões gasosas das râmulas das empresas analisadas	165
Tabela F.2 - Caracterização das emissões gasosas dos secadores das empresas analisadas	166
Tabela F.3 - Caracterização das emissões gasosas dos tumblers das empresas analisadas	166
Tabela F.4 -Caracterização das emissões gasosas das gaseadeiras das empresas analisadas	167
Tabela F.5 - Caracterização das emissões gasosas das engomadeiras das empresas analisadas.....	167

Tabela F.6 - Caracterização das emissões gasosas das caldeiras das empresas analisadas	168
Tabela F.7 - Caracterização das emissões gasosas das cogerações das empresas analisadas	168
Tabela G.1 - Códigos LER e descrição dos resíduos correspondentes.	169

Nomenclatura

ACV	Análise do Ciclo de Vida
AEP	Associação Empresarial de Portugal
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
ARCE	Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia
BREF	Best Available Techniques REference documents (Documentos de Referência sobre Melhores Técnicas Disponíveis)
CBO	Carência Bioquímica de Oxigénio
CCDR	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional
CE	Comissão Europeia
CH ₄	Metano
CITEVE	Centro Tecnológico da Indústria Têxtil e do Vestuário de Portugal
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
COVNM	Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos
CQO	Carência Química de Oxigénio
CV	Coeficiente de Variação
DGEG	Direção Geral da Energia e Geologia
ECHA	European Chemicals Agency (Agência Europeia dos Produtos Químicos)
ENAR	Estratégia Nacional para o Ar
ETA	Estação de Tratamento de Águas
ETAR	Estação de Tratamento de Água Residuais

ETARI	Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais
EUA	Estados Unidos da América
EUROSTAT	Statistical Office of the European Communities (Serviço de Estatística das Comunidades Europeias)
GEE	Gases com Efeito Estufa
GPL	Gás de Petróleo Liquefeito
IAPMEI	Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e ao Investimento
INE	Instituto Nacional de Estatística
LER	Lista Europeia de Resíduos
LUA	Licenciamento Único Ambiental
MDT	Melhores Técnicas Disponíveis
N ₂ O	Óxido Nitroso
NO _x	Óxidos de Azoto
PCIP	Prevenção e Controlo Integrados da Poluição
PESGRI	Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Industriais
PIB	Produto Interno Bruto
PREn	Planos de Racionalização dos Consumos de Energia
PTS	Partículas
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (Registo, Avaliação, Autorização e Restrição de Produtos Químicos)
RGGR	Regulamento Geral de Gestão de Resíduos
RGR	Regulamento Geral do Ruído
SGCIE	Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia

SIDVA	Sistema Integrado de Despoluição do Vale do Ave
SIDVA	Sistema Integrado de Despoluição do Vale do Ave
SIRER	Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos
SO ₂	Dióxido de Enxofre
SO _x	Óxidos de Enxofre
SST	Sólidos Suspensos Totais
TDS	Sólidos Dissolvidos Totais
TUA	Título Único Ambiental
UE	União Europeia
US EPA	United States Environmental Protection Agency (Agência de Proteção do Ambiente dos Estados Unidos)
VAB	Valor Acrescentado Bruto
VLE	Valor Limite de Emissão
VLE	Valor Limite de Emissão
WTO	World Trade Organization (Organização Mundial do Comércio)

1 INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS

No âmbito da unidade curricular de Estágio/Projeto/Dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente, realizou-se um estágio curricular na empresa CITEVE– Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e Vestuário de Portugal.

O setor têxtil e do vestuário apresenta uma grande importância para o desenvolvimento de muitos países pelo mundo, especialmente no que diz respeito a países em desenvolvimento. No entanto, também em Portugal, principalmente na zona Norte do país, se verifica o elevado valor deste tipo de indústria, quer a nível económico como social.

Porém, tal como em grande parte das indústrias transformadoras, o seu processo produtivo tem associado alguns aspetos ambientais, relacionados, principalmente, com os elevados consumos de água, energia e produtos químicos, com a produção de resíduos e efluentes líquidos com elevada carga poluente e com as emissões gasosas. Estes, se não forem devidamente monitorizados e controlados podem implicar um forte impacto, não só no ambiente, mas também na qualidade de vida e saúde humana.

Neste contexto, para além de monitorizar e controlar os parâmetros relacionados com os aspetos ambientais, torna-se essencial manter uma base de dados que contenha esta informação atualizada e que permita, facilmente, identificar os principais focos de poluição para que se possa atuar de forma global e o mais eficiente possível.

Assim, o principal objetivo deste estágio foi caracterizar os aspetos ambientais mais importantes no setor têxtil e do vestuário de Portugal. Para isto, em primeiro lugar, foram organizados e tratados dados relativos aos consumos de energia, água e compostos químicos, à qualidade das águas residuais geradas, à produção de resíduos e às emissões

gasosas, para que, em seguida fossem calculados 11 indicadores ambientais que permitiram caracterizar o impacto ambiental deste setor em Portugal. Para terminar, tendo por base os resultados obtidos, foram sugeridas algumas medidas que visam controlar/minimizar/eliminar os impactos ambientais negativos deste setor.

1.2 ENTIDADE DE ACOLHIMENTO: CITEVE - CENTRO TECNOLÓGICO DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DO VESTUÁRIO DE PORTUGAL

O CITEVE - Centro Tecnológico da Indústria Têxtil e do Vestuário de Portugal, daqui em diante designado apenas por CITEVE, é um centro tecnológico, organização privada sem fins lucrativos, com sede em Vila Nova de Famalicão, distrito de Braga, e com delegações comerciais no Brasil, Tunísia, Argentina, Paquistão, Chile e México.

Surgiu em 1989 resultante da necessidade que se sentia na altura de melhorar a qualidade dos produtos têxteis feitos em Portugal tendo como missão o apoio ao desenvolvimento das capacidades técnicas e tecnológicas das indústrias têxtil e do vestuário, através do fomento e da difusão da inovação, da promoção da melhoria da qualidade e do suporte instrumental à definição de políticas industriais para o setor.

Atualmente, presta serviços a cerca de 630 empresas, na sua maioria pequenas e médias empresas (90%), disponibilizando uma variedade de serviços que incluem ensaios laboratoriais, certificação de produtos, consultoria técnica e tecnológica, I&D+inovação, formação e moda e design.

Para isto, para além dos departamentos essenciais para o seu funcionamento e gestão, o CITEVE, está dividido em 7 departamentos principais: Laboratórios, Tecnologia e Engenharia, Produção Sustentável, Gestão da Inovação, Moda e Design, Academia CITEVE e Departamento de *Clusterização*. Na Figura 1.1 está representado o organograma da entidade de acolhimento.

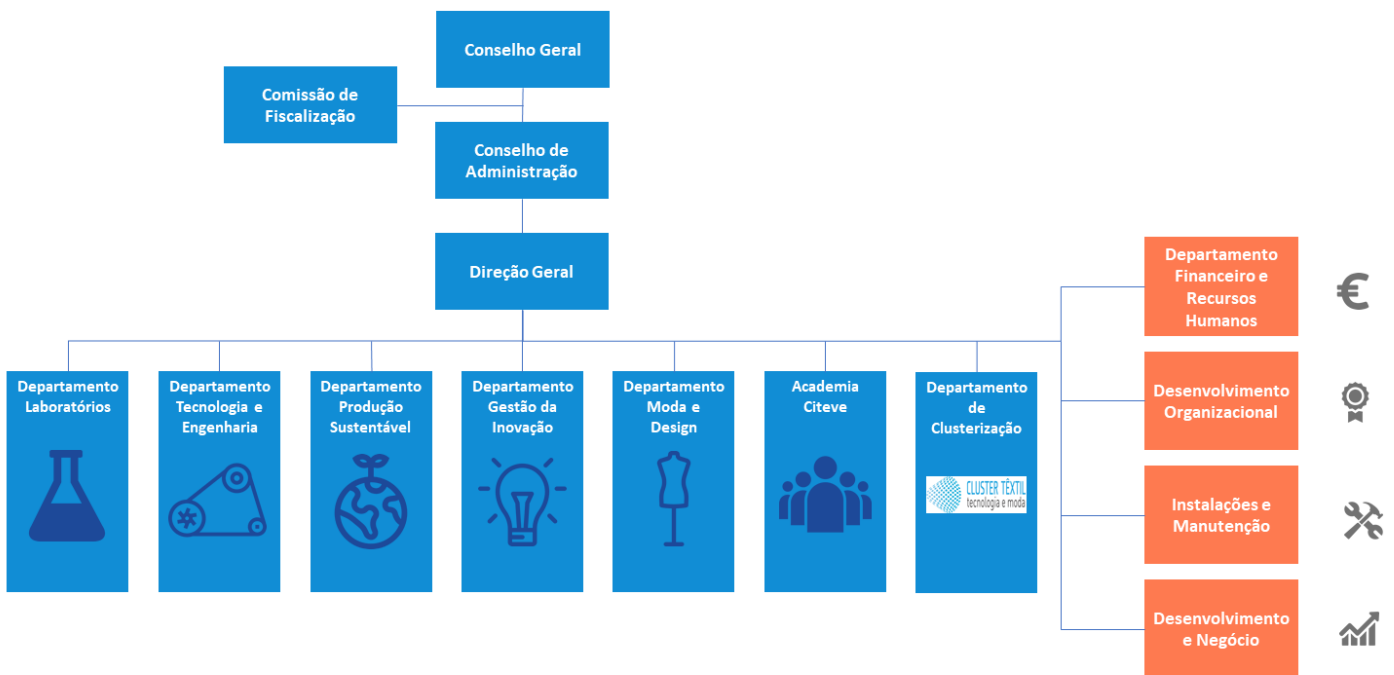


Figura 1.1 - Organograma da Entidade de Acolhimento

O estágio decorreu no Departamento de Produção Sustentável, este presta serviços nas áreas de:

- Avaliação e caracterização ambiental;
- Energia e eficiência energética;
- Avaliação do ciclo de vida do produto;
- Higiene e Segurança no Trabalho
- Implementação de sistemas de gestão;
- *Eco-design* e reciclagem de materiais;
- Gestão de substâncias químicas.

Dentro de cada uma destas áreas são prestados diferentes serviços, estes são apresentado na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 - Serviços prestados pelo Departamento de Produção Sustentável do CITEVE.

Avaliação e caracterização ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Caracterização de água e efluentes líquidos; ✓ Caracterização de efluentes gasosos; ✓ Estudos de tratabilidade; ✓ Estudos de reciclagem; ✓ Caracterização de resíduos; ✓ Ruído ambiente - nível sonoro médio de longa duração e/ou critério de incomodidade; ✓ Isolamento acústico a sons aéreos e de percussão; ✓ Candidaturas ao Rótulo Ecológico da União Europeia; ✓ Certificação STeP - Produção Têxtil Sustentável; ✓ Apoio no âmbito da Licença Ambiental;
Energia e eficiência energética	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Auditorias Energéticas e Planos de Racionalização dos Consumos de Energia (PREn); ✓ Relatórios de acompanhamento do Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia (ARCE); ✓ Diagnóstico energético; ✓ Assistência técnica pontual - Energia; ✓ Certificação energética de edifícios; ✓ Auditorias energéticas a cogerações;
Avaliação do ciclo de vida do produto (ACV)	
Higiene e segurança no trabalho	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ruído ocupacional; ✓ Ambiente térmico; ✓ Iluminação; ✓ Empoeiramento; ✓ Gases e vapores; ✓ Plano de emergência interno; ✓ Análise de riscos; ✓ Enquadramento do regulamento de segurança contra incêndios;

Tabela 1.1 - Serviços prestados pelo Departamento de Produção Sustentável do CITEVE (cont.).

Implementação de Sistemas de Gestão	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Implementação de sistemas de gestão da qualidade (ISO 9001, Setor automóvel: ISO/TS 16949, dispositivos médicos: ISO 13485); ✓ Implementação de sistemas de gestão de IDI (Investigação, desenvolvimento e inovação) (NP 4457); ✓ Implementação de sistemas de responsabilidade social (SA8000, NP 4469-1); ✓ Implementação de sistemas de gestão ambiental (ISO 14001, EMAS); ✓ Implementação de sistemas de gestão de segurança e saúde no trabalho (OHSAS 18001, NP4397); ✓ Implementação de sistemas de gestão de recursos humanos (NP 4427); ✓ Implementação de sistemas de gestão energia (ISO 50001); ✓ Implementação de sistemas de gestão integrada (qualidade / ambiente / segurança / responsabilidade social / recursos humanos / etc.); ✓ Controlo do Processo Produtivo e do Produto; ✓ Assistência técnica de acompanhamento aos Sistemas de Gestão;
Eco-design e reciclagem de materiais	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Procura e seleção de matérias-primas alternativas; ✓ Testes e ensaios de validação do comportamento de novas matérias-primas; ✓ Procura e seleção de acessórios mais "verdes"; ✓ Intensificação de processos (menos água - menos energia - menos tempo de operação); ✓ Estudo e otimização de novos processos de transformação piloto e industrial.

Tabela 1.1 - Serviços prestados pelo Departamento de Produção Sustentável do CITEVE.

Eco-design e reciclagem de materiais	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Definição das condições de processamento e utilização de matérias-primas recicladas; ✓ Apoio sobre aspetos legais associados à reciclagem e reutilização de fibras e desperdícios; ✓ Potencial de aplicação e reutilização de resíduos e desperdícios têxteis em novas aplicações e em novos produtos; ✓ Apoio na definição de estratégias de valorização; ✓ Minimização de recursos e reciclagem de subprodutos;
Gestão de substâncias químicas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Apoio no âmbito do REACH (<i>Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals</i>); ✓ Apoio na identificação de riscos e incompatibilidades na armazenagem; ✓ Aspetos específicos relacionados com o manuseamento de substâncias; ✓ Apoio na identificação de Equipamento de Proteção Individual Específico; ✓ Software de apoio à gestão de Substâncias Químicas.

1.3 ESTRUTURA DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO

O presente relatório está organizado em 5 capítulos principais, destes, os dois primeiros fazem um enquadramento ao trabalho realizado durante o estágio e ao seu tema. Os restantes apresentam os resultados obtidos no decorrer do trabalho assim como de que forma estes foram obtidos e as principais conclusões que se podem retirar.

Em seguida será feita uma breve descrição do que será tratado em cada capítulo:

- Introdução – neste capítulo é feito um enquadramento ao trabalho a ser realizado durante o estágio, assim como, quais os seus principais objetivos e como estes serão alcançados. Ainda neste capítulo será apresentada uma breve descrição da entidade de acolhimento;

- Indústria Têxtil– no segundo capítulo será feita uma descrição do setor têxtil e do vestuário de forma a facilitar a compreensão da relação entre esta indústria e os tópicos que serão abordados posteriormente. Para isto, em primeiro lugar será brevemente descrito o processo produtivo típico destes setores e as principais etapas que o compõe. Em seguida serão brevemente abordados os quantitativos destes setores a nível mundial, europeu e nacional de forma a compreender qual o seu impacte económico e social. Ainda neste capítulo, serão abordados os principais aspetos ambientais associados a este tipo indústria, a legislação que lhes está associada e, para terminar, serão indicadas algumas medidas que podem ser aplicadas de forma a controlar ou minimizar o impacte ambiental desta indústria;
- Metodologia – neste capítulo é explicada a metodologia utilizada para a realização do presente relatório. Assim, em primeiro lugar é feita uma breve descrição das fontes de informação utilizadas e, em seguida são descritos os métodos utilizados para fazer a caracterização dos aspetos ambientais e para o cálculo dos indicadores ambientais;
- Resultados – este capítulo serve para apresentar os resultados obtidos da caracterização dos aspetos ambientais e do cálculo dos indicadores. Por isso, e primeiro lugar, analisam-se os resultados relativos à caracterização dos cinco aspetos estudados: energia, compostos químicos, água e águas residuais, resíduos e emissões gasosas. Em seguida apresentam-se os valores obtidos para cada um dos 11 indicadores ambientais escolhidos;
- Considerações finais – Neste capítulo, em primeiro lugar, serão sugeridas algumas técnicas e medidas que podem ser aplicadas para controlar e eliminar os impactes ambientais negativos do setor têxtil e do vestuário. Em seguida, serão referidas as principais conclusões resultantes do trabalho realizado e, para terminar, algumas considerações sobre a realização do estágio;

2 INDÚSTRIA TÊXTIL

2.1 INTRODUÇÃO

A indústria têxtil é um dos setores mais importantes para o progresso económico de países por todo o mundo, principalmente em países em desenvolvimento (De Souza et al. 2010). É um setor fragmentado e heterogéneo dominado principalmente por pequenas e médias empresas, cuja procura é impulsionada principalmente pelo mercado de três tipos de produtos finais: vestuário, artigos domésticos e uso industrial. Isto faz com que a sua cadeia industrial seja uma das mais longas e complicadas na indústria transformadora (The European Commission 2003).

O principal objetivo deste setor industrial é a transformação de fibras em fios, fios em tecidos e tecidos em peças de vestuário, artigos têxteis ou artigos de aplicação técnica (cintos de segurança, *airbags*, etc.). Assim, na indústria têxtil os processos produtivos são muito diversificados, dependendo do produto final.

Numa primeira fase, neste capítulo será feita uma breve descrição dos setores têxtil e do vestuário, analisado os seus processos produtivos e as etapas que os constituem. Em seguida, de forma a analisar o impacte económico e social destas indústrias serão analisados os seus quantitativos a nível mundial, europeu e nacional. Para terminar, serão referidos e descritos os principais aspetos ambientais que estão associados a estes setores, a legislação que lhe é aplicável e, ainda, as medidas para controlar e minimizar os seus impactes adversos no ambiente.

2.2 PROCESSO PRODUTIVO

De um modo geral, o processo produtivo na indústria têxtil é constituído por uma sequência de operações unitárias, que ordenadas em etapas permitem traduzir todo o sistema de processamento industrial, desde a entrada das matérias primas até à saída dos produtos finais.

Cada uma destas operações é interdependente uma vez que necessita do produto final da etapa anterior para ocorrer. No entanto, possuem uma relativa independência que permite que tanto existam empresas especializadas em apenas uma etapa, como empresas que realizam todas as etapas (empresas verticais).

O ciclo de produção têxtil apresenta sete processos principais (ver Figura 2.1: armazenagem, fiação, tecelagem, tricotagem, ultimação, corte e confeção e embalagem. Alguns destes ainda se dividem em subprocessos e podem ser agrupados em (Schonberger & Schafer 2003):

- processos húmidos – quase todos os subprocessos da ultimação;
- processos secos - tricotagem, tecelagem, corte e confeção, etc.

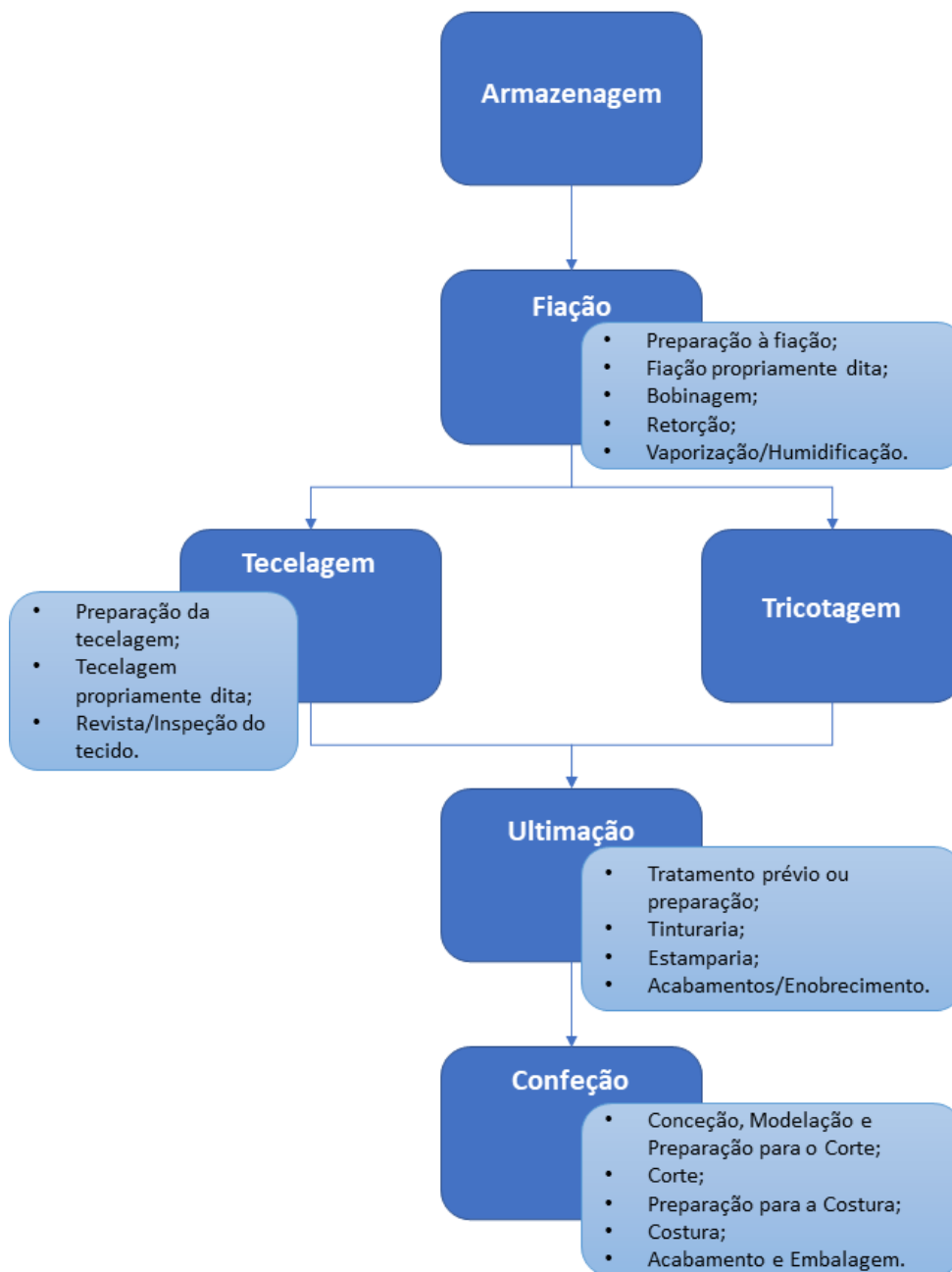


Figura 2.1 - Diagrama do processo produtivo da indústria têxtil e do vestuário.

A Figura 2.1 representa a ordem pela qual as etapas do processo produtivo normalmente ocorrem, no entanto, algumas destas etapas podem aparecer em diferentes locais do processo produtivo. Por exemplo, o caso da tinturaria que tanto pode ocorrer no início do processo, logo depois da fiação, originado fio tinto, depois da tecelagem ou tricotagem,

tingindo-se o tecido e ainda no final do processo, tingindo-se a peça final (Bisschops & Spanjers 2003). Em seguida detalham-se as sete etapas mencionadas anteriormente.

2.2.1 Armazenagem

Assim que a matéria-prima chega à empresa deve ser armazenada até à sua utilização. Este processo deve ser feito de forma a garantir a correta manutenção dos materiais, nomeadamente no que diz respeito a parâmetros como a humidade e a temperatura.

A matéria-prima a armazenar varia consoante o tipo de empresa em causa, isto é, se uma empresa inicia o seu processo produtivo pela fiação, então, as matérias-primas a armazenar serão as ramas das fibras. Por outro lado, se a linha de produção tiver início na tecelagem, as matérias-primas a armazenar serão as bobines de fio. Há ainda empresas que só se dedicam a processos a partir da ultimação, nestes casos, as matérias-primas armazenadas vão desde as fibras até às peças de vestuário já confeccionadas (CITEVE 2002).

Para além do armazém de matérias-primas poderá também existir outro armazém (ou zona de armazenagem) dedicado às matérias subsidiárias, nomeadamente, os produtos químicos utilizados em todo o processo produtivo.

2.2.2 Fiação

A fiação é um processo mecânico que consiste no conjunto de operações necessárias à transformação das fibras têxteis em fios. As características físicas das fibras são preponderantes na escolha das tecnologias e processos a utilizar, no entanto, tanto as fibras naturais como as artificiais ou sintéticas passam por processos de fiação semelhantes. O processo de fiação tem como objetivos: (i) a limpeza, (ii) a abertura e homogeneização da matéria prima, (iii) a regularização e redução da massa por unidade de comprimento e coesão da massa fibrosa linear.

A operação de fiação consiste assim em cinco operações sequenciais principais, tal como representado na Figura 2.2 :



Figura 2.2 - Operações do processo de fiação.

Nos próximos subcapítulos detalham-se as operações de fiação elencadas na figura anterior.

2.2.2.1 Preparação da fiação

O processo de preparação da fiação é constituído pelas operações de limpeza ou depuração e preparação. Na primeira englobam-se todos os tratamentos cuja finalidade é separar a fibra em bruto das matérias contaminantes que a ela se encontram ligadas (resto de folhas e de sementes no caso do algodão, restos vegetais e orgânicos no caso da lã, etc.). Nas operações de preparação englobam-se duas etapas principais:

- a primeira consiste em tratamentos sobre a matéria mais ou menos individualizada, com o objetivo de continuar a limpeza e conseguir que o produto final tenha uma boa regularidade;
- a segunda etapa visa a redução da massa fibrosa por unidade de comprimento de uma forma progressiva, ao longo das várias máquinas constituintes do processo.

2.2.2.2 Fiação propriamente dita

Após o tratamento da matéria-prima, esta segue para a fiação propriamente dita onde é reduzida à espessura final pré-fixada, obtendo-se a consistência necessária à sua posterior utilização, através da aplicação simultânea de estiragem e torção (CITEVE 2002).

2.2.2.3 Bobinagem

Na bobinagem transferem-se os fios de um determinado tipo de suporte para outro mais adequado ao processo de urdissagem e/ou tecelagem. Normalmente, nesta fase ainda se efetua a depuração e, se necessário, pode lubrificar-se o fio.

2.2.2.4 Retorção

Ainda durante o processo de fiação dá-se a retorção de dois ou mais fios de forma a obter um fio retorcido com maior resistência ou por motivos puramente relacionados com o aspeto que se pretende que o artigo final tenha.

2.2.2.5 Vaporização/Humidificação

Para terminar, dá se a vaporização/ humidificação, que tem como objetivo estabelecer a humidade relativa pretendida e estabilizar a tensão acumulada no fio. Esta operação visa o relaxamento do fio de forma a facilitar as operações subsequentes.

2.2.3 Tecelagem

A tecelagem tem como objetivo a construção de um tecido. Para isto, os fios passam por uma série de operações que se podem agrupar em três fases principais, tal como mostra a Figura 2.3.

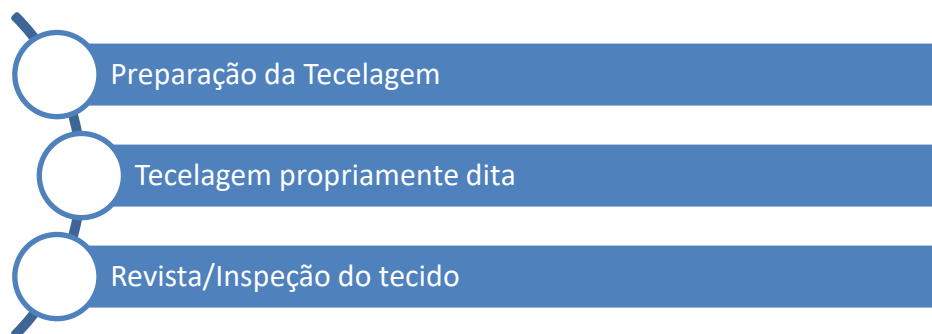


Figura 2.3 - Fases da tecelagem.

2.2.3.1 Preparação da tecelagem

A preparação da tecelagem é composta pelas operações de bobinagem, urdissagem, encolagem e montagem da teia. A primeira só é realizada se o fio procedente da fiação não estiver no suporte adequado para a tecelagem. Na urdissagem pretende-se construir

um sistema de fios paralelos, individualizados, do mesmo comprimento e com a mesma tensão que será enrolado num eixo, chamado rolo de urdideira. Em seguida dá-se a encolagem, que consiste na impregnação ou revestimento dos fios da teia com uma substância coloidal adesiva, de modo a aumentar a resistência dos fios às ações mecânicas sofridas durante a tecelagem, e assim diminuir as quebras melhorando a qualidade do tecido produzido. Como encolantes podem ser utilizados produtos naturais, em que o mais conhecido é o amido ou amido modificado, ou sintéticos (policloreto de vinilo, poliacrilato, etc. (CITEVE 2002). Esta operação dá-se num equipamento denominado Engomadeira. A última etapa desta fase é a montagem do rolo de urdideira no tear.

2.2.3.2 Tecelagem propriamente dita

Na tecelagem propriamente dita dá-se o entrelaçamento dos fios da teia com os fios da trama através dos movimentos da máquina de tecer.

2.2.3.3 Revista/Inspeção do tecido

Para terminar dá-se a inspeção do tecido de forma a identificar, classificar e rastrear possíveis defeitos.

2.2.4 Tricotagem

A tricotagem consiste na produção de malhas através do entrelaçamento de fios utilizando técnicas de formação de laçadas. As malhas são estruturas têxteis produzidas por um só sistema de fios que formam laçadas, ficando essas laçadas entrelaçadas umas nas outras (malhas de trama) ou que cruzam diferentes fios entre si (malhas de teia). Nesta fase aplica-se, geralmente, um lubrificante que permita diminuir o atrito – produto de ensimagem (parafina).

2.2.5 Ultimação

A ultimação têxtil ou enobrecimento têxtil é o conjunto de operações a que um “substrato” é submetido após a seu fabrico até estar pronto para a confeção (CITEVE 2002). As etapas que fazem parte deste processo são:

- Tratamento prévio ou preparação;
- Tingimento;

- Estampagem;
- Acabamento.

Em seguida estas etapas serão brevemente descritas.

2.2.5.1 *Tratamento prévio ou preparação*

O tratamento prévio tem como principal objetivo a eliminação das impurezas nas fibras de modo a melhorar a estrutura e características do material, tornando-o mais apto às operações posteriores de tingimento, estamparia e acabamento (AEP 2000). Para isto, deverá melhorar a estrutura do material tornando-o mais apto para as operações posteriores, além de ainda lhe proporcionar uma boa estabilidade dimensional e resistência à ruga ou vinco (CITEVE 2002)

Este tipo de tratamento depende do substrato têxtil utilizado e da forma como se pretende processá-lo. Todavia, as operações consideradas mais importantes, e tipicamente mais utilizadas, são as que se encontram representadas na Figura 2.4 .



Figura 2.4 - Principais operações do processo de tratamento prévio.

A **Gasagem** é uma operação em que se pretende queimar as fibras que sobressaem à superfície tanto do fio como do tecido, para dar um toque mais macio e regular. Esta operação é realizada num equipamento denominado gaseadeira.

A **Desencolagem** consiste na eliminação do produto de encolagem, após a tecelagem, e faz-se durante o acabamento por lavagem aquosa. Esta pode ser feita por:

- Via enzimática (amílase) ou oxidativa caso o encolante utilizado tenha sido o amido. Se o produto de encolagem for total ou parcialmente insolúvel, como é o caso dos produtos amiláceos, é necessário proceder à sua eliminação com processos especiais. Esta operação exige um controlo efetivo dos valores de pH e temperatura, de forma a assegurar que a reação bioquímica ocorre em condições ótimas. Para além disto, também é necessário evitar a presença de produtos que sejam “destruidores” de enzimas, nomeadamente metais pesados e o oxidante. A presença de detergentes é fundamental para uma melhor eliminação dos produtos de degradação do amido. Caso não seja necessário uma degradação total do amido, deverá optar-se por uma descolagem por via oxidativa;
- Lavagem enzimática com detergentes caso os encolantes utilizados sejam solúveis em água, como é o caso das fibras sintéticas e de certos derivados do amido. Esta operação pode ser feita em simultâneo com a eliminação de gorduras e ceras do algodão, e de óleos de ensimagem do poliéster.

A **Mercerização** só se aplica ao tratamento do algodão e tem como principal objetivo conferir maior brilho à fibra, tornando a sua superfície mais regular e resistente. A operação é realizada com hidróxido de sódio relativamente concentrado, sob tensão a frio. No final do processo efetua-se uma lavagem para retirar o hidróxido de sódio em excesso.

A **Fervura alcalina** é um processo utilizado na remoção de impurezas naturais (ceras, pectinas, álcoois). Consiste no tratamento com uma solução alcalina (geralmente hidróxido de sódio, em baixas concentrações) a uma temperatura próxima da de ebulição;

O **Branqueamento** tem como objetivo a remoção dos corantes naturais que se encontram sobre as fibras. Geralmente integra-se num processo contínuo, no qual os tecidos ou os fios passam através de um determinado número de máquinas que lavam, branqueiam e neutralizam o tecido. A substância mais utilizada neste processo é o peróxido de hidrogénio, no entanto, em alternativa, também se utiliza o hipoclorito de sódio, persulfatos, organoclorados e agentes óticos de branqueamento.

A **Termofixação** tem como objetivo provocar a relaxamento das tensões que foram introduzidas na produção das fibras. É uma etapa fundamental para a obtenção de

estabilidade dimensional. Para isto, o tecido é aquecido com vapor ou ar quente num equipamento denominado râmula.

Ao mesmo tempo que se realizam os processos de tratamento prévio também se podem fazer pré-tratamentos mecânicos de forma a melhorar a qualidade dos tecidos. Destes processos podem destacar-se:

- **Tesouragem:** cisalhamento das fibras superficiais;
- **Pisoamento:** alisamento da seda e compactação do tecido;
- **Espremedura:** esticar e torcer consecutivamente a seda, para a tornar mais flexível e lustrosa;
- **Encrespar:** encrespar a lã;
- **Alisamento:** amaciamento e compactação do tecido por alisamento;
- **Ratinar:** levantamento das fibras para frisar ligeiramente;
- **Cardar:** modo mecânico de levantar as fibras, de forma a fazer sobressair certo número de fibras individuais a superfícies do tecido, melhorando o toque e a retenção de calor;
- **Corte:** encurtamento das fibras levantadas;

2.2.5.2 Tingimento

O tingimento tem como objetivo a coloração uniforme do material têxtil. A escolha do corante depende do tipo de fibra. Este processo pode então ser dividido em quatro etapas, tal como está representado na Figura 2.5.

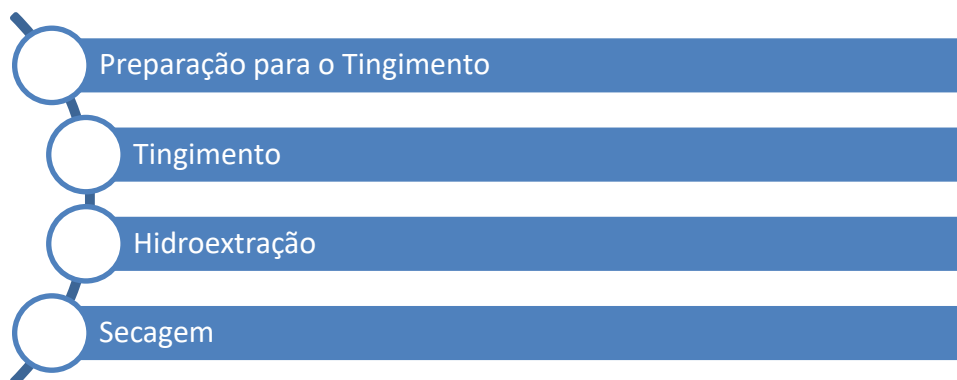


Figura 2.5 - Etapas do processo de tingimento.

Durante a etapa de preparação para o Tingimento, tendo em conta o tipo de matéria-prima utilizada e o seu estado de transformação, dá-se a preparação de receituário que será utilizado no tingimento, a seleção/formulação do processo e equipamento a utilizar e a preparação de cargas.

O tingimento consiste na aplicação de substâncias coradas (corantes) às fibras têxteis. No entanto, para além destes, também é necessário utilizar outros produtos químicos cuja função é controlar da melhor forma possível o tingimento (CITEVE 2002).

Após o tingimento, é necessário eliminar os produtos químicos utilizados, assim como o corante que não se fixou à fibra e se encontra no banho de tingimento ou aderido à superfície da fibra. Para tal, faz-se uma ou mais lavagens posteriores com detergente apropriado e vários enxaguamentos (CITEVE 2002).

Assim que se finaliza o tingimento é necessário proceder à remoção da água existente no material têxtil. Esta extração pode ser feita por expressão (a matéria passa entre dois rolos espremedores), por centrifugação ou por sucção.

Por fim, a secagem consiste na remoção da água, que não foi removida pelos processos mecânicos, através da evaporação. Esta operação pode ser feita recorrendo à utilização de uma râmula ou secadores.

2.2.5.3 Estamparia

Este processo consiste na aplicação de um desenho colorido no material têxtil. O método mais importante de estamparia é o método direto, neste, aplica-se uma pasta de corantes, espessantes e agentes fixantes sobre o tecido, por estamparia ou impressão com chapa de cobre. O tecido é então seco e depois tratado com vapor ou aquecido. Outro método

utilizado na estamparia é o de quadros ou estamparia em filme, na qual a massa corante é pressionada por um modelo. Nas substâncias de estamparia incluem-se corantes, sais, tensoativos, transportadores, espessantes (gomos vegetais, alginatos, derivados do amido) e solventes (benzinas para lavagem a seco ou água).

O processo de estamparia, processa-se em cinco etapas (Figura 2.6):

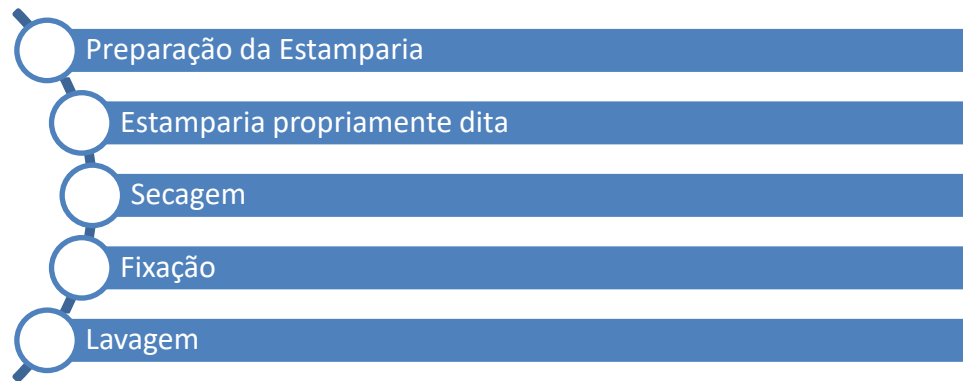


Figura 2.6 - Etapas do processo de estamparia.

A preparação da estamparia é fundamental para que se obtenha um bom resultado final do estampado. Esta fase divide-se em cinco etapas:

- A criação dos desenhos a estampar;
- A separação das cores (pode ser manual ou por sistemas CAD, desenho assistido por computador);
- A gravura da imagem;
- A preparação do substrato têxtil;
- A preparação das pastas.

Terminada a preparação segue-se para a estamparia propriamente dita. Esta consiste na transferência da cor através de um intermediário para o artigo têxtil a estampar. Os processos de estamparia mais utilizados são (CITEVE 2002): ao rolo de cobre, ao quadro rotativo, ao quadro plano, por transferência (não necessita de intermediário para a aplicação da tinta) e a estamparia digital.

Depois da deposição da pasta de estampar no substrato têxtil, para evitar o alastramento da pasta, é necessário proceder a uma secagem. Após esta etapa, e de modo a garantir a

aderência dos corantes à fibra, é ainda necessário proceder à fixação. Esta pode ser feita por calor seco, vaporização ou por tratamento molhado, através de râmulas ou secadores. Nesta fase o corante vai penetrar no interior das fibras para aí se fixar.

Para finalizar o processo de estamparia é necessário efetuar lavagens para eliminar os produtos utilizados na preparação da pasta, com especial revelo para o espessante, bem como o corante que não se fixou nas fibras.

2.2.5.4 *Acabamentos/enobrecimento*

Os acabamentos são as operações de afinamento do artigo têxtil. Estes tratamentos baseiam-se sobretudo, no revestimento ou impregnação dos têxteis com diferentes substâncias, e podem ser feitos sobre tecidos branqueados, corados ou estampados. O objetivo principal é melhorar as características e propriedades dos tecidos, isto é, o aspeto, o brilho, o toque, o cair, o amarrotamento, a resistência, a estabilidade dimensional, etc. Os acabamentos podem ser mecânicos ou químicos.

As operações que compõem esta etapa podem dividir-se em quatro grupos, tal como representado na Figura 2.7.



Figura 2.7 - Etapas dos acabamentos.

A fase de preparação para o acabamento baseia-se na organização e identificação dos produtos, mas também na seleção dos processos e dos equipamentos a utilizar. Os acabamentos químicos consistem em tratar o artigo em meio aquoso com diversos produtos químicos selecionados tendo em conta o fim a que se destina o artigo. Os acabamentos químicos passam por (AEP 2000):

- Aplicação de agentes de acabamento por imersão num banho contendo produtos químicos;
- Fixação por aumento da temperatura;
- Remoção do excesso de produtos por alisamento ou enxaguamento;
- Secagem;
- Amaciamento: operação cuja finalidade é melhorar o toque do material têxtil através da aplicação de amaciadores;
- Tratamento antiestático: permite reduzir a carga estática dos tecidos sintéticos. Para isto, estes são tratados num banho de solução aquosa de agente antiestático (cloreto de magnésio, polietilnoglicol e óxido de polialquileno);
- Retardamento de fogo: impregnação do tecido com retardadores de fogo (organofosforados e compostos halogenados, trióxido de antimónio) antes da fiação ou dos banhos de tratamento;
- Tratamento à prova de encolhimento: os tecidos são molhados e depois secos, enquanto são esticados contra a direção de encolhimento. Para além disto, também se podem aplicar resinas de forma a evitar o encolhimento;
- Tratamento de impermeabilização: os tecidos são tratados em banhos com agentes hidrófobos (silicones, sabões metálicos de alumínio e zinco, compostos melamínicos);
- Tratamento antirruga: tratamento por banhos com produtos químicos (formaldeído de ureia e melanina, ureia, di-hidróxi-dimetiloletilenoureia, sais de magnésio e zinco), seguidos de prensa e secagem;
- Revestimento: consiste na aplicação de camadas plásticas (PVC, acetato de vinilo, copolímeros, ácidos de vinilo e acetilo) sobre ou em ambos os lados do tecido. Estes revestimentos são aplicados termicamente e, em seguida, dá-se a fixação por arrefecimento;
- Resistência à podridão, traça e aos fungos: os tecidos sofrem um tratamento em soluções aquosas contendo agentes que conferem resistência à podridão e à traça ou fungicidas (hidrocarbonetos aromáticos clorados e compostos orgânicos de cobre).

Os acabamentos mecânicos consistem em tratar o tecido com calor seco, vapor, e ação mecânica por forma a realçar as suas características, melhorar o seu toque e aspeto (CITEVE 2002). Apesar de as operações divergirem consoante o tipo de produto e o acabamento que se pretende dar ao mesmo, as mais comuns são:

- **Cardação:** esta tem como principal objetivo fazer sobressair um certo número de fibras à superfície dos tecidos, de modo a obter um melhor toque e uma maior retenção de calor;
- **Tesouragem ou laminagem:** consiste no corte do pelo do tecido e é utilizada em substituição da gasagem, para tecido em que esta operação não é aconselhável ou eficaz;
- **Decatissagem:** serve para eliminar o brilho e atua também sobre o toque e estabilidade dimensional do tecido;
- **Calandragem:** é essencialmente a “passagem a ferro” em contínuo. O tecido passa entre um rolo mecânico aquecido e um rolo com uma certa elasticidade, criando efeitos a nível do toque, transparência e brilho. É possível combinar esta ação mecânica com a presença de produtos químicos de forma a conferir mais brilho;
- **Encolhimento por compressão:** esta operação tem como fim evitar que o artigo encolha na lavagem, devido ao relaxamento das tensões introduzidas na fiação e sobretudo na tecelagem e tricotagem;
- **Secagem:** geralmente, esta operação intervém mais do que uma vez no acabamento de um artigo têxtil e é realizada em râmulas, tumblers ou secadores.

O controlo final tem por objetivo efetuar o último controlo de qualidade ao tecido, colocando-o num suporte adequado ao fim a que se destina. Esta fase é constituída pelas operações de revista final, enrolamento e embalagem.

2.2.6 Confeção

A confeção é a fase em que se juntam os diferentes componentes dos artigos através de costuras formadas por pontos. Esta combinação é feita respeitando um molde previamente definido.

As operações que compõem esta etapa podem dividir-se em cinco grupos, tal como representado na Figura 2.8.

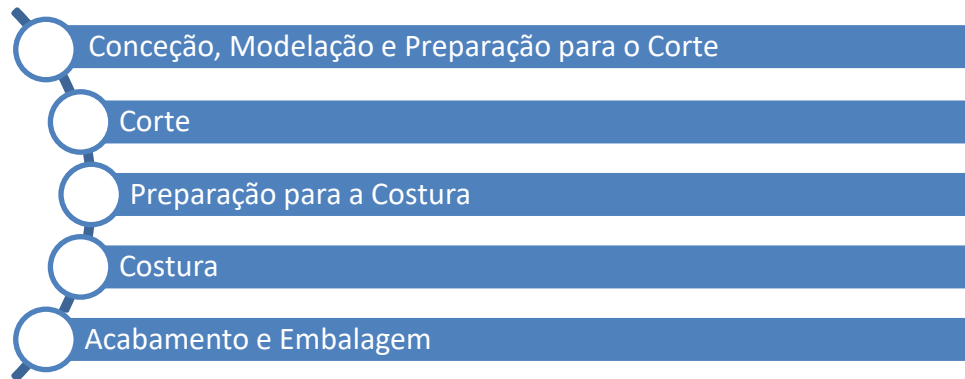


Figura 2.8 - Etapas da confecção.

A primeira fase referida pode ser dividida em três partes principais: a conceção, a modelação e a preparação para o corte. A conceção baseia-se na definição da forma das peças de cada coleção e na seleção das matérias primas e dos acessórios. Esta parte pode ser feita manualmente ou recorrendo a ferramentas de desenho assistido por computador. Em seguida dá-se a modelação que compreende a elaboração dos modelos a confeccionar. Esta etapa pode ser dividida em duas fases: a realização dos moldes do modelo em tamanho base, onde se representa de forma esquemática a forma como a peça será construída; e a graduação de cada um dos moldes constituintes do modelo onde se adaptam os moldes para os vários tamanhos. Para terminar procede-se à preparação para o corte onde se elaboram esquemas com os planos de corte.

A fase seguinte diz respeito ao corte, este processo consiste em cortar os elementos que constituem a peça na matéria prima previamente selecionada.

Na fase de preparação para a costura realizam-se operações que se destinam a preparar os artigos para as operações seguintes tais como: etiquetar, marcar, lotear, plissar, termocolar (colar uma entretela/termocolante no avesso de determinados componentes da peça) bordar e estampar.

A etapa de costura consiste na montagem da peça de vestuário pela junção dos vários componentes através de costuras.

A última etapa destina-se a melhorar o aspeto dos artigos e a dar-lhes uma apresentação comercial, para isto, a peça passa por processos de: remate (corte das linhas excedentes),

revista, limpeza, passagem (remoção ou introdução de vincos), dobragem, etiquetagem e embalagem.

Assim que terminadas, as peças produzidas são armazenadas até à sua expedição.

2.3 QUANTITATIVOS DO SETOR

2.3.1 Panorama mundial

Em 2015, o valor das exportações da indústria têxtil totalizou os 291 mil milhões de dólares e o da indústria do vestuário 445 mil milhões. Estes valores representaram uma diminuição de, respetivamente, 7,2% e 8,0% em relação ao ano anterior, seguindo a tendência mundial do setor da indústria transformadora (WTO 2016).

Neste mesmo ano, a China, Índia e Itália foram os países que mais exportaram artigos têxteis e vestuário, somando um total de 48,5% do valor total das exportações mundiais destes produtos (ver Figura 2.9).

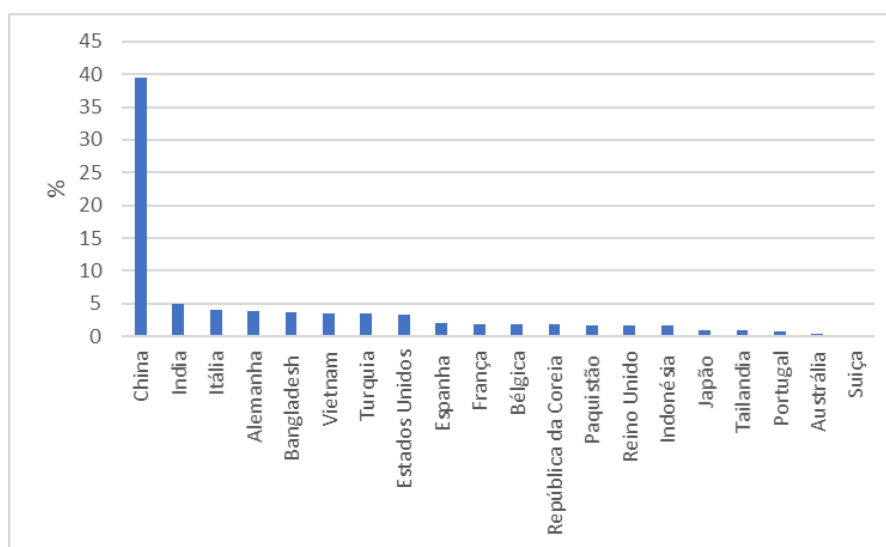


Figura 2.9 - Países com maior percentagem de exportações de produtos têxteis e do vestuário (Fonte: Organização Mundial do Comércio, 2015).

A predominância da China nesta atividade económica já se verifica desde 1992, como ilustra a Figura 2.10. Nesta figura observa-se que entre o final da década de 80 e o início da década de 90 os principais exportadores de têxtil e do vestuário eram a Alemanha, República da Coreia e Japão, sendo que, nessa altura, países como a China e a Índia, que

atualmente são os maiores exportadores, não apresentavam valores significativos de exportações. Esta tendência deve-se à contínua mudança do processo produtivo para países cuja mão de obra tem menos custos, de forma a diminuir os custos de produção.

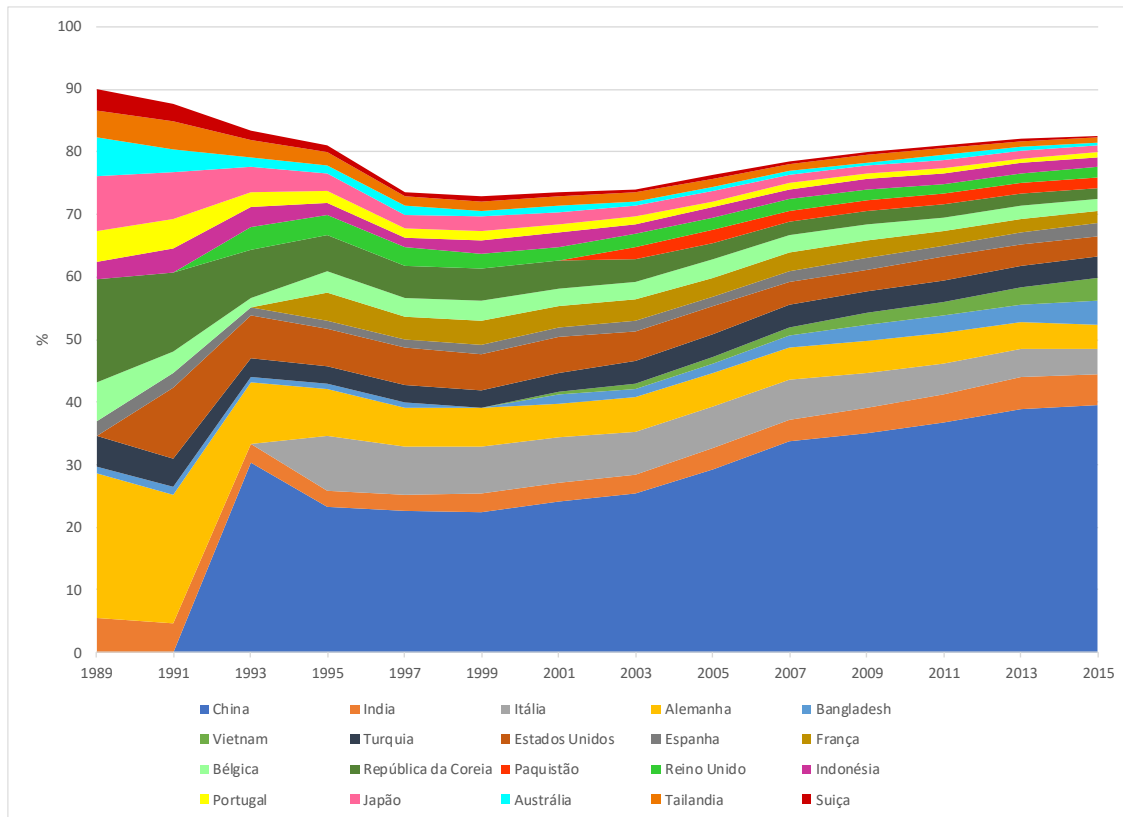


Figura 2.10 - Evolução das exportações entre 1989 e 2015 (Fonte: Organização Mundial do Comércio, 2017).

Relativamente aos produtos têxteis, nos últimos anos, tem-se verificado uma diminuição no valor das exportações dos principais exportadores, sendo que as maiores quedas estão associadas aos países da União Europeia. Também nas exportações de vestuário se tem observado esta mesma tendência, verificando-se, no entanto, um aumento das exportações em países como o Vietname, Camboja e Bangladesh (WTO 2016).

Analisando a posição de Portugal no contexto mundial verifica-se que, atualmente, este é o 18º maior exportador de têxteis e vestuário. No entanto, no início da década de 90 esteve entre os 10 maiores exportadores a nível mundial.

2.3.2 Panorama europeu

O setor têxtil e do vestuário é uma parte muito importante da indústria transformadora europeia, apresentando um papel crucial na economia e bem-estar social de muitas das suas regiões. De acordo com os dados do Eurostat, em 2014, estes setores contavam com mais de 184 000 empresas em território europeu, empregando mais de 1 581 000 pessoas e gerando um volume de negócios de mais de 148 206 milhões de euros (EUROSTAT 2017).

De forma geral, no que diz respeito à indústria têxtil e do vestuário, os maiores produtores da Europa são os países mais populosos, isto é, Itália, Alemanha, França, Espanha e Reino Unido. Estes perfazem mais de 37 % do volume de negócios total deste setor europeu.

Países do sul da Europa, tais como, Itália, Grécia, Portugal e Espanha e alguns dos novos países da União Europeia como a Roménia, Bulgária e Polónia contribuem mais para a produção de vestuário (ver Figura 2.11). Por outro lado, países mais a norte, como o Reino Unido, Alemanha, Bélgica, Holanda, Áustria e Suécia dedicam-se mais à indústria têxtil (ver Figura 2.12).

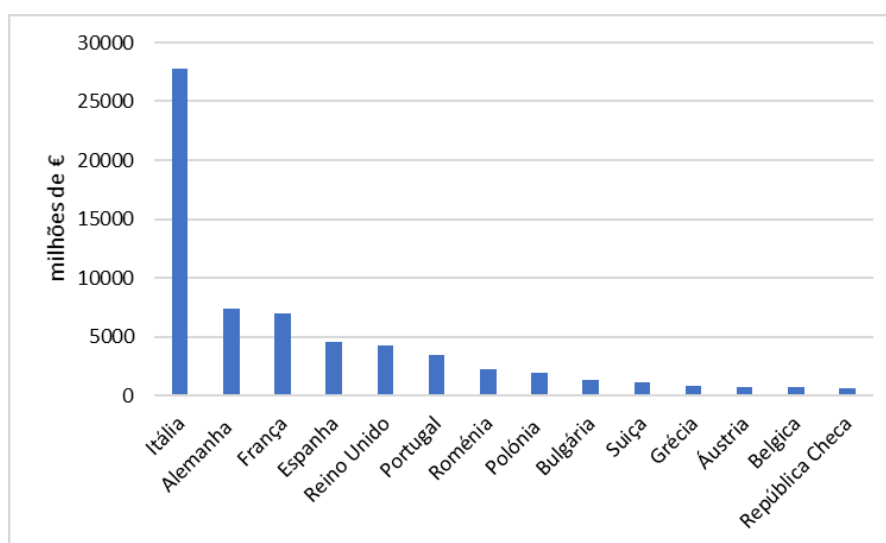


Figura 2.11 - Valor da produção da indústria do vestuário na Europa (Fonte: EUROSTAT 2017).

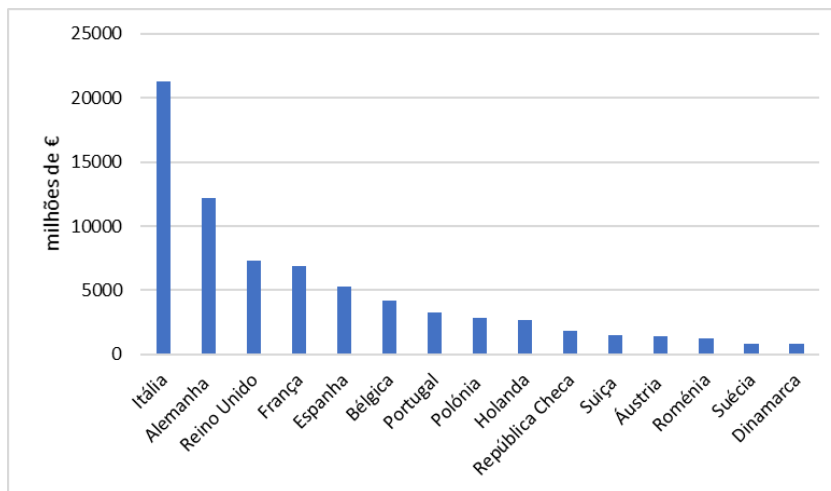


Figura 2.12 - Valor da produção da indústria têxtil na Europa (Fonte: EUROSTAT 2017).

Analisando o número de empresas ligadas à indústria têxtil e do vestuário verifica-se que os cinco países da Europa com mais empresas são Itália, Espanha, França, Polónia e República Checa. Portugal aparece como o sexto país da Europa com mais indústria têxtil e do vestuário. Os restantes países europeus apresentam valores inferiores, no entanto, este tipo de indústria apresenta empresas por quase toda a Europa, como se pode ver na Figura 2.13.

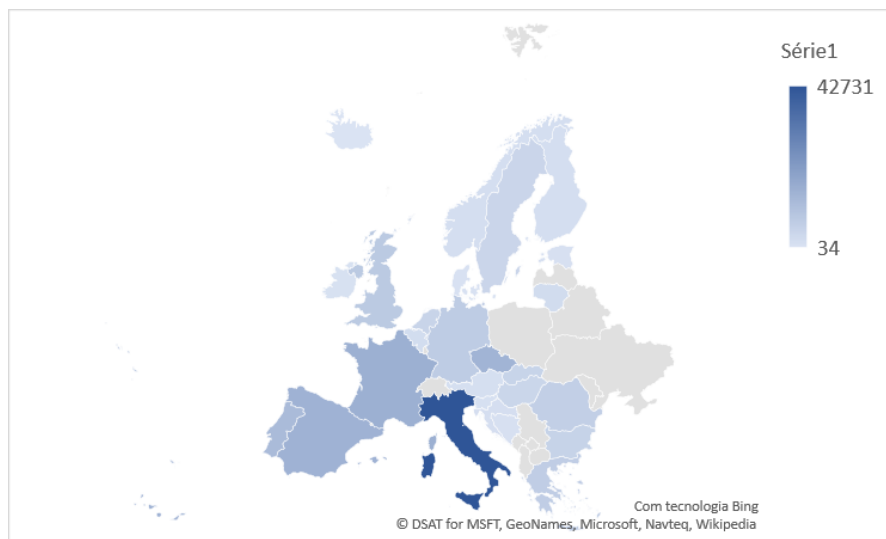


Figura 2.13 - Número de empresas têxteis e do vestuário na Europa (EUROSTAT 2017).

2.3.3 Panorama nacional

No ano de 2015 o valor acrescentado bruto das empresas relacionadas com a indústria têxtil e do vestuário representaram 0,52% e 0,64% do total do PIB (Produto Interno Bruto) nacional, respetivamente. Assumindo assim um total de 1,58% do PIB nacional. Como se pode ver na Figura 2.14, este valor sofreu, entre 2008 e 2011, um decréscimo, no entanto, entre 2011 e 2015 esta tendência inverteu-se apresentando ligeiro aumento. Para além disto, também se verifica que a indústria do vestuário tem um contributo ligeiramente superior ao da indústria têxtil.

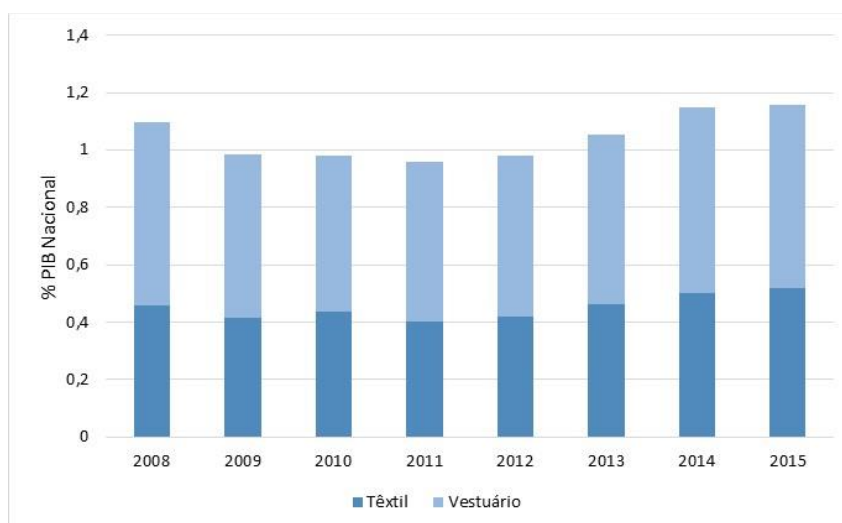


Figura 2.14 - Contribuição da indústria têxtil e do vestuário para o PIB nacional (Fonte: INE, 2017).

De acordo com a informação constante na Figura 2.15, o volume de negócios associado às empresas têxteis e do vestuário têm sofrido ligeiras oscilações, no entanto, entre 2012 e 2015 tem-se verificado um aumento, tendo, neste ano, atingido um valor total de 6 942 milhões de euros. Destes, 3 393 milhões são relativos à indústria têxtil e 3 549 à indústria do vestuário.

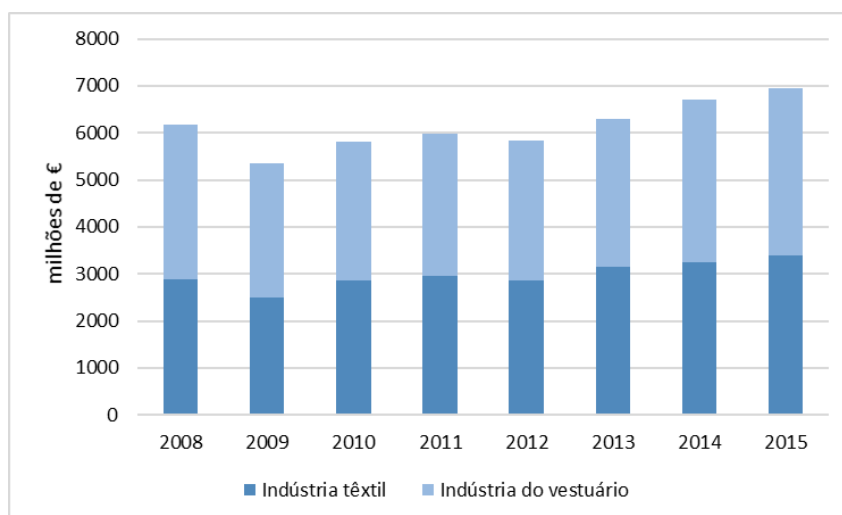


Figura 2.15 - Volume de negócios das empresas ligadas à indústria têxtil e do vestuário (INE 2016).

No que diz respeito ao número total de empresas ligadas à indústria têxtil e do vestuário em território nacional, também se observa um pequeno aumento entre 2013 e 2015, sendo que, em 2015 se verificou um total de 12 074 empresas das quais 3 480 dizem respeito a empresas ligadas à indústria têxtil e 8 594 à do vestuário.

Na Figura 2.16 está representada a distribuição das empresas ligadas à indústria têxtil e do vestuário em território nacional no ano de 2015. Observa-se que a grande maioria das empresas se localiza na zona Norte do país com cerca de 69% do total das empresas nacionais. É de realçar que os dados apresentados para Lisboa dizem respeito a toda a sua área metropolitana.

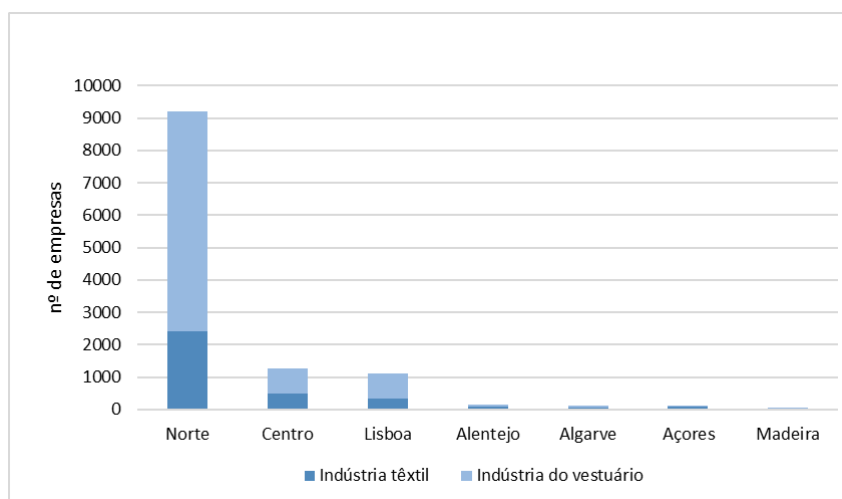


Figura 2.16 - Distribuição (por regiões) das empresas têxteis e do vestuário em Portugal (INE 2016).

A Figura 2.17 ilustra a distribuição das empresas pelos subsectores da indústria têxtil e do vestuário em 2015. Analisando esta figura constata-se que o subsector que conta com maior número de empresas é o da confeção de artigos de vestuário (exceto artigos de pele com pelo), com cerca de 67% do total das empresas. Em contrapartida, o subsector com menos expressão é o da fabricação de artigos de peles com pelo, com apenas 0,2%, que se traduzem em 25 estabelecimentos por todo o país.

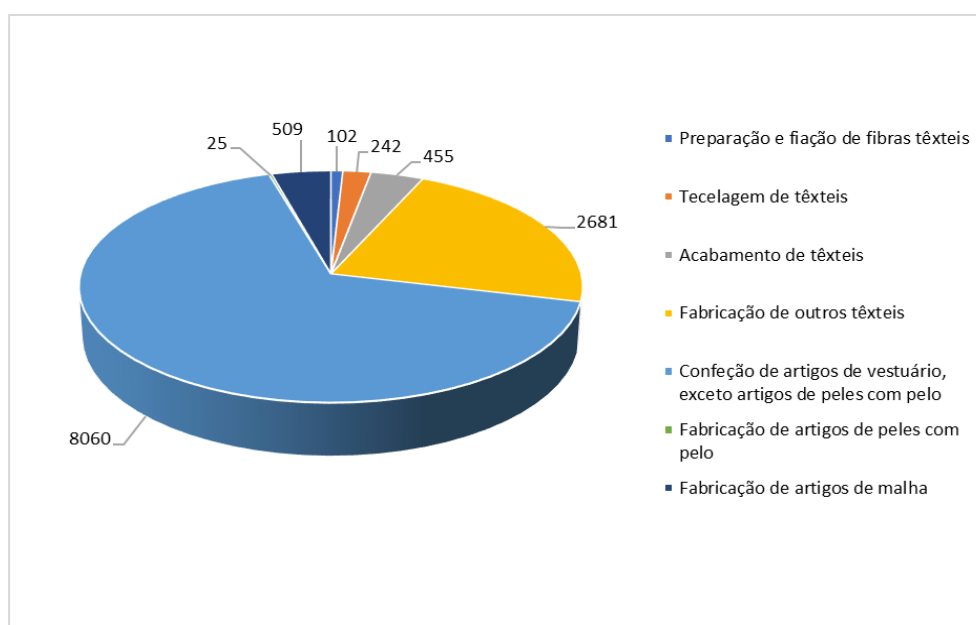


Figura 2.17 - Distribuição das empresas por subsectores da indústria têxtil e do vestuário (INE 2016).

O setor da indústria têxtil e do vestuário é um importante empregador em Portugal dando emprego a cerca de 3,7% da população ativa portuguesa. Na Figura 2.18 observar-se a evolução do número de trabalhadores destes setores entre 2010 e 2015. Seguindo a tendência dos pontos analisados anteriormente, este apresentou um decréscimo entre 2010 e 2012, no entanto entre este e 2015 apresentou um ligeiro aumento, atingindo em 2015 um valor de 131 340 trabalhadores.

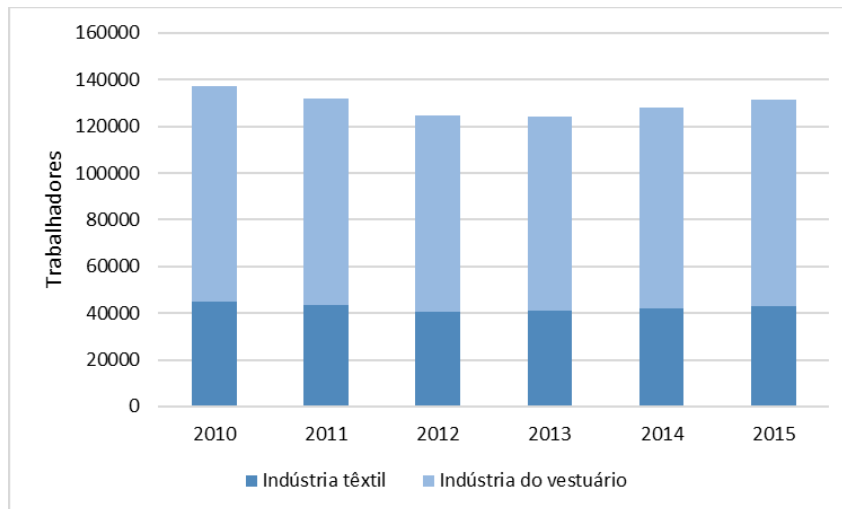


Figura 2.18 - Trabalhadores setor têxtil e do vestuário (INE 2016).

De acordo com o exposto anteriormente, Portugal é um importante exportador de produtos têxteis. A nível nacional as exportações e importações deste setor representaram, em 2015, 4% e 3% do total de exportações e importações do país, respetivamente. Na Figura 2.19 está representada a evolução nacional destes valores entre 2008 e 2015. Nesta verifica-se que, de forma geral, desde 2008 ambas têm vindo a aumentar sendo que apenas se verificaram duas quebras no ano de 2009 e 2012. Pode-se também constatar que, de forma geral, o valor das exportações é superior ao das importações sendo apenas exceção o ano de 2010 em que o valor das importações foi ligeiramente superior ao das exportações.

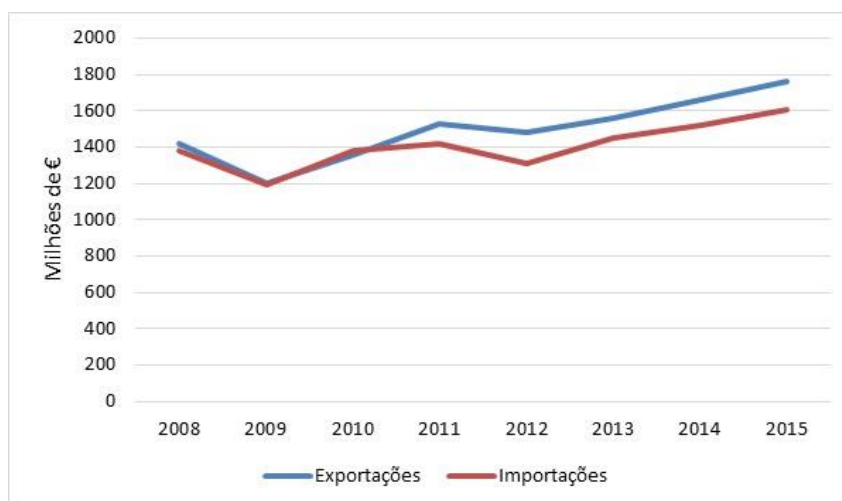


Figura 2.19 - Exportações e importações nacionais de produtos têxteis (INE 2016).

De forma geral, verificou-se um decréscimo da maioria dos indicadores entre os anos de 2008 e 2009 com alguma recuperação no ano de 2010, isto deve-se, provavelmente, à crise económica que se fez sentir no país nessa época. No entanto, a indústria têxtil continua a apresentar uma grande importância não só a nível económico, mas também ao nível dos postos de trabalho que cria, principalmente a norte do país onde se encontra a grande maioria das empresas têxteis.

2.4 ASPETOS AMBIENTAIS

A nível ambiental, a principal preocupação da indústria têxtil é a quantidade de águas residuais que esta produz e a sua carga química (The European Commission 2003). No entanto, para além destas, existem outras questões importantes tais como o consumo de energia, as emissões atmosféricas, os resíduos produzidos e o ruído gerado.

Assim, a indústria têxtil apresenta-se como sendo uma indústria que, durante o seu complexo processo de produção, consome recursos intensivamente (Kocabas et al. 2009) e uma elevada quantidade de produtos químicos, especialmente nos processos de tingimento e acabamento (Verma et al. 2012). No entanto, os consumos variam consoante o tipo de matéria-prima utilizada e as tecnologias que se aplicam no processo produtivo (Brik et al. 2006).

Desta forma, verifica-se que as principais preocupações ambientais da indústria têxtil são as águas residuais com elevados caudais e cargas poluentes (Moore & Ausley 2004). Estas, geralmente contêm tensoativos, corantes, pigmentos, resinas, sais inorgânicos, metais pesados, biocidas, etc. o que fazem com que o efluente apresente elevadas cargas de Carência Química de Oxigénio (CQO), cor e sais (Dasgupta et al. 2015). Consequentemente, o tratamento inadequado destes efluentes causa grandes danos no corpo de água recetor (Reddy et al. 2014).

Para além disto, também o elevado uso de energia térmica no processo produtivo e o uso intensivo de químicos que produzem algumas emissões gasosas e resíduos sólidos, são aspetos importantes no que diz respeito aos impactes ambientais da indústria têxtil (Hasanbeigi & Price 2012a).

Em seguida serão analisados os principais aspetos ambientais que dizem respeito à indústria têxtil, o consumo de energia, compostos químicos e água e a produção de águas residuais, resíduos, efluentes gasosos e ruído.

2.4.1 Energia

A energia é um dos principais fatores de custo na indústria têxtil (Hasanbeigi & Price 2012b). Apesar de normalmente não ser considerada uma indústria com um consumo energético intensivo, a indústria têxtil, uma vez que compreende um elevado número de unidades industriais, apresenta valores totais de consumo energético significativos (Hasanbeigi & Price 2012b).

Os tipos de energia utilizados na indústria têxtil são: a energia elétrica para geração de força motriz e iluminação e os combustíveis (fuelóleo pesado, gás natural e gás propano) para produção de vapor, aquecimento de óleo térmico ou utilizados diretamente em máquinas produtivas (CITEVE 2012b). Para além destes, na frota de transporte também pode ser utilizado gás propano, gasóleo e/ou gasolina (CITEVE 2012b).

Este tipo de indústria utiliza grandes quantidades de eletricidade e de combustíveis, no entanto, a sua percentagem de utilização no consumo total de energia do setor têxtil de um país varia consoante a estrutura da indústria nesse país (Hasanbeigi & Price 2012b). Isto acontece porque este setor apresenta uma estrutura de consumos muito diversificada

consoante a atividade, isto é, enquanto que, por exemplo, os processos de fiação e tecelagem consomem energia elétrica quase na totalidade, na força motriz das máquinas, produção de ar comprimido, iluminação e aspiração de resíduos produzidos, a tinturaria e os acabamentos baseiam o seu consumo na queima de combustíveis. (AEP - Associação Empresarial de Portugal 2000).

No que diz respeito à energia térmica, no subsetor têxtil, verifica-se a sua utilização nos processos que requerem valores de temperatura e humidade elevados, tais como, os processos de tinturaria, branqueamento e estampagem.

Uma instalação industrial composta é uma unidade onde se realizam tanto processos secos como húmidos. Na Figura 2.20 estão identificados os processos que tipicamente consomem mais energia elétrica neste tipo de instalações. A fiação é o processo que consome mais energia elétrica, seguida dos processos de humedificação que acontecem ao longo de todo o processo produtivo (Schonberger & Schafer 2003).

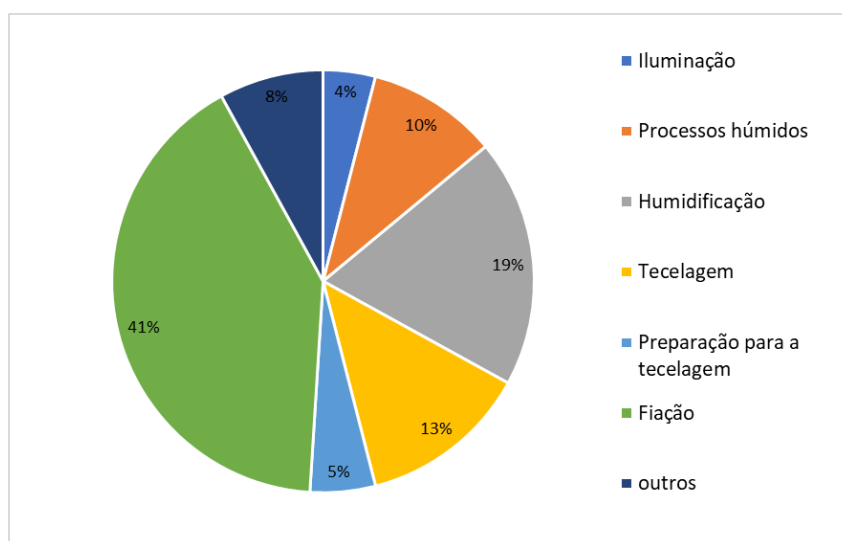


Figura 2.20 - Consumo típico de energia elétrica num instalação industrial composta (adaptado Schonberger & Schafer 2003) .

No que diz respeito à energia térmica (Figura 2.21), os processos de pré-tratamento, tingimento e estamparia e acabamento e branqueamento, isto é, os processos húmidos em conjunto, são os que consomem mais energia. Também se verifica que uma grande

quantidade de energia térmica é perdida na produção e distribuição de vapor. É importante realçar que estes valores podem variar de instalação para instalação.

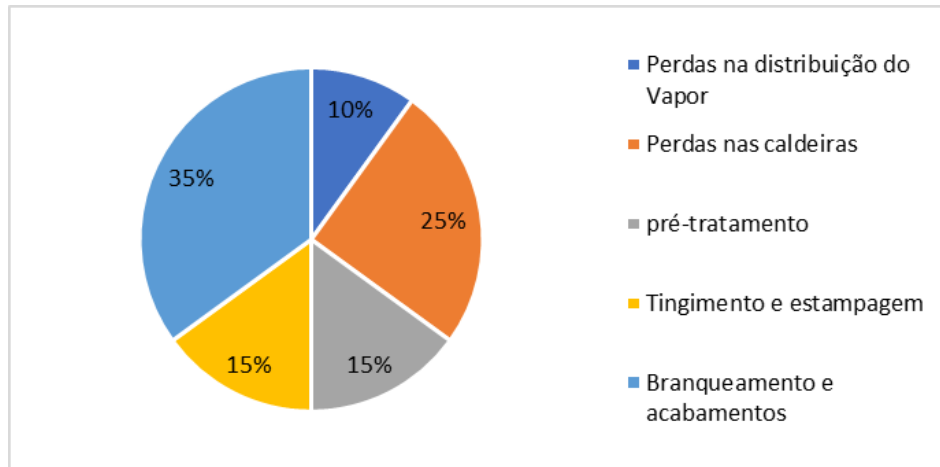


Figura 2.21 - Consumo típico de energia térmica num instalação industrial composta (adaptado Schonberger & Schafer 2003).

Como referido anteriormente, numa instalação industrial, a energia é utilizada para diferentes fins. A Figura 2.22 representa os diferentes usos que a energia tem na indústria têxtil nos Estados Unidos da América (EUA). Observa-se que a produção de vapor e a geração de força motriz são os principais consumidores de energia, cada um com 28% do consumo total de energia. Apesar de os valores apresentados variarem de país para país, a figura permite ter uma ideia da distribuição do uso de energia numa indústria têxtil. No entanto, é importante ter em conta que, provavelmente, a indústria dos EUA não inclui tantos processos que requerem muita mão de obra (e.g. fiação, tecelagem, etc.) como países como a China ou a Índia, cujo custo da mão de obra é inferior (Hasanbeigi & Price 2012b).

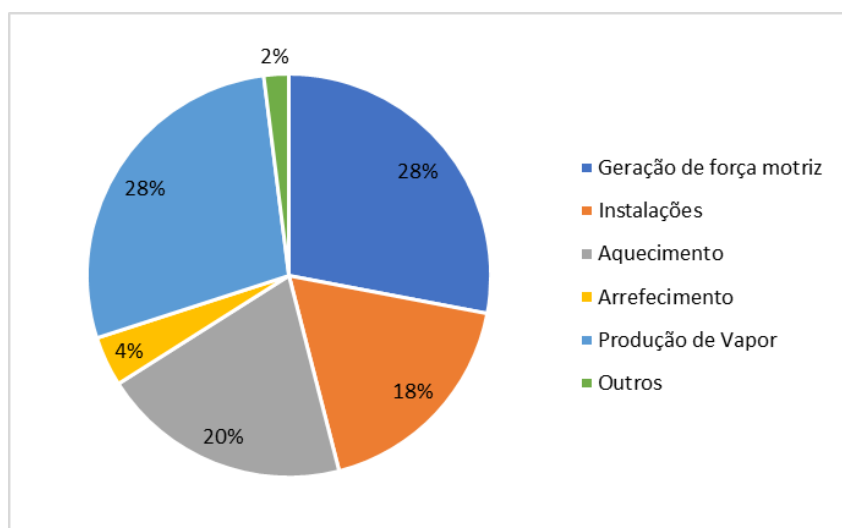


Figura 2.22 - Uso final da energia na indústria têxtil dos Estados Unidos da América (adaptado de Hasanbeigi & Price 2012b).

Assim, estima-se que os valores típicos de consumo específico de energia térmica e elétrica variem entre, respetivamente, 11 – 65 MJ/kg de produto (263 – 1552 kgep/t de produto) e 0,5-7,5 kWh/kg de produto (43 – 645 kgep/t de produto) (Ozturk et al. 2015).

No caso específico da indústria têxtil e do vestuário portuguesa, no ano de 2015, foram consumidos 12 576 terajoules de energia, o que corresponde a 6,7% do total da energia consumida em toda a indústria do país (EUROSTAT 2017).

2.4.2 Compostos químicos

Segundo Verma et al , a indústria têxtil é uma das indústrias que mais consome produtos químicos e, conseqüentemente, uma das maiores poluidoras de água potável. Esta usa mais de 8000 produtos químicos sendo que, grande parte deles, são tóxicos e prejudiciais para a saúde humana, direta ou indiretamente (Bhatt & Rani 2013).

Durante todo o processo produtivo, é vasta a tipologia de produtos químicos utilizada, bem como as suas quantidades, no entanto os processos de tingimento, estamparia e acabamentos/enobrecimento são os que mais consomem produtos deste tipo (Bhatt & Rani 2013). Por outro lado, processos como a fiação, tecelagem ou confeção utilizam quantidades residuais de produtos químicos (CITEVE 2012a). Em seguida serão abordados os processos que implicam um maior uso de produtos químicos.

Na Tecelagem, mais propriamente no processo de encolagem são utilizados produtos para reforçar e minimizar a quebra das fibras (Bisschops & Spanjers 2003). Os produtos mais comuns são o amido ou derivados, uma vez que são utilizados em cerca de 75% das operações de encolagem (Bisschops & Spanjers 2003). Para além destes, também se utilizam substâncias como o álcool polivinílico, acetato de polivinila e carboximetilcelulose (Correia et al. 1994).

O segundo processo consumidor de produtos químicos é a desencolagem. Esta acontece durante o tratamento prévio do tecido ou malha e corresponde ao processo de retirar os produtos químicos aplicados na fase de encolagem por solubilização, hidrólise ou oxidação, consoante o encolante utilizado (Correia et al. 1994). Assim, esta operação pode ser uma simples lavagem com água quente e detergentes, quando são utilizados encolantes sintéticos, ou no caso de se ter utilizado amido ou derivados, pode ser necessária a utilização de enzimas para degradarem os produtos utilizados (Correia et al. 1994).

Ainda na fase do tratamento prévio existe outro processo que implica a utilização de produtos químicos, nomeadamente a lavagem. Esta fase tem como objetivo retirar impurezas que as fibras possam conter tais como óleos, gorduras, ceras, matéria orgânica, entre outros (AEP 2000). Este processo pode ser realizado com água ou com solventes, no entanto, normalmente opta-se pela utilização de água uma vez que não é tóxica, inflamável e apresenta custos inferiores (Bisschops & Spanjers 2003). Os agentes de limpeza incluem detergentes, sabões e vários agentes auxiliares, tais como bases, agentes molhantes, antiespumantes e lubrificantes (Bisschops & Spanjers 2003).

Outros dois processos que implicam um uso significativo de químicos durante o tratamento prévio são a mercerização e a carbonização. A primeira é realizada quase exclusivamente em tecidos produzidos através do algodão, estes são tratados num banho de soda cáustica seguido de uma lavagem ácida para os neutralizar (Correia et al. 1994). Por outro lado, a carbonização é aplicada em tecidos de lã. Neste processo, o tecido é embebido em ácido sulfúrico diluído a altas temperaturas de forma a degradar a celulose (Bisschops & Spanjers 2003; Correia et al. 1994). O tecido é posteriormente espremido para retirar o excesso de ácido, neutralizado com carbonato de sódio e lavado (Correia et al. 1994).

O processo de Branqueamento também é responsável por um elevado consumo de produtos químicos. Neste são utilizados químicos como o hipoclorito de sódio, o peróxido de hidrogénio, o cloreto de sódio e agentes óticos de branqueamento para remover a cor natural dos tecidos (Bisschops & Spanjers 2003; AEP 2000). Para além destes também são utilizados bases e oxidantes como produtos auxiliares (AEP 2000).

Em seguida dá-se o processo de tingimento, este utiliza, principalmente, corantes e produtos auxiliares (Bisschops & Spanjers 2003). Existem vários tipos de corantes que devem ser escolhidos consoante a aplicação/utilização pretendida, em seguida são identificados alguns deles (AEP 2000):

- Corantes Dispersos: corantes insolúveis em água que são aplicados em fibras sintéticas na forma de dispersões.
- Corantes Metálicos: estes corantes contêm já o metal na sua estrutura, sendo a sua aplicação mais rápida;
- Corantes Diretos: são compostos solúveis em água com capacidade de tingir fibras de celulose (algodão, viscose, etc.);
- Corantes Ácidos: corantes aniónicos solúveis em água de fácil aplicação.
- Corantes Reativos: são corantes que contêm um grupo eletrofílico com capacidade de formar fortes ligações com as fibras;
- Corantes de cuba: são corantes insolúveis em água e como tal necessitam de um tratamento prévio para a sua fixação. O processo de aplicação é extremamente longo e dispendioso,
- Corantes Sulfurosos: corantes orgânicos com enxofre na sua estrutura. São insolúveis em água, na sua forma oxidada, mas solúveis em soluções aquosas alcalinas de sulfureto ou hidrossulfito de sódio, convertendo-se na forma reduzida, de grande afinidade com as fibras celulósicas.
- Pigmentos: são substâncias corantes insolúveis que são depositadas à superfície das fibras e fixadas por colagem.

Para além dos produtos químicos anteriormente referidos, no tingimento são ainda utilizados produtos auxiliares como ácidos orgânicos, agentes de fixação, antiespumantes, agentes oxidantes/redutores e diluentes (Bisschops & Spanjers 2003).

No processo de estamparia os corantes utilizados são semelhantes aos da tinturaria, com a diferença que aqui a cor apenas é aplicada numa zona do tecido (Bisschops & Spanjers

2003). No entanto, para além dos corantes, existe a necessidade da utilização de espessantes que se destinam a impedir a sua migração para as partes não estampadas ou para partes estampadas de outra cor. Os mais utilizados são: amido, amido degradado, éteres de amido, éteres de celulose, gomas vegetais e seus derivados, alginatos, espessantes sintéticos, espessantes de emulsão, espumas, etc. (AEP 2000). Para além destes também se utilizam outros produtos como tensoativos, ureia e solventes (Bisschops & Spanjers 2003).

Na fase de acabamento/enobrecimento são utilizados, essencialmente, sais minerais, produtos amiláceos, derivados celulósicos, amaciadores, resinas termoendurecíveis, resinas termoplásticas, catalisadores, etc. (AEP 2000).

Em atividades de manutenção e limpeza e nos processos de controlo de poluição são também utilizados produtos químicos, como por exemplo nos processos de tratamento de água industrial e efluentes líquidos, no tratamento de água das caldeiras e ainda na manutenção dos equipamentos e da própria unidade industrial (óleos de lubrificação, solvente de limpeza de peças, produtos de limpeza, etc.)(CITEVE 2012a) .

2.4.3 Águas e águas residuais

Face à quantidade consumida, a água pode ser considerada uma das principais matérias-primas utilizadas na indústria têxtil, sendo que, normalmente, o seu consumo específico varia entre os 5 e os 608 m³/t de produto (U.S. EPA 1997). Todavia, a quantidade de água utilizada varia consoante os processos que ocorrem na unidade industrial, o equipamento usado e a própria política de utilização de água das empresas (Verma et al. 2012).

As atividades do processo produtivo que apresentam um consumo de água mais intensivo são as relacionadas com os processos húmidos, isto é, acabamentos/enobrecimentos, tinturaria, estampagem, lavagens, etc. (Ozturk et al. 2015). Para além destes, também a produção de vapor utiliza uma quantidade considerável de água.

A emissão de águas residuais também é um importante aspeto ambiental associado à indústria têxtil. Segundo os dados da Organização Mundial de Saúde, os valores específicos de produção de águas residuais na indústria têxtil variam entre os 35 e os 365L/kg de produto (Visvanathan et al. 1999). Estas águas residuais resultam da mistura de vários

fluxos vindos dos diferentes processos, e as suas características são o resultado de uma complexa combinação de fatores, como o tipo de fibras e o tratamento que estas receberam, as técnicas aplicadas e o tipo de químicos que foram utilizados (The European Commission 2003). Geralmente, as águas residuais da indústria têxtil são caracterizadas por elevada carência bioquímica de oxigénio (CBO), carência química de oxigénio (CQO), sólidos dissolvidos totais (TDS), pH, temperatura, turbidez, químicos tóxicos, cor, sais inorgânicos e salinidade (Verma et al. 2012). Para além disto, são também caracterizadas por grandes variações de caudal, resultantes de um processo de fabrico maioritariamente descontínuo. Na Tabela 2.1 estão indicados os valores obtidos por vários autores de caracterizações de águas residuais têxteis.

Tabela 2.1 - Caracterização de águas residuais têxteis, de indústrias que integram todo o processo de fabrico.

Parâmetro	Referência			
	Sadi et al. 2015	Fazal et al. 2018	Lim et al. 2010	Volmajer Valh et al. 2011
CQO (mg/L)	150 – 12 000	250 – 8000	231,67 – 990	150 – 12 000
CBO5 (mg/L)	80 – 6 000	50-550	---	50 – 40 000
SST (mg/L)	15 – 8 000	100 – 700	22,67 - 150	15 - 64 000
SDT (mg/L)	2 900 – 3 100	5000 – 10 000	14– 11564	2 900 – 3 100
Cloretos (mg/L)	1 000 – 1 600	100 - 500	---	1 000 – 1 600
pH	7 – 9	8 – 9,0	3,85 – 11,40	1,9 – 13
Condutividade (mS/cm)	---	6,98	0,69 – 13,81	---

Durante o processo produtivo, as operações que produzem maior quantidade de águas residuais são a tinturaria, o branqueamento, a estamparia e o tratamento prévio, mais propriamente a descolagem (AEP 2000):

- A operação de descolagem é a que mais contribui para o aumento da carga orgânica (CQO e CBO₅), sólidos dissolvidos e totais sólidos suspensos totais;
- O branqueamento, tingimento e acabamentos químicos contribuem para o elevado valor de pH;
- O tingimento e a estamparia contribuem para os elevados níveis de cor e metais pesados provenientes de certos corantes e produtos auxiliares;
- Os acabamentos químicos, embora produzam menores volumes de águas residuais, são responsáveis pela rejeição de compostos tóxicos.

Na Tabela 2.2 são apresentados os resultados de diferentes caracterizações de águas residuais de diversas indústrias têxteis segundo vários autores.

Tabela 2.2 - Características de águas residuais de diferentes processos da indústria têxtil.

Processo	CQO (mg/L)	CBO ₅ (mg/L)	ST (mg/L)	SST (mg/L)	SDT (mg/L)	pH	Referência
Desencolagem	950-20000	-	-	18-800	530-6900	8,8-9,2	(Bisschops & Spanjers 2003)
	-	1700-5200	16000-32000	-	-	-	(Correia et al. 1994)
	4600-5000	1700-5200	16000-32000	-	-	10,0-13,0	(dos Santos et al. 2007)
Branqueamento	288-13500	90-1700	2300-14400	130-25000	4760-19500	6,5-13,5	(Bisschops & Spanjers 2003)
	-	90-1700	2300-14400	-	-	8,5-9,6	(Correia et al. 1994)
	6700-13500	100-1700	2300-14400	-	4800-19500	8,5-9,6	(dos Santos et al. 2007)
	1200-1600	1200-1600	-	200-400	2500-11000	-	(Khandegar & Saroha 2013)
Tingimento	1115-4585	970-1460	-	120-190	-	9,2-10,1	(Bisschops & Spanjers 2003)
	-	11-1800	500-14100	-	-	5,0-10,0	(Correia et al. 1994)
	1100-4600	10-180	500-14100	-	-	5,0-10	(dos Santos et al. 2007)
	400-1400	100-400	-	50-350	1500-4000	-	(Khandegar & Saroha 2013)
	465-1400	360-370	1250-3160	-	3600-6540	-	(Bhatt & Rani 2013)
	550-1000	-	-	100-400	-	6,5-8,5	(Ciabatti et al. 2010)
Estampagem	410-4270	250-290	500-1080	-	2110-2750	-	(Bhatt & Rani 2013)
	503	-	-	60,1	-	8,2	(Lotito et al. 2012)

Como se pode observar pela Tabela 2.2 os valores dos parâmetros analisados podem apresentar uma grande variação mesmo tratando-se do mesmo processo. Isto acontece devido à grande complexidade de materiais e processos que podem ser utilizados na indústria têxtil (Verma et al. 2012).

Os elevados valores de carga poluente nas águas residuais de origem têxtil estão normalmente associados à excessiva utilização de determinados produtos químicos. Estas águas residuais se não forem devidamente tratados antes da sua descarga para o ambiente podem causar danos ambientais graves (Hasanbeigi & Price 2015).

2.4.4 Emissões gasosas

Nas empresas têxteis e do vestuário os efluentes gasosos podem ter origem tanto no processo produtivo como nos processos auxiliares (CITEVE 2012a). Relativamente ao processo produtivo, as etapas onde se geram mais emissões gasosas são os acabamentos, o tingimento e a estamparia (U.S. EPA 1997). No que diz respeito aos processos auxiliares, a principal fonte são as caldeiras (de vapor e termofluído) (CITEVE 2012a). A emissão específica de dióxido de carbono na indústria têxtil é de aproximadamente 3,5g /kg de produto produzido (Ozturk et al. 2015).

As emissões gasosas provenientes deste setor podem ser agrupadas em dois grandes grupos, tendo em conta a natureza das fontes de onde tem origem (AEP 2000):

- **Fontes fixas:** emissões resultantes de caldeiras utilizadas para aquecimento e produção de vapor, emissões de exaustores entre outras. Os poluentes associados a estas fontes são essencialmente os compostos orgânicos voláteis (COV), óxidos de azoto (NO_x), óxidos de enxofre (SO_x), monóxido de carbono (CO) e partículas (PTS);
- **Fontes difusas:** emissões de vapores solventes, vapores ácidos e óleos, odores, partículas. Os vapores oleosos aparecem quando os materiais têxteis, contendo óleos ou outras substâncias que possam volatilizar ou sofrer degradação por calor, são sujeitos a tratamentos térmicos. Os vapores ácidos resultam principalmente da carbonização da lã (para remoção de substâncias residuais, tais como matéria vegetal e impurezas) e de vários processos de tingimento. Por outro lado, os

vapores solventes estão associados à utilização de solventes principalmente nas operações de limpeza, tingimento e acabamentos. Por fim, os odores estão associados, genericamente, aos poluentes utilizados e aparecem geralmente nas operações de secagem e acabamento e tingimento com compostos sulfurosos.

No que diz respeito às emissões provenientes de fontes fixas, as operações que apresentam emissões mais significativas são o tratamento prévio, o branqueamento e o tingimento e estamparia. Todavia, a emissão de efluentes gasosos nestas operações surge maioritariamente de forma indireta, isto é, como resultado de processos de combustão associados às caldeiras responsáveis pela produção de vapor (AEP 2000).

Ao nível das fontes difusas, podem destacar-se três tipos de emissões:

- **Partículas:** libertadas durante o processo de fiação, tecelagem e tricotagem e preparação e dissolução de corantes;
- **Vapores ácidos e alcalinos:** libertados durante os processos que ocorrem a temperaturas elevadas, tais como a lavagem, a desengolagem, a carbonização e a termofixação;
- **Compostos orgânico voláteis:** a sua emissão é particularmente importante durante o processo de tingimento e secagem.

Assim, na indústria têxtil, os parâmetros que normalmente são medidos para caracterizar os efluentes gasosos são as partículas, CO, COV, NO_x e os SO_x (CITEVE 2012a). No entanto, podem ainda ser caracterizados outros parâmetros em função do tipo de processo realizado. Para além destes, podem ainda ser consideradas outras gases com efeito estufa (GEE), tais como, o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e os gases fluorados (CITEVE 2012a). Geralmente, a caracterização destes parâmetros é feita em termos de concentração e caudais mássicos emitidos, sendo os valores obtidos muitos variáveis em função do tipo de equipamento e das condições do processo.

No que diz respeito a emissões gasosas, a indústria têxtil e do vestuário portuguesa foi responsável, em 2015, pela emissão de 760 984 toneladas de GEE, que correspondem a 1,27% do total das emissões de todas as atividades económicas desenvolvidas em Portugal (EUROSTAT 2017).

Analisando a emissão de cada gás individualmente verifica-se que, em 2016, o CO₂ foi sem dúvida o poluente mais emitido por este tipo de indústria, com um total de 735 900 toneladas emitidas, correspondendo à quase totalidade das emissões (EUROSTAT 2017). Dos restantes poluentes, o NO_x, CH₄ e o CO são os que apresentam emissões mais significativas, sendo que o N₂O é o menos significativo, como se pode ver na Figura 2.23.

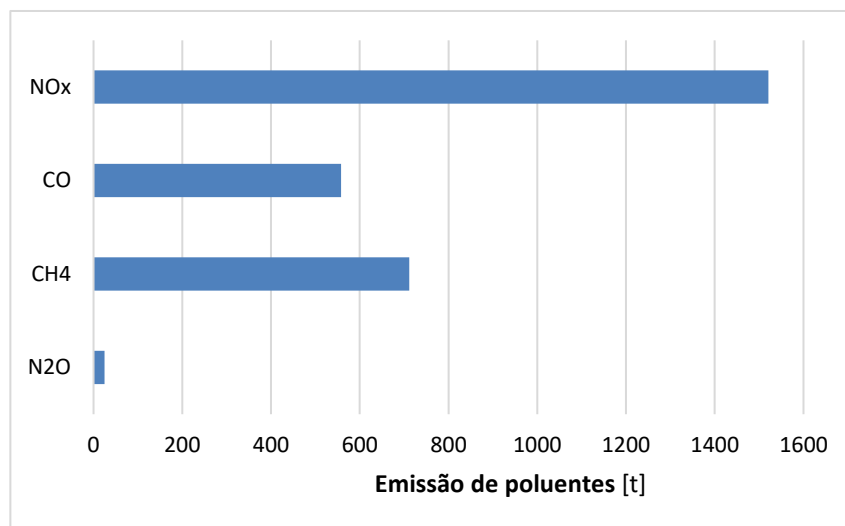


Figura 2.23 - Emissões de NO_x, CO, CH₄ e N₂O pela indústria têxtil e do vestuário no ano de 2016 (Fonte: EUROSTAT 2017).

2.4.5 Resíduos

A indústria têxtil gera uma elevada quantidade de resíduos têxteis do processo de produção, principalmente do processo de tecelagem e do processo de corte e confeção (Avelar et al. 2016). Normalmente, a quantidade específica de resíduos sólidos e resíduos perigosos produzida é, respetivamente, 112 kg/t de produto e 2 kg/t de produto (Ozturk et al. 2015). Na Tabela 2.3 apresentam-se alguns dos resíduos mais comuns no setor têxtil e do vestuário, assim como o respetivo código da lista europeia de resíduos (LER).

Tabela 2.3 -Tipos de resíduos produzidos na indústria têxtil e do vestuário (Fonte: CITEVE 2012a)

Tipo de Resíduos	Código LER
Resíduos de fibras têxteis não processadas: fundamentalmente restos de fibras que não foram sujeitas a qualquer processamento	04 02 21
Resíduos de fibras têxteis processadas: incluem restos de fibras, fios, tiras de malha e tecido, algodão, desperdícios, fibras retidas nos filtros das máquinas, etc.	04 02 22
Resíduos de embalagens de papel e cartão: cones de fio, tubos dos rolos de malha e tecido, embalagens de acondicionamento de diversos materiais, etc.	15 01 01
Resíduos de embalagens de plástico: embalagens de produtos químicos, cones de fio, tubos de rolos de malha e tecido, embalagens de acondicionamento (sacos de plástico, filme, paletes danificadas, etc.)	15 01 02
Resíduos de embalagens de madeira tais como: paletes de danificadas e caixas de madeira para acondicionamento de máquinas ou peças	15 01 03
Resíduos de embalagens de metal: cintas e arames dos fardos de algodão;	15 01 04
Resíduos de embalagens têxteis	15 01 09
Papel e cartão: diferentes materiais em papel (folhas de papel, revistas, jornais, catálogos, etc.) e papel gerado nas mesas de corte	20 01 01
Plástico gerado nas mesas de corte	20 01 39
Óleos usados: óleos de motor e resultantes da lubrificação de máquinas e equipamentos	13 02 08
Metais: restos de peças metálicas de máquinas, equipamentos, peças, acessórios, arames, etc.	20 01 40
Absorventes, materiais filtrantes, panos de limpeza e vestuário de proteção contaminado	15 02 02
Lamas do tratamento local de efluentes, contendo substâncias perigosas	04 02 19
Lamas do tratamento local de efluentes, não abrangidas em 04 02 19	04 02 20

A maioria das etapas do processo produtivo originam quantidades mais ou menos significativas de resíduos. No entanto, destacam-se como principais produtoras de resíduos as fases de lavagem (com produção de desperdícios químicos de banhos), operações de acabamento mecânico e a fase de corte e confeção (AEP 2000).

A indústria têxtil e do vestuário portuguesa foi responsável, no ano de 2015, pela produção de 104 794 toneladas de resíduos o que corresponde a 1,21% do total de resíduos produzidos em todas as atividades económicas portuguesas (INE 2016). No entanto, desde

2008, o valor de resíduos produzidos neste tipo de indústria apresenta uma evolução muito inconstante (ver Figura 2.24), seguindo a evolução económica do setor.

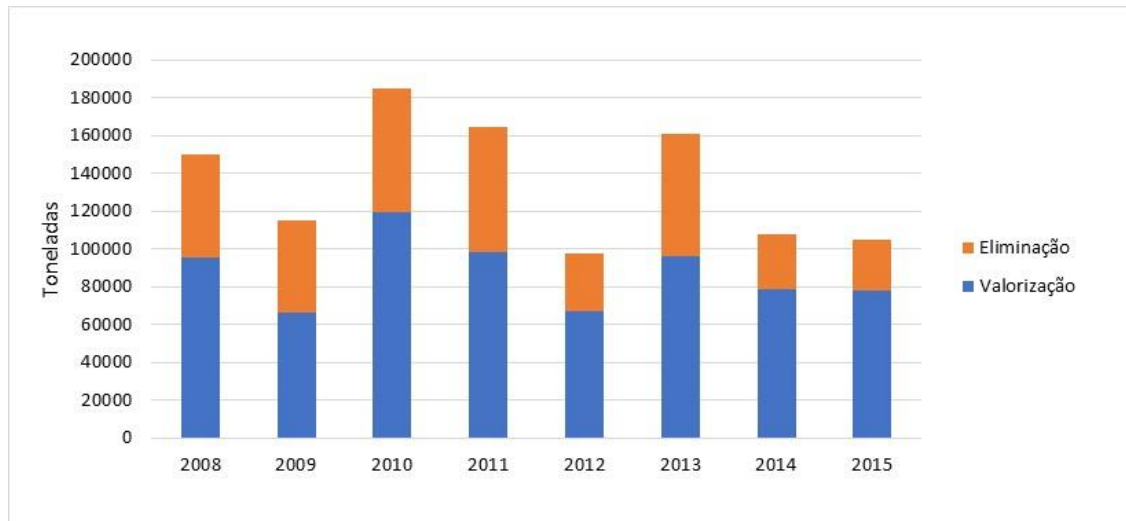


Figura 2.24 - Resíduos produzidos pela indústria têxtil e do vestuário entre 2008 e 2016 e respetiva operação de gestão a que foram sujeitos (Fonte: INE 2016).

Na Figura 2.24 observa-se que a maioria dos resíduos produzidos é sujeita a algum tipo de operação de valorização, e apenas uma pequena fatia segue para operações de eliminação.

2.4.6 Ruído

O ruído ambiental, isto é, o ruído emitido para o exterior é um aspeto importante em todo o setor têxtil e do vestuário, no entanto, assume uma maior relevância em empresas que executem determinadas etapas produtivas, como é o caso da fiação, tecelagem e acabamentos principalmente devido aos equipamentos auxiliares (CITEVE 2012a). Nestas secções o ruído constitui uma fonte de preocupação constante, não só ao nível das emissões para o exterior, mas também ao nível da exposição dos trabalhadores (AEP 2000).

Assim, as fontes de ruído variam em função das etapas produtivas existentes numa empresa, no entanto as mais comuns são (CITEVE 2012a):

- Funcionamento das caldeiras;
- Funcionamento dos sistemas de ar comprimido;
- Funcionamento de sistemas de aspiração/despoeiramento;

- Funcionamento de sistemas de ar condicionado;
- Funcionamento dos sistemas de entrada e saída de ar;
- Funcionamento dos equipamentos associados a cada processo;
- Estações de tratamento de água e águas residuais;
- Circulação de empilhadoras e outros veículos nas áreas exteriores da empresa.

Os principais fatores que levam à poluição sonora nestas unidades industriais são: a má organização dos espaços, a utilização de equipamentos demasiado ruidosos sem a devida proteção, a localização e instalação de equipamentos em grande concentração e o isolamento sonoro deficiente (AEP 2000).

2.4.7 Enquadramento legal

A grande complexidade da indústria têxtil e a elevada quantidade de aspetos ambientais que lhe estão associados fazem com que esta se veja obrigada a cumprir um vasto e variado leque de legislação. No entanto, neste trabalho será apenas abordada a legislação que está, de alguma forma, relacionada com os aspetos ambientais deste tipo de indústria.

Na Tabela A.1 - Enquadramento legal da indústria têxtil, do Apêndice A são apresentados os principais diplomas associados aos aspetos ambientais deste setor. Estes estão organizados em sete tópicos principais, nomeadamente: âmbito geral, água, resíduos, ruído, emissões gasosas, produtos químicos e energia. Os três primeiros podem ainda ser divididos em subtópicos: a legislação de âmbito geral subdivide-se em licenciamento da atividade industrial, licença ambiental e controlo de poluição; a relacionada com a água divide-se em abastecimento e normas de qualidades de água para a sua utilização e rejeição; e, a legislação dos resíduos divide-se em regulamentação sobre óleos usados, transporte de resíduos e resíduos de embalagens.

2.4.8 Controlo de poluição

De forma a promover a prevenção e a minimização dos impactes ambientais dos vários sectores de atividade abrangidos pela Diretiva 2008/1/CE (Diretiva IPPC), a comissão europeia elaborou um documento de referência setorial sobre Melhores Técnicas Disponíveis (MTD), denominados *BREF (Best Available Techniques REference documents)*.

São consideradas MTD as práticas que possam ser aplicadas em condições técnicas e economicamente viáveis, incluindo procedimentos e tecnologias/equipamentos, que são mais eficazes em termos ambientais e que por isso, evitam ou reduzem as emissões e o impacto no ambiente das atividades (APA n.d.).

A *BREF* dedicada à indústria têxtil propõe MTD gerais, isto é, técnicas que se podem aplicar a toda a indústria têxtil, e também algumas específicas para determinados processos. As MTD gerais estão divididas em 7 temas sobre os quais se pode atuar: gestão, dosagem e aplicação de produtos químicos (excluindo corantes), escolha e uso de químicos, seleção da matéria-prima (fibras), gestão da água e da energia, gestão dos fluxos de resíduos e tratamento de águas residuais. As MTD para cada um destes temas são apresentadas na Tabela B.1 do Apêndice APÊNDICE B – CONTROLO DE POLUIÇÃO.

É importante realçar que dada a grande complexidade e variedade deste setor, o impacto da implementação de algumas destas medidas poderá variar consoante as características da unidade industrial onde estas foram aplicadas (The European Commission 2003).

2.5 CONCLUSÃO

O setor têxtil é um setor muito diversificado composto por uma grande variedade de subsectores que cobrem todas as etapas desde o processamento das fibras até à elaboração dos produtos finais que podem assumir um enorme leque de tipologias e funções. Esta grande variedade de produtos finais aliada à diversidade de processos que se podem utilizar para processar os diferentes substratos faz com que a cadeia produtiva deste tipo de indústria seja das mais longas e complexas da indústria transformadora.

Este setor tem uma grande importância na economia de muitos países por todo o mundo, principalmente no que diz respeito aos países em desenvolvimento. Atualmente, a nível mundial, os maiores exportadores são a China, a Índia e Itália. A nível europeu, para além de Itália também se destacam a Alemanha e França como maiores produtores.

Em Portugal, esta indústria apresenta uma grande importância ao nível económico e social, principalmente na zona Norte do país. Apesar das dificuldades sentidas no passado devido à entrada no mercado de países com mão de obra com custos inferiores, nos últimos anos

a indústria têxtil portuguesa têm apresentado uma tendência de crescimento positiva. Isto deve se principalmente ao investimento que se tem feito na melhoria da qualidade dos produtos, dos tempos de resposta e também na aposta na inovação e desenvolvimento de novos produtos.

Relativamente aos aspetos ambientais relacionados com este tipo de indústria pode se destacar como mais importante os efluentes líquidos que esta gera, no entanto, existem outros aspetos que devem ter tidos em conta, tais como o consumo de energia, a utilização de produtos químicos, o consumo de água e a produção de resíduos e de ruído.

Analisando os possíveis impactes ambientais deste tipo de indústria, verifica-se que é importante tomar medidas de forma a preveni-los e minimiza-los. Neste sentido, a comissão europeia elaborou um documento de referência sobre melhores técnicas disponíveis que têm como objetivo reduzir o impacte desta indústria no ambiente. Estas medidas cobrem uma grande variedade de aspetos desde a escolha da matéria prima e dos produtos químicos a utilizar até aos sistemas de tratamento de águas residuais, passando por medidas de gestão dos fluxos de água, energia e resíduos e até pela própria gestão e organização da empresa.

3 METODOLOGIA

3.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresenta-se a metodologia adotada na realização deste trabalho, iniciando-se com um breve enquadramento sobre os dados utilizados, isto é, a que tipo de empresas e aspetos ambientais dizem respeito. Face ao elevado volume de informação, houve necessidade de fazer uma agregação da mesma, tendo sido constituídos grupos de empresas usando como critério a(s) etapa(s) do processo produtivo que elas compreendiam.

Em seguida, para cada aspeto ambiental, serão apresentados quais os parâmetros a ser analisados e, quando necessário, os cálculos efetuados para os obter. Para além disto, serão identificados os grupos pelos quais se dividem as empresas que serão estudadas.

Ainda neste capítulo serão listados os indicadores ambientais selecionados e descritos os métodos pelos quais foram calculados.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS ASPETOS AMBIENTAIS

Neste trabalho foram caracterizados os principais aspetos ambientais da indústria têxtil e do vestuário, tendo por base dados de conjunto de empresas situadas maioritariamente na zona norte de Portugal. Os aspetos considerados, que decorrem da atividade deste setor, foram: os consumos de energia, produtos químicos e água, e as produções de efluentes líquidos, efluentes gasosos e resíduos. Apesar de o ruído também ser um aspeto ambiental importante no que diz respeito ao setor têxtil e do vestuário, este não estava incluído no âmbito do estágio e, por isso, não será analisado. Isto acontece devido à escassez de informação relativa a este aspeto.

Os dados utilizados provieram de informação existente na entidade de acolhimento e de um relatório correspondente a um estudo sobre as dificuldades das empresas do setor têxtil e vestuário no cumprimento da legislação ambiental, realizado em 2012 pela entidade de acolhimento (CITEVE 2012a). Estes dados foram elaborados e fornecidos pela entidade de acolhimento para a realização deste trabalho.

Da referida informação resultou a análise de um conjunto de 67 empresas, que foram agrupadas em cinco categorias (grupos), de acordo com a sua atividade dentro da cadeia do processo produtivo apresentada no subcapítulo 2.2. Estes grupos e o respetivo número total de empresas consideradas são apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Grupos e respetivos números de empresas associadas.

Grupo	Nº de empresas
Fiação	3
Tinturaria e acabamentos	21
Estamparia	4
Confeção	3
Vertical	36
Total	67

Aos primeiros quatro grupos estão associadas empresas que apenas realizam etapas unitárias ou, por outras palavras, não realizam mais do que uma ou duas etapas do processo produtivo. O grupo designado por “vertical” corresponde a empresas que realizam todas (ou quase todas) as etapas do processo produtivo da indústria têxtil e do vestuário. A informação sobre o grupo a que pertence cada empresa, assim como sobre os aspetos ambientais que foram caracterizados para cada uma, podem ser consultados na Tabela C.1 do Apêndice C.

Por uma questão de confidencialidade, o nome das empresas é omitido, tendo-se adotado a atribuição de um código com letras: A, B, C, etc.

O número de aspetos ambientais, assim como o intervalo temporal em que foram monitorizados os vários parâmetros que os caracterizam diferem de empresa para empresa, pelo que na Tabela 3.2 resume-se a informação usada neste trabalho.

Tabela 3.2 - Número de empresas disponíveis para a caracterização de cada aspeto ambiental e respetivo intervalo temporal.

Aspeto ambiental	Nº de empresas	Intervalo temporal
Consumo de energia	29	2007 – 2017
Consumo de produtos químicos	7	2005 – 2008
Consumo de água	16	2005 – 2008
Águas residuais	23	2005 – 2018
Emissões gasosas	31	2003 – 2017
Produção de resíduos	14	2005 – 2010

A informação disponível para tratar neste trabalho não era homogénea, ou seja, o histórico de dados disponível para cada empresa era variável e, por isso, o volume de informação disponível para algumas empresas é bastante reduzido quando comparado com outras. Por este motivo, no capítulo 4, antes da análise de cada aspeto ambiental, será apresentada a informação disponível para cada parâmetro. Os dados disponíveis para este trabalho, relativos aos consumos de água e produtos químicos, assim como a produção de resíduos correspondem a um período temporal menor e menos recente. Em contrapartida, os dados relativos aos restantes aspetos ambientais (e.g. consumo de energia, emissões gasosas, etc.) existiam em maior número, num intervalo temporal maior e também mais atual.

A organização dos dados referentes a cada aspeto ambiental foi condicionada pela informação disponível. Assim, nos próximos subcapítulos explica-se de que forma foi organizada e tratada a informação relativa a cada aspeto ambiental.

3.2.1 Consumo energético

No tratamento da informação relativa ao consumo energético começou-se por calcular e analisar: os consumos totais, os consumos específicos (que correspondem à energia que é necessária utilizar para produzir uma determinada quantidade de produto, numa base temporal anual) calculados através da Equação 1, e os tipos de energia utilizados pela totalidade das empresas consideradas neste trabalho. Seguidamente, procedeu-se a uma análise setorial (i.e., por grupos) destes consumos, nomeadamente pelos grupos de empresas de: fiação, tinturaria e acabamentos, confeção e verticais.

$$\text{Consumo específico de energia (kgep/t)} = \frac{\text{Consumo de energia (kgep)}}{\text{Volume de produção (t)}} \quad (1)$$

Uma vez que os dados analisados dispunham de informação relativa a cada processo, foram calculados os valores médios e respetivos desvios-padrão relativos aos consumos totais e consumos específicos de energia nos processos de fiação, tecelagem, tinturaria, estamparia, acabamentos e confeção. As tabelas com estes valores encontram-se no Apêndice D deste relatório.

3.2.2 Consumo de produtos químicos

Na caracterização os produtos químicos, usados no setor têxtil, foram:

- Identificadas as tipologias de produtos, designadamente os corantes, os pigmentos e os químicos auxiliares;
- Calculados os consumos específicos numa base temporal anual. Estes representam a quantidade de produtos químicos necessários para o processamento de um dado volume de produção, calculado de acordo com a Equação 2.

$$\text{Consumo específico de produtos químicos (kg/t)} = \frac{\text{Consumo de produtos químicos (kg)}}{\text{Volume de produção (t)}} \quad (2)$$

A abordagem adotada foi semelhante à descrita no subcapítulo anterior. Primeiro calculou-se o consumo médio específico do setor, considerando todas as empresas com dados disponíveis para este trabalho, e posteriormente calculou-se os referidos consumos apenas para dois grupos: tinturaria e acabamentos e empresas verticais, que são aqueles onde o uso de compostos químicos é mais significativo.

3.2.3 Consumo de água

Para o conjunto de 19 empresas que dispunham de dados relativos ao consumo de água, analisaram-se os valores médios totais e os específicos, numa base temporal anual, de acordo com a Equação 3.

$$\text{Consumo específico de água (m}^3\text{/t)} = \frac{\text{Consumo de água (m}^3\text{)}}{\text{Volume de produção (t)}} \quad (3)$$

Também foi ainda calculada, através da Equação 4, a taxa de reutilização de água, i.e., a percentagem de água que volta a ser utilizada no processo produtivo.

$$\text{Taxa de reutilização de água (\%)} = \frac{\text{Volume de água recuperado (m}^3\text{)}}{\text{Volume de água consumido (m}^3\text{)}} \times 100 \quad (4)$$

Uma vez mais, estes parâmetros foram analisados quer para a totalidade das 19 empresas quer para os dois grupos de empresas cujos consumos eram mais relevantes, nomeadamente: (i) a tinturaria e acabamentos e (ii) vertical. Os resultados encontram-se no subcapítulo 4.4.

3.2.4 Produção de águas residuais

Em primeiro lugar, as empresas foram segregadas consoante a tipologia de rejeição das suas águas residuais, nomeadamente as que descarregam os seus efluentes em coletores municipais e as que têm sistemas de tratamento próprio e, por isso, descarregam os seus efluentes tratados diretamente para o domínio hídrico. Relativamente a estas últimas apenas existiam dados sobre o efluente tratado e, conseqüentemente, não serão objeto de uma análise mais detalhada. Todavia, os valores médios calculados para os parâmetros

mais representativos da qualidade da água residual tratada podem ser consultados no Apêndice E.

Para o outro caso, foram caracterizados os efluentes descarregados nos coletores que, normalmente, passam por uma etapa de “equalização” (caudal, pH, etc.) antes de serem encaminhados para os coletores. Para estes, calcularam-se os valores médios e desvios-padrão de 31 parâmetros de todas as empresas (23) que os descarregam para coletores; a Tabela E.2 do Apêndice E contém esta informação. De entre estes, selecionaram-se: a condutividade, o pH, a concentração de cloretos, a concentração de SST, a CQO e a CBO₅ para uma análise mais detalhada. Esta escolha deve-se ao facto de estes serem os que são monitorizados com mais frequência e, por isso, o volume de dados disponível permite fazer uma análise mais representativa. Apesar de também se tratar de um parâmetro importante para este setor, não foi possível analisar a cor das águas residuais devido à indisponibilidade de dados sobre este aspeto. De forma geral, os restantes parâmetros não excedem os VLE, grande parte das vezes surgem em concentrações abaixo do limite de quantificação e, por isso, não são normalmente críticos.

Das 23 empresas com informação relativa ao aspeto ambiental em discussão, estas foram agrupadas em 3 grupos, de acordo com o critério apresentado na Tabela 3.1. Assim, resultaram os seguintes números de empresas por grupo: 10 de tinturaria e acabamentos, 4 de estamparia e 9 verticais.

3.2.5 Emissões gasosas

No caso das emissões gasosas, os dados disponibilizados correspondem a valores de concentração de poluentes, e respetivos caudais mássicos, medidos à saída das chaminés dos seguintes equipamentos utilizados no processo produtivo: râmula, secador, *tumbler*, gaseadeira e engomadeira, e ainda na caldeira e cogeração utilizados nos processos auxiliares. Para cada empresa, contabilizaram-se as emissões totais de um determinado poluente através da soma dos caudais mássicos emitidos por cada um dos equipamentos.

Os poluentes selecionados neste trabalho foram partículas (PTS), óxidos de azoto (NO_x), monóxido de carbono (CO) e compostos orgânicos voláteis (COV). Os resultados encontram-se no subcapítulo 4.5. Na seleção destes poluentes teve-se com conta o volume

de dados disponíveis, com vista a assegurar a representatividade dos valores médios calculados, isto é, escolheram-se poluentes cuja concentração e caudais foram caracterizados com mais frequência. Apesar de importante, não foi possível analisar as emissões de óxidos de enxofre (SO_x) devido à escassez de informação relativa a este poluente.

No Apêndice F estão ainda os valores médios de concentração e caudal mássico dos poluentes analisados para cada um dos equipamentos referidos.

3.2.6 Produção de resíduos

A informação disponibilizada para a realização deste trabalho, respeitante à produção de resíduos, consistiu em quantitativos de produção total (perigosos e não perigosos) e por classificação de perigosos e não perigosos, durante um ano. Para além disto, havia disponível a quantidade que foi encaminhada para operações de valorização ou eliminação, e ainda a produção de cada tipo de resíduo, consoante a classificação europeia de resíduos. Com estes e com o volume de produção das respetivas empresas (em toneladas) foi possível calcular a produção específica dos dois tipos de resíduos (perigosos e não perigosos), a percentagem de resíduos que segue para processos de valorização e ainda quais os tipos de resíduos que se produzem em maiores quantidades.

Calculou-se a produção específica de resíduos (total e de resíduos perigosos), numa base temporal anual, de acordo com a equação seguinte:

$$\text{Produção específica de resíduos (kg/t)} = \frac{\text{Massa de resíduos produzida (kg)}}{\text{Volume de produção (t)}} \quad (5)$$

Determinou-se ainda a fração de resíduos encaminhada para valorização e para eliminação.

Qualquer um destes quantitativos médios foi determinado em termos globais médios para o setor têxtil, mas também para os grupos: tinturaria e acabamentos e vertical. Os resultados encontram-se no subcapítulo 4.6.

3.3 CÁLCULO DE INDICADORES DE DESEMPENHO AMBIENTAL DO SETOR TÊXTIL

Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico, um indicador ambiental é um parâmetro ou valor resultante de um parâmetro que tem como objetivo fornecer informação ou descrever o estado do ambiente (OECD 2008). Estes fornecem informação ambiental de forma mensurável e resumida permitindo avaliar o desempenho ambiental de uma empresa ou organização.

Neste trabalho, para além da caracterização dos aspetos ambientais, foram ainda calculados indicadores tendo em conta os principais aspetos ambiental analisados, nomeadamente: água, energia, produtos químicos, águas residuais, emissões gasosas e resíduos. Os indicadores ambientais calculados para cada uma destas categorias estão compilados na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Indicadores ambientais calculados e respetivas categorias

Categoria	Indicador	Unidade
Energia	Consumo específico	kg _{ep} /t
	Intensidade energética	kg _{ep} /€
	Intensidade carbónica	kgCO ₂ eq/tep
Produtos químicos	Consumo específico	kg/t
Água	Consumo específico	m ³ /t
	Taxa de reutilização de água	%
Águas residuais	Volume específico de água residual	m ³ /t
	Carga específica de poluente nas águas residuais	Kg/t
Emissões gasosas	Produção específica de vários poluentes gasosos	kg/t
Resíduos	Produção específica de resíduos	kg/t
	Resíduos enviados para valorização	%

Como se pode constatar na tabela anterior, alguns dos indicadores dizem respeito a aspetos já analisados aquando a caracterização dos aspetos ambientais (subcapítulo 3.2). Porém, existem outros, nomeadamente associados à categoria de energia, águas residuais, emissões gasosas e resíduos que não foram abordados anteriormente. Nos próximos subcapítulos estes indicadores serão brevemente descritos e apresentadas as suas fórmulas de cálculo.

3.3.1 Energia

Para a categoria energia foram utilizados indicadores elencados no Decreto-lei 71/2008 de 15 de abril de 2008: Consumo específico (Equação 1), Intensidade energética (Equação 6) e Intensidade carbónica (Equação 8). A intensidade energética corresponde ao consumo de energia pelo Valor Acrescentado Bruto (VAB), e é medida pelo quociente entre o consumo total de energia e o VAB das atividades empresariais diretamente ligadas a essas instalações, numa base temporal anual, de acordo com a equação seguinte:

$$\text{Intensidade energética (kgep/€)} = \frac{\text{Energia total consumida (kgep)}}{\text{VAB (€)}} \quad (6)$$

O VAB é calculado de acordo com o Despacho nº 17449/2008 de 27 de junho:

$$\begin{aligned} \text{VAB} = & \text{vendas} + \text{prestações de serviços} + \text{proveitos suplementares} + \\ & \text{trabalhos para a própria empresa} - \\ & \text{custo das mercadorias vendidas e das matérias consumidas} - \\ & \text{fornecimentos e serviços externos} - \text{outros custos e perdas operacionais} \end{aligned} \quad (7)$$

A intensidade carbónica corresponde ao quociente entre o valor das emissões de gases de efeito de estufa (GEE), resultantes da utilização das várias formas de energia no processo produtivo, e o consumo total de energia:

$$\text{Intensidade carbónica (kgCO}_2\text{eq/tep)} = \frac{\text{Emissões de GEE (kgCO}_2\text{eq)}}{\text{Consumo de Energia (tep)}} \quad (8)$$

As emissões de GEE são calculadas com base nos fatores de emissão tabelados no Despacho nº17313/2008, através da equação seguinte:

$$\text{Emissões GEE (kgCO}_2\text{eq)} = \sum_i f e_i (\text{kg CO}_2\text{eq/tep)} \times \text{cons}_i (\text{tep}) \quad (9)$$

Onde, fe_i e $cons_i$ correspondem, respetivamente, ao fator de emissão e ao consumo energético do combustível ou fonte de energia “i”.

Este indicador depende apenas dos combustíveis ou fontes de energia utilizados e, por isso, acaba por não representar um indicador do desempenho energético da instalação. Se uma determinada empresa utilizar sempre a mesma fonte de energia ou combustível, o seu valor de intensidade carbónica não se altera ao longo do tempo, independentemente da evolução do seu desempenho energético.

3.3.2 Água residuais

Nesta categoria inclui-se o indicador volume específico de água residual. Este corresponde ao volume de água residual gerado para a produção de um determinado volume de produto, sendo calculado através da seguinte equação:

$$\text{Produção específica de águas residuais (m}^3\text{/t)} = \frac{\text{Volume de águas residuais produzido (m}^3\text{)}}{\text{Volume de produção (t)}} \quad (10)$$

Para além deste, calculou-se a carga específica de sólidos, cloretos, orgânica e orgânica biodegradável nas águas residuais produzidas. Esta corresponde à massa destes poluentes emitida por volume de produção (em toneladas) e é calculada pela seguinte equação:

$$\begin{aligned} &\text{Carga específica de poluente } i \text{ nas águas residuais (kg/t)} \\ &= \frac{\text{Concentração de poluente } i \text{ nas águas residuais } \left(\frac{\text{kg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume de águas residuais produzido (L)}}{\text{Volume de produção (t)}} \end{aligned} \quad (11)$$

3.3.3 Emissões gasosas

Como indicador das emissões gasosas usou-se a produção específica de poluente gasoso, correspondente à massa de poluente emitida por volume de produção (em toneladas), de acordo com a Equação 12.

$$\begin{aligned} &\text{Emissão específica do poluente gasoso } i \text{ (kg/t)} = \\ &= \frac{\text{Caudal mássico de poluente } i \text{ emitido } \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}}\right) \times \text{tempo de funcionamento do sistema de extração (h)}}{\text{Volume de produção (t)}} \end{aligned} \quad (12)$$

No cálculo deste indicador, começou-se por determinar a emissão específica de cada equipamento, relativa a cada poluente (PTS, NO_x, CO e COV). A soma destes valores parciais corresponde à emissão específica de cada empresa.

3.3.4 Resíduos

Para além do indicador referido no subcapítulo 3.2.6, também se considerou como indicador desta categoria a percentagem de resíduos enviados para valorização. Este indicador foi calculado, dividindo a quantidade de resíduos que é encaminhada para valorização pela quantidade total de resíduos produzidos.

3.4 CONCLUSÃO

Para a realização deste trabalho, o volume de informação disponível para tratar, correspondeu a um total de 67 empresas. Entre estas, de forma a avaliar o desempenho ambiental com alguma setorização ao invés de apresentar apenas os valores médios globais, foram construídos grupos de empresas consoante a(s) etapa(s) do processo produtivo que elas compreendiam. Deste modo, é possível identificar as etapas do processo de produção do setor têxtil que mais relevância têm em cada aspeto ambiental.

Para este estudo consideram-se 6 aspetos ambientais: os consumos de energia, produtos químicos e água, e as produções de efluentes líquidos, efluentes gasosos e resíduos. No entanto, o número de empresas com informação disponível sobre cada um destes aspetos difere em alguns casos significativamente. O mesmo acontece com o histórico de dados que, em algumas empresas, é bastante vasto e atualizado, mas, noutros casos, é mais limitado e antigo.

De forma geral, para avaliar cada aspeto ambiental, foram utilizados valores médios específicos, i.e., quantitativos tendo como referência o volume de produção, de modo a que seja possível fazer uma comparação mais acertada entre as empresas, tanto do mesmo setor como de outros setores.

Através desta metodologia foi possível fazer, para a totalidade das empresas e para os grupos que se formaram, uma caracterização dos aspetos ambientais mais relevantes para

este setor, apresentada no capítulo seguinte, permitindo avaliar o desempenho ambiental das empresas deste setor.

4 RESULTADOS

4.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentados e analisados os resultados obtidos adotando a metodologia apresentada anteriormente ou, por outras palavras, os resultados referentes à caracterização dos principais aspetos ambientais, incluindo os indicadores ambientais associados à indústria têxtil e do vestuário.

4.2 CONSUMO ENERGÉTICO

As empresas que se dedicam à indústria têxtil e do vestuário apresentam consumos de energia muito variados consoante a sua estrutura e processos que realizam. A tipologia de energia usada por estas indústrias também pode diferir de empresa para empresa.

Neste subcapítulo analisam-se os consumos totais e os específicos das empresas que constam na Tabela 3.2, bem como de quatro grupos de empresas que foram possíveis formar face à informação disponível, nomeadamente: (i) fiação, (ii) tinturaria e acabamentos, (iii) confeção e (iv) vertical. Para estes grupos são analisados os principais consumos de energia primária: gás natural, gás propano, gás butano, gasolina, gasóleo, *thin* e *thick* fuelóleo, *pellets* de madeira, *briquetes*, os consumos de energia elétrica e ainda de vapor e de água quente.

Nota 1: o vapor e água quente provêm de sistemas de cogeração normalmente independentes das empresas do setor têxtil, i.e., provêm de empresas contíguas às aqui abordadas.

Nota 2: por uma questão de simplificação de linguagem, doravante, neste documento, designar-se-á (abusivamente) por energia qualquer um dos itens: gás natural, gás propano,

gás butano, gasolina, gasóleo, *thin* e *thick* fuelóleo, *pellets* de madeira, *briquetes*, energia elétrica, vapor e de água quente.

Antes da análise propriamente dita, é importante referir que o número de dados disponíveis para cada grupo não é igual, e como tal a representatividade dos valores médios calculados será diferente. Na Tabela 4.1 estão indicados o número de empresas, de cada grupo, que dispunham de informação relativa ao tipo de energia consumida.

Tabela 4.1 - Número de empresas com informação relativa à origem de energia consumida no setor têxtil.

	Grupo				TOTAL
	Fiação	Tinturaria e acabamentos	Confeção	Vertical	
Energia elétrica	4	8	3	29	44
Gás natural	0	8	0	20	28
Gás propano	0	3	1	20	24
Gás butano	0	0	0	1	1
Gasolina	0	1	0	13	14
Gasóleo	4	8	1	29	42
Gasóleo p/ aquec.	0	0	0	1	1
<i>Thin</i> fuelóleo	0	0	2	0	2
<i>Thick</i> fuelóleo	0	0	0	6	6
<i>Pellets</i> de madeira	0	0	0	1	1
<i>Briquetes</i>	0	1	0	0	1

Na tabela anterior verifica-se que, globalmente, existem mais dados para o consumo de energia elétrica e gasóleo. Por outras palavras, a maioria das empresas, com informação disponível para a realização deste trabalho, consomem energia elétrica e gasóleo. Em oposição, o gás butano, o gasóleo para aquecimento, os *pellets* de madeira e os *briquetes* são energias consumidas apenas por algumas das empresas abrangidas por este estudo. Isto significa que o volume de informação disponível é mais reduzido e consequentemente os valores médios calculados serão menos representativos. Relativamente a cada grupo, o das empresas verticais é o que tem mais pontos (empresas) associados, por outro lado, a da fiação é o que tem menos.

Os valores dos consumos totais e específicos médios (e desvios-padrão), mínimos e máximos, realizados por todas as empresas que este estudo abrangeu encontram-se na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Valores médios, mínimos, máximos e desvio-padrão de consumo total e específico de energia do setor têxtil.

	Consumo total (tep*/ano)	Consumo específico (kgep#/t)
Médio	2460,7	2025,9
Desvio-padrão	2300,7	1449,8
Mínimo	28,0	38,2
Máximo	13331,9	5631,9

*tep – tonelada equivalente de petróleo #kgep – quilograma equivalente de petróleo

Analisando os dados relativos ao consumo total de energia, verifica-se que, a média é de 2460,7 tep por ano. Atendendo a que, uma instalação é considerada consumidora intensiva de energia se apresentar, num ano, consumos superiores a 500 tep (Decreto-Lei nº 71/2008), pode concluir-se que, a maior parte das empresas deste estudo correspondem a esta categoria.

O consumo específico de energia elétrica e térmica registado pelas empresas deste estudo varia entre 21,3 e 3338,3 kgep/t e 0,5 e 2617,0 kgep/t de produto, respetivamente. Estes valores são superiores aos mencionados por Ozturk *et al.* (2015) referentes à indústria têxtil dos EUA (43 – 645 kgep/t e 263 - 1552 kgep/t, ver subcapítulo 2.4.1), o que significa que, ou, as indústrias portuguesas deste setor são menos eficientes do que as americanas, do ponto de vista da utilização deste tipo de energia ou que o tipo de atividade têxtil incluída em cada um dos casos é diferente. Além disto, o consumo de energia elétrica, neste setor é superior ao de energia térmica, ao contrário do que acontece nos EUA.

Na Figura 4.1 encontram-se os consumos de energia específicos por tipologia de energia, verificado nas empresas abrangidas por este estudo.

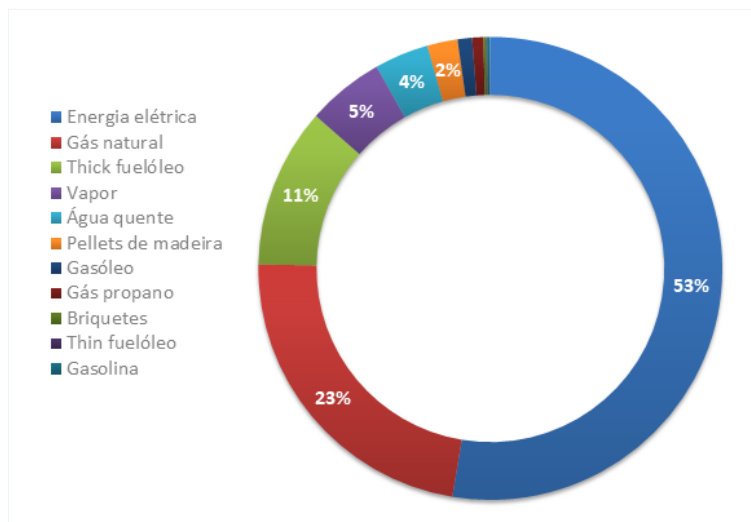


Figura 4.1 - Consumos específicos energéticos no setor têxtil por tipologia de energia.

Analisando a figura anterior verifica-se que, neste setor, a energia elétrica e o gás natural são os que apresentam maiores consumos, representando 42% e 34%, respetivamente, do consumo total de energia. Estes consumos são realizados para a iluminação e para gerar força motriz, no caso da energia elétrica e para aquecimento de termofluidos, produção de vapor, etc., no caso do gás natural. Para além disto, verifica-se também, que, apesar de em pequenas quantidades, algumas empresas utilizam biomassa como combustível em forma de *briquetes* e *pellets*.

Passando a uma análise dos consumos energéticos análoga à anterior, mas desta vez por tipologia de empresas: (i) fiação, (ii) tinturaria e acabamentos, (iii) confeção e as (iv) vertical. A informação é apresentada e discutida nos subcapítulos seguintes.

4.2.1 Fiação

O consumo específico de energia nas empresas pertencentes ao grupo da fiação está ilustrado na Figura 4.2.

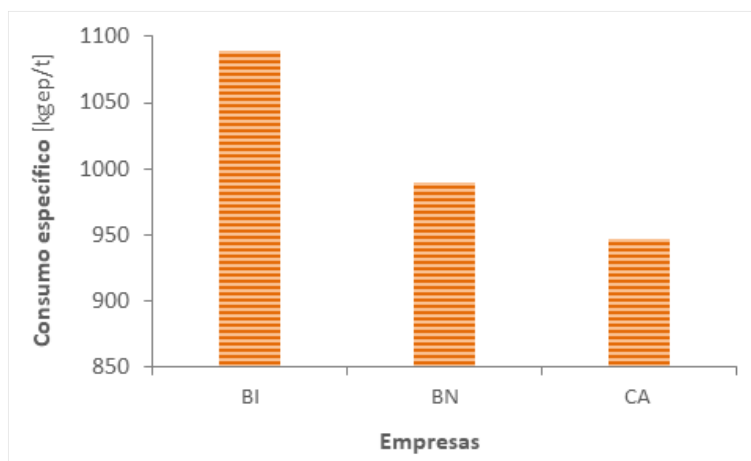


Figura 4.2 - Consumo específico de energia pelas empresas do grupo fiação.

As três empresas que integram este grupo não apresentam consumos específicos muito díspares, correspondendo um valor médio de 1004 ± 410 kgEP/t de produto final.

A tipologia de energia usada nestas empresas não é muito diversificada, resumindo-se a três tipos: energia elétrica, gasolina e gásóleo (Figura 4.3).

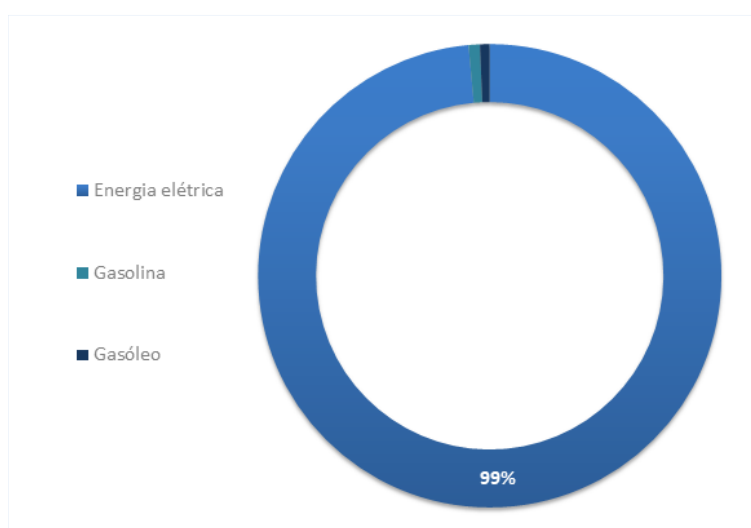


Figura 4.3 - Consumos totais de energia, por tipologia, pelas empresas do grupo fiação.

Como se pode ver na figura, 99% da energia utilizada nas empresas de fiação corresponde a energia elétrica. Esta é utilizada para iluminação e para gerar força motriz para os equipamentos utilizados. A percentagem (1%) restante diz respeito a gasolina e gásóleo, utilizados nas frotas de transporte das empresas.

4.2.2 Tinturaria e acabamentos

O consumo específico de energia em cada uma das empresas do grupo “tinturaria e acabamentos”, com informação disponível para este trabalho, estão apresentados na Figura 4.4.

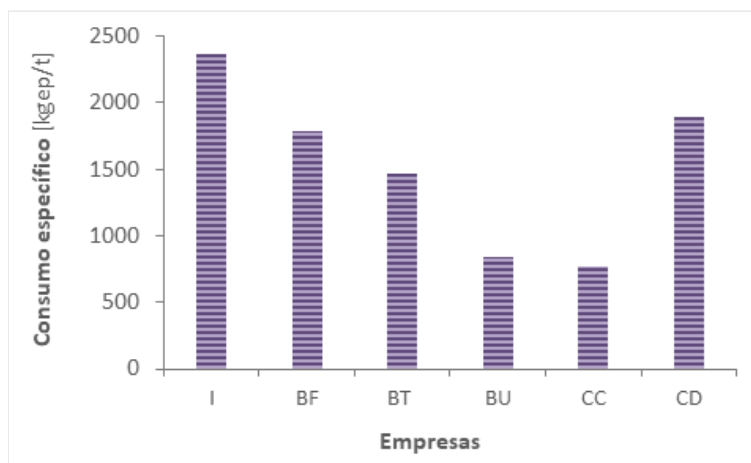


Figura 4.4 - Consumos específicos de energia pelas empresas do grupo de tinturaria e acabamentos.

Ao contrário do observado nas empresas grupo da fição, as do grupo de tinturaria e acabamentos têm consumos específicos muito díspares, revelando assim eficiências de utilização de energia muito distintas. Isto deve-se, principalmente, ao tipo e número de processos realizados nas instalações destas empresas. Por exemplo, as empresas com o código BU e CC são as que realizam menos processos e, portanto, apresentam consumos específicos inferiores, por outro lado, empresas como a I ou a CD realizam uma maior variedade de processos e, por isso, os seus consumos específicos são mais elevados. Com base nestes valores, determinou-se um consumo específico médio de 1546 ± 593 kgEP/t como o representativo do grupo da tinturaria e acabamentos.

No que concerne aos consumos específicos por tipologia de energia, para este grupo os valores determinados estão apresentados na Figura 4.5.

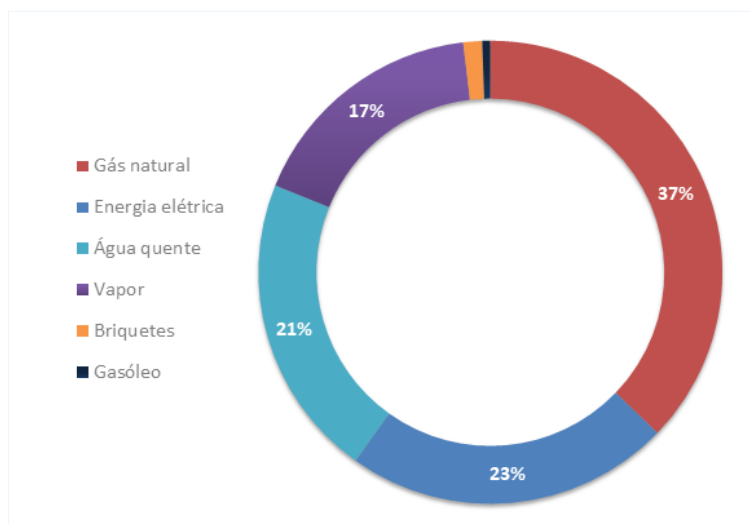


Figura 4.5 - Consumos específicos de energia, por tipologia, pelas empresas do grupo de tinturaria e acabamentos.

Nestas empresas o maior consumo de energia está associado ao gás natural (37%). Este é usado diretamente em determinados equipamentos (p.ex. râmulas, secadores, gaseadeira, etc.) e em caldeiras para gerar vapor. O segundo maior consumo verificado é de energia elétrica que, para além da iluminação, é utilizada para gerar força motriz nos equipamentos. A água quente e o vapor, que assumem a terceira posição no *ranking* do consumo (representando 38%), são utilizados nos equipamentos para a realização das etapas de tingimento e acabamento de produtos.

Comparando a Figura 4.5 com a Figura 4.3 constata-se que os cenários são significativamente diferentes; enquanto que no grupo da fiação a energia elétrica é a predominante, no grupo de tinturaria e acabamentos há alguma equidade entre quatro energias.

4.2.3 Confeção

Os valores de consumo específico de energia obtidos para cada uma das três empresas pertencentes ao grupo da confeção ilustram-se na Figura 4.6.

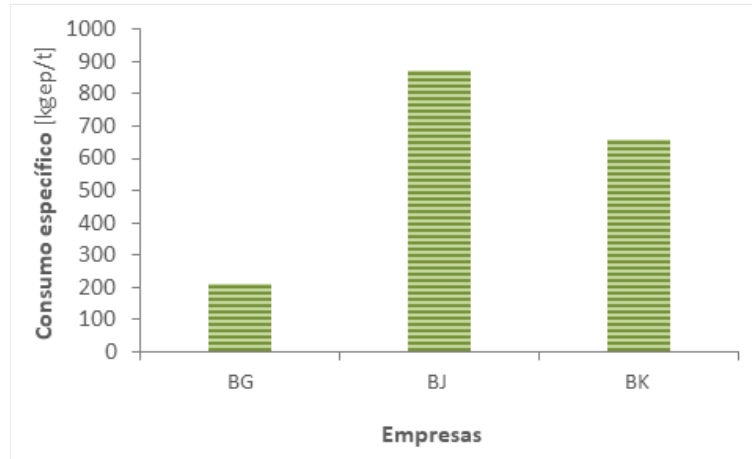


Figura 4.6 - Consumo específico de energia pelas empresas do grupo confeção.

À semelhança do registado no grupo anterior, as três empresas do grupo da confeção exibem consumos específicos de certa forma distintos. Estas diferenças devem-se essencialmente aos equipamentos utilizados em cada empresa que, em alguns casos são mais eficientes do que noutros. No caso concreto da empresa BJ, para além dos consumos associados à produção, existe consumo de combustíveis na sua frota de transportes, e por isso, o valor de consumo específico resultante é superior às restantes. O valor médio de consumo específico neste grupo de empresas é assim de 580 ± 339 kgEP/t de produto final.

Os dados relativos à distribuição dos consumos de energia, por tipologia, nas empresas deste grupo podem ser visualizados na figura seguinte.

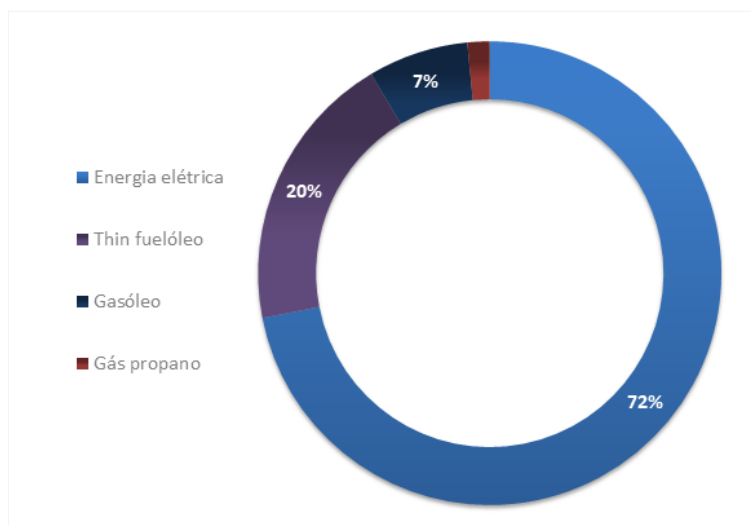


Figura 4.7 - Consumos de energia, por tipologia, pelas empresas do grupo de confeção.

À semelhança do registado no grupo da fiação, a energia elétrica volta a assumir o primeiro lugar (com 72%) no *ranking* dos consumos específicos de energia no grupo de confeção. Na segunda posição encontra-se o *thin fuelóleo*, com uma contribuição de 20% para o total dos consumos de energia. Quer o *thin fuelóleo* quer o gás propano são utilizados nas caldeiras para gerar vapor. O gasóleo é utilizado na frota de transportes das empresas, e o seu consumo corresponde apenas a 7% do total de energia consumida por este grupo.

4.2.4 Vertical

O número de empresas pertencente ao grupo vertical é bastante superior ao verificado nos grupos anteriores. Os consumos específicos verificados estas empresas encontram-se na figura seguinte.

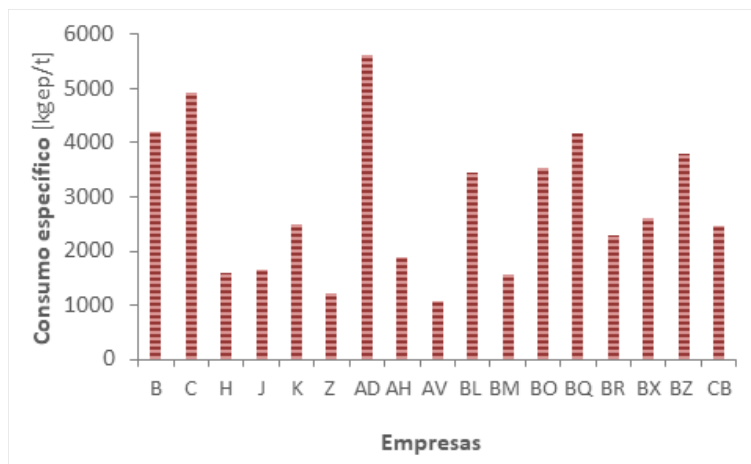


Figura 4.8 - Consumo específico de energia pelas empresas do grupo vertical.

De um modo geral, as empresas pertencentes a este grupo têm um consumo específico de energia superior ao observado nos grupos anteriores. Naturalmente que, tratando-se de indústrias que compreendem todas ou quase todas as etapas do setor têxtil, era expectável que tivessem consumos superiores. Todavia, na Figura 4.8 observam-se grandes diferenças entre as várias empresas do tipo vertical, podendo estas diferenças ser um reflexo de diferentes eficiências na utilização da energia, mas também poderá ser devido ao facto de elas não conterem exatamente processos iguais, em número e em tipologia. O tipo de matérias-primas processadas e o produto acabado poderão ser outro dos motivos para as disparidades observadas. Em suma, o consumo específico médio deste grupo é de 2902 ± 1412 kgep/t de produto.

Quanto à tipologia de energia usada pelas empresas deste grupo, é a mais vasta das apresentadas anteriormente. Na Figura 4.9 estão representados contributos relativos de cada uma delas para o consumo total.

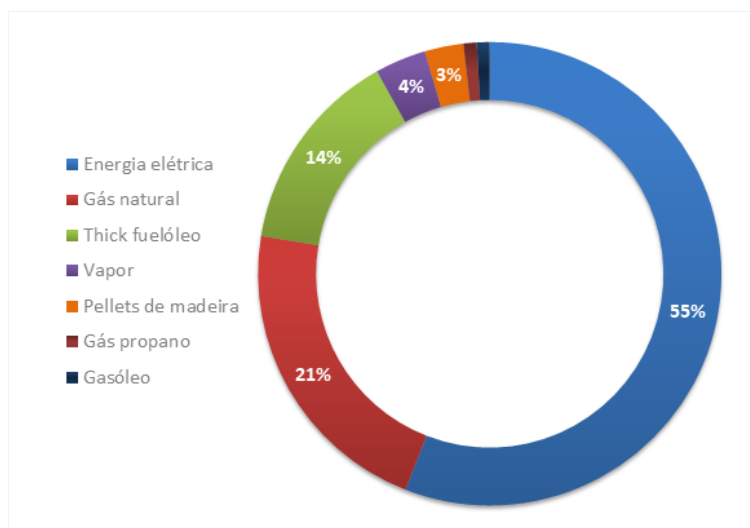


Figura 4.9 - Consumos de energia, por tipologia, pelas empresas do grupo vertical.

Uma vez mais a energia elétrica assume o destaque nos consumos de energia (55%), desta vez no grupo vertical. Esta é consumida para os fins indicados anteriormente.

O gás natural e o *thick fuelóleo* surgem em segundo e terceiro lugar, com um contributo de 21% e 14%, respetivamente. Os restantes tipos de energia têm uma expressão pouco relevante quando comparadas com as energias anteriores. De entre estes, os *pellets* de madeira, são utilizados nas caldeiras para gerar vapor e água quente. O vapor de água, por sua vez é utilizado em diversos equipamentos, principalmente nos processos de tingimento e acabamento. O gás propano é utilizado em empilhadoras e em alguns equipamentos, e o gasóleo na frota de transportes.

4.2.5 Análise comparativa dos grupos

Esta análise comparativa dos grupos visa sumariar a informação mais relevante apresentada nos subcapítulos anteriores, e inferir sobre o contributo de cada tipologia de indústria no consumo energético específico do setor têxtil em Portugal. Assim, na Figura 4.10 estão representados os valores médios e respetivos desvios-padrão dos quatro grupos de empresas: fição, tinturaria e acabamentos, confeção e vertical.

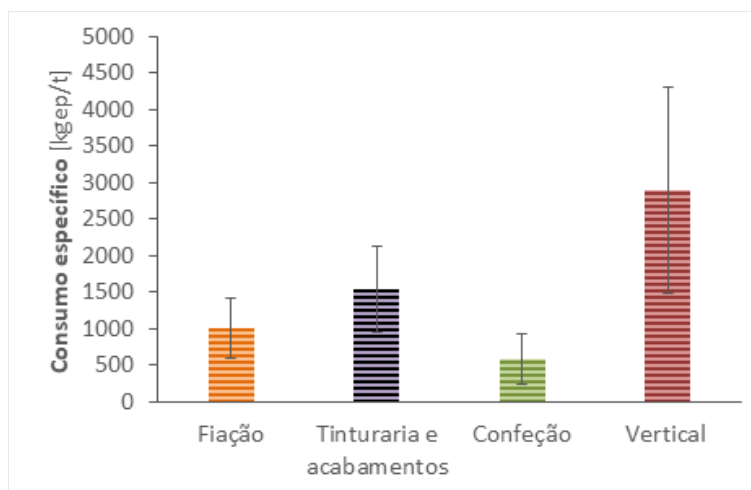


Figura 4.10 - Análise comparativa do consumo específico de energia dos quatro grupos de empresas analisados.

Pela figura, verifica-se que, as empresas verticais são as que apresentam um valor médio (e desvio-padrão) de consumos específico de energia mais elevado, dado o maior número e o tipo de processos que ocorrem nas suas instalações. Por outro lado, o grupo que apresenta consumos mais baixos é o das empresas de confeção. Ao contrário das verticais, estas empresas consomem essencialmente energia elétrica para alimentar equipamentos que, comparativamente com os utilizados nos outros grupos, são muito mais simples e requerem menos energia. Os coeficientes de variação (CV) dos consumos específicos médios de energia das empresas de tinturaria e acabamentos e fiação são os menores (38% e 41%, respetivamente) de todos os grupos. Com valores superiores estão os grupos de empresas verticais (49%) e de confeção (58%). Para qualquer um dos grupos pode-se concluir que os valores apresentam uma dispersão significativa.

Salienta-se o facto de que o volume de dados disponível, relativo a empresas verticais, para a realização deste trabalho era consideravelmente superior às restantes; para a confeção e fiação foram consideradas três empresas e para as de tinturaria e acabamentos, seis empresas. Isto faz com que os resultados relativos a estes grupos sejam menos representativos.

Uma análise comparativa da distribuição dos consumos nos diferentes grupos de empresas pode ser visualizada na Figura 4.11.

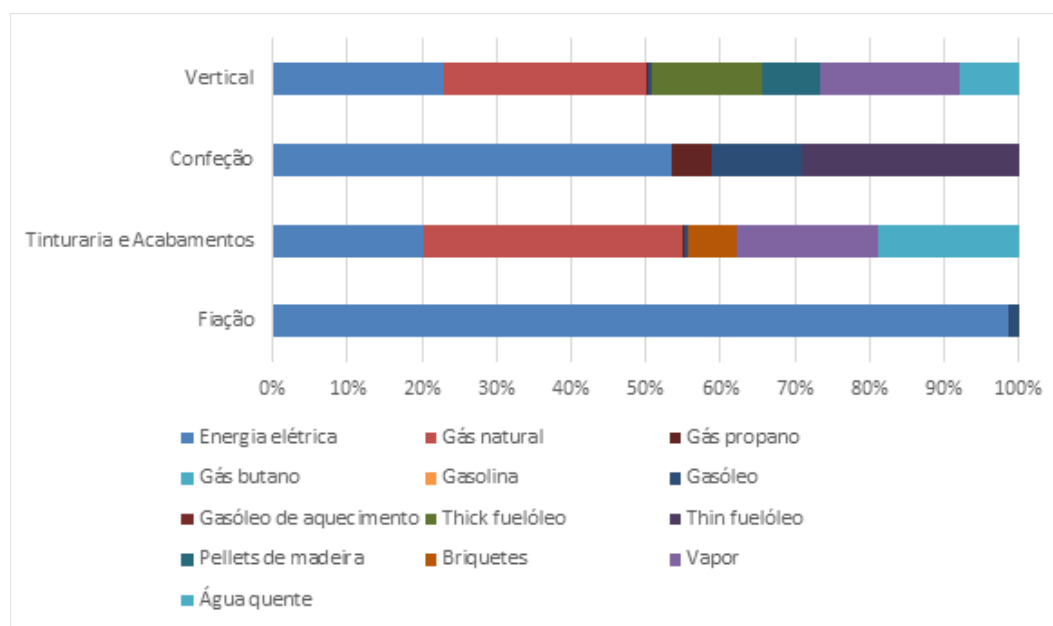


Figura 4.11 - Comparação dos consumos específicos de energia entre os diferentes grupos de empresas.

Analisando a figura anterior constata-se que no grupo de tinturaria e acabamentos, bem como o vertical a tipologia de energias usadas é muito diversificada quando comparado com o grupo da fiação. Um outro aspeto que sobressai nesta figura é a predominância do consumo de energia elétrica neste último grupo e, com menos expressão, na confeção. A natureza dos processos (e respetivos equipamentos) usados por estas empresas é a justificação para este facto.

4.3 PRODUTOS QUÍMICOS

É muito comum que no processo produtivo da indústria têxtil se utilize uma grande quantidade de substâncias químicas, principalmente nos processos de ultimação. A informação disponível para este aspeto ambiental era referente apenas a empresas do tipo vertical e de tinturaria e acabamentos. Assim, numa primeira fase analisar-se-ão os consumos específicos de produtos químicos (corantes, pigmentos e químicos auxiliares) destas empresas indiscriminadamente e posteriormente far-se-á uma análise mais detalhada a cada um destes dois grupos.

O número de dados disponíveis, assim como o número de empresas, relativo a este aspeto ambiental em cada grupo encontra-se na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Número de pontos disponíveis para cada tipo de produto químico no grupo da tinturaria e acabamentos e no vertical.

Grupo	Nº de empresas	Nº total de pontos			
		Total	Corantes	Pigmentos	Auxiliares
Tinturaria e acabamentos	2	2	2	----	2
Vertical	5	5	5	5	5

Analisando a tabela anterior, verifica-se que, em comparação com os restantes aspetos ambientais, a informação é escassa e por isso, os valores doravante apresentados e analisados, têm pouca representatividade. Relativamente ao consumo de pigmentos, apenas existem dados para as empresas verticais uma vez que no outro grupo de empresas não se realiza o processo onde estes se aplicam (estampagem).

Na Tabela 4.4 são apresentados os valores médios e respetivos desvios-padrão de consumo específico de produtos químicos registados na totalidade das empresas analisadas.

Tabela 4.4- Valores médios e respetivos desvios-padrão de consumo específico de produtos químicos na totalidade das empresas analisadas.

		Média	Desvio-padrão
Consumo específico (kg/t)	Corantes	26,6	29,0
	Pigmentos	6,2	3,7
	Auxiliares	335,4	236,6
	Total	396,5	226,6

Analisando os valores presentes na Tabela 4.4 verifica-se que o consumo específico médio de produtos químicos nestas empresas é de 396,46 kg/t de produto final, sendo que o

maior consumo diz respeito a químicos auxiliares, seguindo-se os corantes e por fim os pigmentos. Estes últimos representam apenas 1,6% do consumo médio total.

Nos próximos três subcapítulos serão avaliados os consumos de produtos químicos dos grupos: (i) tinturaria e acabamentos e (ii) vertical, e também serão comparados os valores obtidos nestes dois grupos de empresas do setor têxtil.

4.3.1 Tinturaria e acabamentos

Na Tabela 4.5 constam os consumos específicos dos vários produtos químicos usados pelas empresas do grupo tinturaria e acabamentos.

Tabela 4.5 - Valores médios de consumo específico de produtos químicos no grupo de tinturaria e acabamentos.

Produto químico	Consumo específico médio (kg/t)
Corantes	11,2
Pigmentos	---
Auxiliares	513,1
Total	524,3

As empresas deste grupo, avaliadas neste trabalho, não consumiram pigmentos, porque não realizam o processo de estampagem. Os químicos auxiliares representam 97,9% do total do consumo de produtos químicos realizado por este grupo. Estes produtos auxiliares incluem substâncias químicas como ureia, cloreto de sódio, peróxido de hidrogénio, etc., e misturas, tais como amaciadores, tensoativos, agentes ignífugos, etc. (CITEVE 2012a). O consumo específico médio total dos produtos químicos, que é de 524,3 kg/t.

4.3.2 Vertical

Os consumos de produtos químicos pelas empresas pertencentes ao grupo vertical encontram-se na tabela seguinte.

Tabela 4.6 - Valores médios e respetivos desvios-padrão de consumo específico de produtos químicos no grupo de empresas verticais.

		Média	Desvio-padrão
Consumo específico (kg/t)	Corantes	32,8	32,6
	Pigmentos	2,47	2,27
	Auxiliares	310,1	246,5
	Total	345,3	237,8

À semelhança do grupo anterior, no grupo vertical o consumo médio de químicos auxiliares é predominante, com cerca de 90%. O CV deste consumo é aproximadamente 79%, o que reflete uma elevada dispersão dos dados. O consumo de pigmentos volta a ter muito pouca expressão neste tipo de empresas. Finalmente, o consumo específico médio da totalidade dos produtos químicos é 345,3 kg/t de produto.

4.3.3 Análise comparativa dos grupos

Procedendo a uma análise comparativa dos consumos de produtos químicos por parte dos dois grupos avaliados nos subcapítulos anteriores, ilustra-se na Figura 4.12 os respetivos resultados.

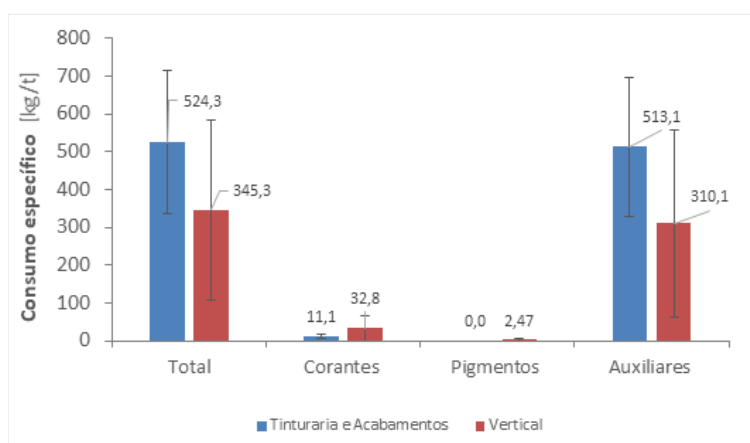


Figura 4.12 - Análise comparativa do consumo específico de produtos químicos dos grupos tinturaria & acabamentos e vertical.

Analisando os valores dos dois grupos de empresas verifica-se que, de forma geral, o consumo específico médio dos produtos químicos total e de químicos auxiliares é superior nas empresas de tinturaria e acabamentos, por outro lado, as empresas verticais apresentam maiores consumos de corantes e pigmentos. Enquanto que as empresas do grupo de tinturaria e acabamentos usam necessariamente produtos químicos, pois estas etapas do setor têxtil assim o exigem, nas empresas verticais nem todos os produtos finais passaram por estas etapas. Consequentemente, no cálculo do consumo específico, a quantidade de produtos químicos usado por estas empresas (verticais) é dividido pelo quantitativo total de produção e não apenas pelos produtos que passaram pelas etapas onde são consumidas elevadas quantidades de produtos químicos.

4.4 ÁGUA E ÁGUAS RESIDUAIS

Na indústria têxtil e do vestuário utiliza-se água no processo produtivo, nos processos auxiliares, para o consumo humano e nas atividades de manutenção (limpeza e rega). Geralmente, a água utilizada nos processos industriais é captada de cursos de água superficial (ribeiros, rios, etc.) e de poços e/ou furos (água subterrânea), enquanto que a água para consumo humano provem, usualmente, da rede de distribuição pública ou então de um poço ou furo específico. Entre as empresas estudadas, do total de fontes de água, 67% dizem respeito a águas subterrâneas, 18% a águas superficiais e 12% vêm da rede pública (usada exclusivamente para consumo humano). Os restantes 3% correspondem a outros tipos de fontes como minas ou água engarrafada. A quase a totalidade das empresas usa água de mais do que um tipo de fonte.

Neste tipo de indústria a qualidade da água utilizada no processo de produção é muito importante, na medida em que uma água de má qualidade pode implicar defeitos e problemas nos produtos finais. Por este motivo, em grande parte das empresas é feito um tratamento à água a que antecede o seu uso nos processos industriais, principalmente quando a fonte de captação de água é superficial. O tratamento é realizado em Estações de Tratamento de Águas (ETA) através de processos físico-químicos (e.g. coagulação – floculação), ou apenas filtração (areia e/ou carvão ativado). Em alguns casos é feita a

desinfecção da água através da aplicação de hipoclorito de sódio antes da filtração por carvão ativado.

O consumo de água nas empresas têxteis varia com as características do processo produtivo (tipo de fibra, tipo de matéria-prima, cor, etc.) e, por isso, o volume de água consumida é muito variável.

O número de dados disponíveis, para cada grupo empresas, usado na caracterização deste aspeto ambiental encontra-se Tabela 4.7, onde se encontram o número de pontos disponíveis para a análise do consumo específico de água e para a percentagem de água recuperada.

Tabela 4.7 - Número de pontos disponíveis para a análise do consumo específico de água e para a percentagem de água reutilizada.

Grupo	Nº de empresas	Nº total de pontos	
		Consumo específico	% reutilização de água
Tinturaria e acabamentos	4	4	1
Vertical	12	12	6

Verifica-se que existe um volume de dados significativamente superior para as empresas verticais, no que concerne ao consumo e reutilização da água. O número de dados disponíveis relativos ao consumo específico é superior aos referentes à percentagem de reutilização da água. Da informação que consta na tabela anterior infere-se que apenas metade das empresas do grupo vertical realizam reutilização da água consumida e no caso do grupo de tinturaria e acabamentos este valor é de apenas 25%.

Na Tabela 4.8 encontram-se os valores médios e os respetivos desvios-padrão do consumo específico de água e da taxa de reutilização de água de todas as empresas que constam na Tabela 4.7.

Tabela 4.8 – Consumos de água e taxa de reutilização de água nas empresas avaliadas do setor têxtil.

	Média	Desvio-padrão
Consumo de água (m³/ano)	360 891	213 329
Consumo específico de água (m³/t)	147,6	75,7
Taxa de reutilização de água (%)	35	19

O consumo específico médio determinado neste trabalho (147,6 m³/t) está dentro do intervalo encontrado na literatura, e mencionado no subcapítulo 2.4.3 (5 – 608 m³/t). Todavia, considera-se que a amplitude deste intervalo é grande.

A reutilização de água é uma realidade neste setor e, nas empresas analisadas, verificou-se que esta variou entre 9% e 64%. Esta reutilização faz-se sobretudo ao nível das correntes de refrigeração, todavia em algumas empresas verifica-se a reutilização de efluentes líquidos menos poluídos (e.g., águas de lavagem ou efluentes líquidos tratados).

A informação anterior foi desagregada em dois grupos, nomeadamente: empresas de “tinturaria e acabamentos” e empresas “verticais”. Os valores dos seus consumos e taxas de reutilização de água encontram-se resumidos na Tabela 4.9.

Tabela 4.9 – Valores médios de consumo anual, consumo médio específico e taxa de reutilização de água em empresas de tinturaria e acabamentos e empresas verticais.

	Tinturaria e acabamentos	Vertical
Consumo de água (m³/ano)	384 297	315 559
Consumo específico de água (m³/t)	90,15	166,69
Taxa de reutilização de água (%)	9	38

Analisando os valores da tabela anterior constata-se que as empresas de tinturaria e acabamentos têm um valor médio de consumo de água ligeiramente superior (18%) ao

verificado nas empresas verticais. No entanto, as empresas verticais têm o consumo específico médio significativamente superior (45%) às de tinturaria e acabamentos. Esta diferença era expectável face ao maior número de processos húmidos existentes nas empresas verticais. A diferença entre os valores de consumo anual e consumo específico devem-se à produção das empresas verticais ser, de forma geral, inferior à das empresas de tinturaria e acabamentos.

A taxa de reutilização da água é bastante mais relevante nas empresas verticais do que na tinturaria e acabamentos. A reutilização de água permite uma significativa poupança deste recurso, e conseqüentemente isso terá os benefícios económicos.

Relativamente à rejeição dos efluentes líquidos das empresas analisadas, verificou-se a existência de duas tipologias: (i) o efluente é tratado numa ETARI (Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais) própria e posteriormente descarregado no meio hídrico, e (ii) o efluente bruto é descarregado para um coletor sendo posteriormente tratado numa ETAR coletiva. Das empresas estudadas, 90% descarrega o seu efluente bruto num coletor, enquanto que apenas 10% possui ETARI própria e descarrega o seu efluente tratado no meio hídrico.

No cenário de rejeição dos efluentes líquidos no domínio hídrico, as empresas carecem da obtenção de uma licença de utilização de recursos hídricos emitida pela Administração da Região Hidrográfica responsável. Esta licença define, entre outros, o tipo de controlo a efetuar aos efluentes (tipo de amostra: pontual ou composta, periodicidade: mensal, trimestral, etc.) e as condições de descarga, isto é, os valores limite de emissão (VLE) dos diferentes parâmetros de qualidade que, normalmente, correspondem (ou são inferiores) os valores definidos no Anexo XVIII do Decreto-Lei 236/98. Para além deste diploma também a Portaria 423/97 define valores para pH, CQO, CBO₅ e cor para as descargas em meio hídrico aplicáveis ao setor têxtil.

Na Tabela E.1 do Apêndice E apresentam-se os valores médios e desvios-padrão para alguns parâmetros representativos, caracterizados nas empresas analisadas com descarga de efluentes líquidos no meio hídrico (efluente líquido tratado).

Por outro lado, as empresas que descarregam dos seus efluentes líquidos num coletor possuem uma autorização emitida pela entidade gestora do sistema de tratamento, e devem cumprir os VLE definido para cada coletor. A grande maioria das empresas analisadas efetuam as suas descargas para o coletor do Sistema Integrado de Despoluição do Vale do Ave (SIDVA), uma vez que se localizam na zona do Vale do Ave. No entanto, em algumas empresas as descargas são feitas para os coletores das câmaras municipais, como por exemplo o da Câmara Municipal de Barcelos. Normalmente os VLE estipulados por estas entidades são mais elevados do que os estabelecidos no Decreto-Lei 236/98, dado que o efluente líquido ainda vai ser sujeito a tratamento. Na Tabela 4.10 são indicados os valores limites estabelecidos por 3 entidades (SIDVA, Águas do Noroeste e Câmara Municipal de Barcelos) e pelo DL 236/98 (descargas no meio aquático e no solo) para alguns dos parâmetros analisados.

Tabela 4.10 - Valores limite de emissão estipulados por várias entidades gestoras de sistemas de tratamento de águas residuais, e pelo DL 236/98.

Parâmetros	SIDVA	Águas do Noroeste	C. M. Barcelos	DL 236/98
pH	5,5 – 9,5	5,5 – 9,5	5,5 – 9,5	6,0 – 9,0
CBO ₅ (mg/L)	500	500	500	40
CQO (mg/L)	2 000	1 000	1 000	150
SST (mg/L)	1 000	1 000	1 000	60
Condutividade (mS/cm)	3	---	---	---
Cloretos (mg/L)	1 500	1 000	---	----

Analisando os valores da tabela verifica-se que, tal como já foi referido, os VLE definidos pelas entidades gestoras dos coletores municipais são bastante semelhantes, sendo que, apenas o SIDVA estabelece VLE mais elevados para o CQO e os cloretos. Além disso, o SIDVA é o único que estabelece um VLE para a condutividade nos efluentes.

Na Tabela 4.11 constam os valores médios e os respetivos desvios-padrão dos parâmetros pH, SST, CQO, CBO₅, Condutividade e Cloretos resultantes da análise dos efluentes líquidos brutos de todas as empresas que efetuam a sua descarga em coletores.

Tabela 4.11 – Características dos efluentes líquidos brutos das empresas do setor têxtil analisadas neste trabalho, e que não detêm ETARI.

Parâmetro	Média	Desvio-padrão
pH	8,3	1,2
CBO ₅ (mg /L)	254,8	375,9
CQO (mg /L)	1 210,9	1499,9
SST (mg/L)	144,2	279,2
Condutividade (mS/cm)	3,0	1,8
Cloretos (mg/L)	805,7	661,6

Observando a tabela anterior constata-se que o pH médio destes efluentes é alcalino, as cargas orgânicas são elevadas e de baixa biodegradabilidade (CBO₅/CQO≈20%) e a concentração de sólidos suspensos totais é relativamente baixa quando comparada com os VLE estabelecidos. Todos valores médios cumprem os VLE da Tabela 4.10, estabelecidos pelas entidades gestoras dos sistemas de saneamento.

Comparando os valores obtidos com os referidos no subcapítulo 2.4.3 verifica-se que as médias relativas ao pH, CBO₅ e SST estão dentro de todos os intervalos indicados por todos os autores referidos. Por outro lado, os valores médios da CQO e da concentração de cloretos, não se encontram dentro dos intervalos publicados em dois artigos (*Lim et al.* 2010 e *Fazal et al.* 2018, respetivamente). Para terminar, o valor médio de condutividade, está dentro do intervalo referido por *Lim et al.* (2010), no entanto, é significativamente mais baixo do que o valor indicado por *Fazal et al.* (2018).

Visando conhecer com mais detalhe as características dos efluentes brutos de acordo com a tipologia de indústria têxtil, agregou-se a informação em três grupos: (i) tinturaria e acabamentos, (ii) estamparia e (iii) as empresas verticais. Assim, nos próximos subcapítulos serão analisados os parâmetros pH, CBO₅, CQO, SST, Condutividade e Cloretos para os grupos de empresas referidos.

No entanto, antes da análise propriamente dita dos resultados, de forma a ter uma melhor perceção da sua representatividade, é importante ter em conta a quantidade de dados

utilizados para calcular os valores médios apresentados. Na Tabela 4.12 encontra-se informação sobre o número de empresas incluídas em cada um dos grupos e o correspondente número total de pontos considerados em cada parâmetro.

Tabela 4.12 – Volume de informação referente à caracterização de efluentes brutos das empresas têxteis analisado neste trabalho.

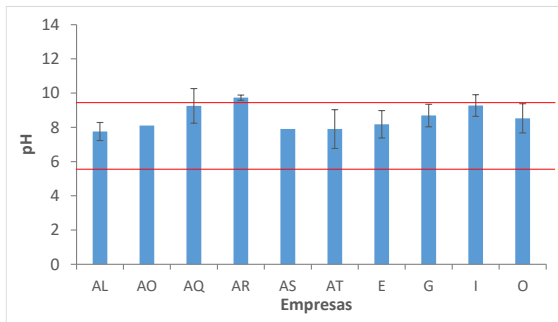
Grupo	Nº de empresas	Nº total de pontos					
		pH	Condutiv.	CBO ₅	CQO	SST	Cloretos
Tinturaria e acabamentos	10	144	139	143	143	139	80
Estamparia	4	62	37	63	62	63	12
Vertical	9	149	147	153	164	158	98

Verifica-se na tabela anterior que o número de empresas incluídas no grupo de “estamparia” é consideravelmente inferior (cerca de metade), sendo o número de pontos (correspondentes a resultados de análise) deste grupo também inferior aos outros dois grupos. Ainda relativamente a este grupo, constata-se que os parâmetros: condutividade e concentração de cloretos não são determinados com a mesma frequência que os demais parâmetros que constam na Tabela 4.12. Isto acontece porque os processos que se realizam nas empresas deste grupo não implicam a utilização de produtos que alterem significativamente estes dois parâmetros e, por isso, de forma geral não são quantificados aquando das análises aos seus efluentes. Com relação aos restantes grupos, verifica-se que, apesar de o grupo das empresas verticais conter menos uma empresa que o da tinturaria e acabamentos, o número de pontos é ligeiramente superior. Nestes dois grupos o número de pontos relativos aos cloretos é inferior aos existentes para os restantes parâmetros.

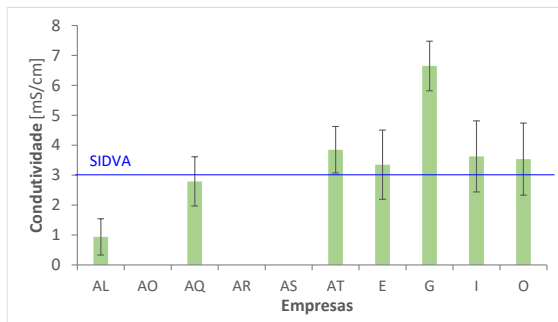
4.4.1 Tinturaria e acabamentos

Na Figura 4.13 ilustram-se os valores médios (e desvios-padrão) das 10 empresas que constituem o grupo de tinturaria e acabamentos, no que diz respeito às características dos seus efluentes brutos. As linhas horizontais nas figuras correspondem aos VLE da Tabela 4.10, correspondendo a cor azul à entidade gestora SIDVA e a vermelha às restantes duas.

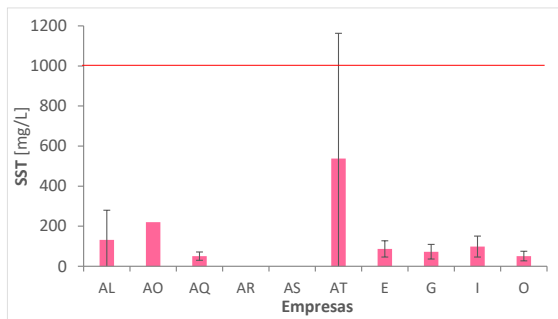
Quando apenas conste a linha vermelha significa que os VLE são iguais para todas as entidades.



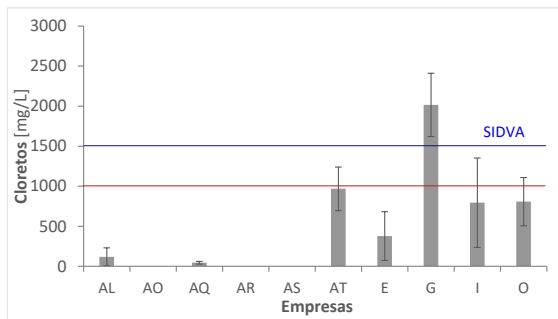
(a)



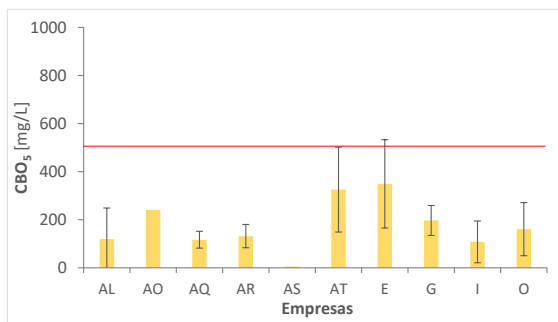
(b)



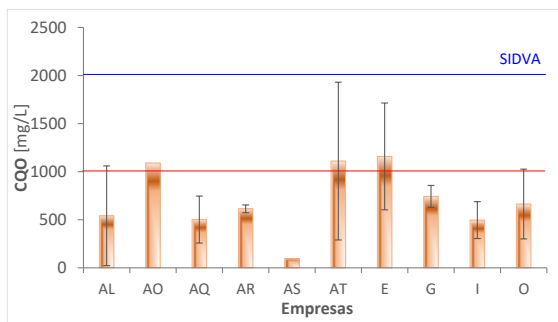
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 4.13 - Caracterização dos efluentes brutos de algumas indústrias de tingimento e acabamentos, em termos de: (a) pH, (b) condutividade, (c) sólidos suspensos totais, (d) cloretos, (e) carência bioquímica de oxigénio (CBO₅) e (f) carência química de oxigénio.

Observa-se na figura anterior que nem todas as empresas caracterizaram os seis parâmetros representados, o que significa em alguns casos a caracterização dos efluentes brutos foi mais simples do que outras.

Relativamente ao pH, verifica-se o valor médio de cada empresa encontra-se dentro da gama exigida pelas entidades gestoras dos sistemas de tratamento, exceto a empresa “AR” cujo valor médio excede ligeiramente o limite máximo (Figura 4.13 a). O valor médio de pH desta etapa do processo do setor têxtil é de 8,6, o qual se deve principalmente ao uso de produtos químicos de natureza alcalina. A título de curiosidade, no processo de tingimento o controlo do pH das soluções de corantes é um ponto-chave, visto que a solubilidade destes químicos depende do pH do solvente.

Na Figura 4.13 b observa-se que, das 7 empresas deste grupo que dispõe de informação sobre os valores de condutividade nos seus efluentes, 5 ultrapassam o VLE estabelecido pelo SIDVA, sendo que no caso da empresa “G” o valor médio é mais que duas vezes superior ao valor limite. Para estas empresas é possível negociar, com a entidade gestora, VLE superiores, pelo que, normalmente, as empresas conseguem respeitar estes valores limites. Os valores médios mais elevados de condutividade poderão dever-se à utilização de grande quantidade de sais para a fixação dos corantes no substrato têxtil.

A concentração média de SST do efluente bruto de cada uma das empresas é baixo, quando comparado com o VLE estipulado pelas três entidades gestoras, como mostra a Figura 4.13 c. Na referida figura sobressai o valor médio e desvio-padrão da empresa “AT”, por serem os mais elevados de todas as empresas ficando aquém do VLE.

Nota: no processo de tingimento os SST resultam de partículas não dissolvidas que são removidas do substrato têxtil durante as lavagens e também, em alguns casos, da precipitação de produtos químicos devido a alterações no valor do pH.

No caso da concentração de cloretos, verifica-se que apenas o valor médio da empresa “G” ultrapassa o VLE estabelecido pelo SIDVA, onde descarrega os seus efluentes. Também as empresas “AT”, “I” e “O” descarregam os seus efluentes para este coletor. A presença de cloretos nestes efluentes advêm da utilização de cloreto de sódio para fixar os corantes ao substrato têxtil, e naturalmente à utilização de compostos químicos no processo que contém este tipo de iões.

Relativamente à carga orgânica biodegradável, CBO_5 , verifica-se que o valor médio das empresas é sempre inferior ao VLE estabelecido pelas entidades gestoras, sendo que as empresas “AT” e “E” são as que apresentam valores mais próximos deste limite. A biodegradabilidade do efluente das empresas deste grupo é, de forma geral, baixa ($CBO_5/CQO \approx 20\%$). O substrato têxtil usado no processo é determinante no valor da CBO_5 , isto é, quando se utilizam fibras têxteis sintéticas em vez de naturais o valor de CBO_5 do efluente tende a ser mais baixo.

Quanto à CQO, verifica-se que a maioria das empresas cumpre os VLE da Tabela 4.10 referentes à descarga em coletores municipais. O efluente das empresas “AO”, “AT” e “E” tem um valor médio de CQO superior a 1000 mg/L, todavia não ultrapassa os VLE do SIDVA, onde descarregam o seu efluente. A carga orgânica presente nestes efluentes resulta da utilização de compostos orgânicos oxidáveis no tingimento e também da combinação dos corantes residuais com os químicos auxiliares que se aplicam nesta etapa do processo.

4.4.2 Estamparia

Comparativamente à etapa discutida anteriormente, a representatividade dos resultados que caracterizam a etapa de estamparia é inferior, face ao reduzido número de empresas e volume de dados disponíveis. No entanto, esta informação permite retirar algumas ilações relativamente às características dos efluentes brutos gerados pela estamparia do setor têxtil.

Na Figura 4.14 estão representados os valores médios (e desvios-padrão de 6 parâmetros que caracterizam a qualidade dos efluentes. Mais uma vez a representação gráfica (linhas horizontais) dos VLE segue o mesmo critério indicado no grupo anterior.

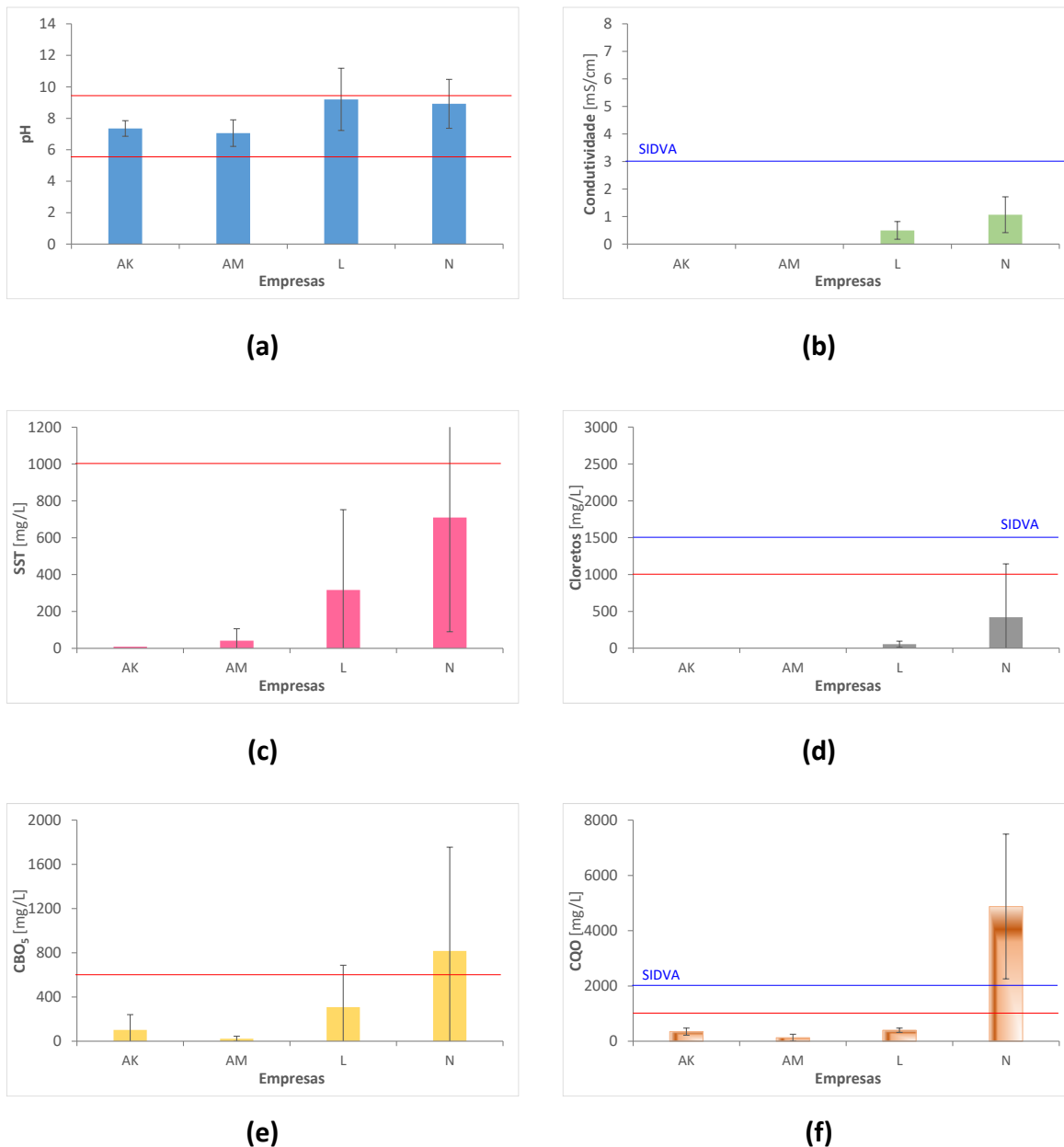


Figura 4.14 - Caracterização dos efluentes brutos de algumas indústrias de estamparia, em termos de: (a) pH, (b) condutividade, (c) sólidos suspensos totais, (d) cloretos, (e) carência bioquímica de oxigénio (CBO₅) e (f) carência química de oxigénio.

Pela Figura 4.14 verifica-se que o valor médio de pH das quatro empresas está dentro intervalo definido pelas entidades gestoras dos sistemas de tratamento.

Relativamente à condutividade, como já foi referido, apenas duas empresas deste grupo dispunham desta informação. Ambos os valores são bastante inferiores ao VLE.

No que diz respeito aos SST verifica-se que nesta etapa são muito superiores ao observado no grupo das empresas de tingimento e acabamentos, e tal atribui-se às pastas de impressão residuais que são produzidas nesta etapa. As referidas pastas são compostas por água, espessantes, pigmentos, ureia e outros químicos como solventes, e também tensoativos; normalmente são diluídas e descartadas como água residual, aumentando o teor de sólidos no efluente final. No entanto, os valores médios dos efluentes brutos das empresas aqui analisadas não ultrapassam o VLE estabelecido (Figura 4.14 c).

Tal como para a condutividade, também no caso dos cloretos se verifica a existência de pouca informação, pelos mesmos motivos referidos para o outro parâmetro. Também neste caso, nenhum dos valores médios ultrapassa os VLE.

A carga orgânica biodegradável, CBO_5 , apresenta, de forma geral, valores superiores aos das empresas do grupo analisado anteriormente. Porém, apenas o valor médio da empresa “N” excede o VLE estipulado. Esta empresa é a única cujo valor médio de CQO ultrapassa os VLE estabelecidos pelas entidades gestoras dos sistemas de tratamento. Estas CQO elevadas atribuem-se, tal como para os SST, às pastas de impressão residuais que resultam da limpeza dos equipamentos de estamperia é à lavagem dos têxteis estampados. À semelhança do observado no efluente bruto das empresas de tinturaria e acabamentos, a biodegradabilidade do efluente da estamperia é baixa ($CBO_5/CQO \approx 22\%$).

Fazendo uma análise global aos dados da figura anterior verifica-se que a empresa “N” apresenta valores mais elevados do que as demais, e no caso das cargas orgânicas (CBO_5 e CQO) ultrapassa os VLE.

4.4.3 Vertical

Neste subcapítulo serão analisados os parâmetros pH, SST, CQO, CBO_5 , condutividade e cloretos para empresas que apresentem uma estrutura vertical, nomeadamente empresas que realizem todos o quase todos os processos de: fiação, tecelagem, estamperia e/ou tingimento e acabamentos e confeção. Os valores calculados encontram-se ilustrados na Figura 4.15.

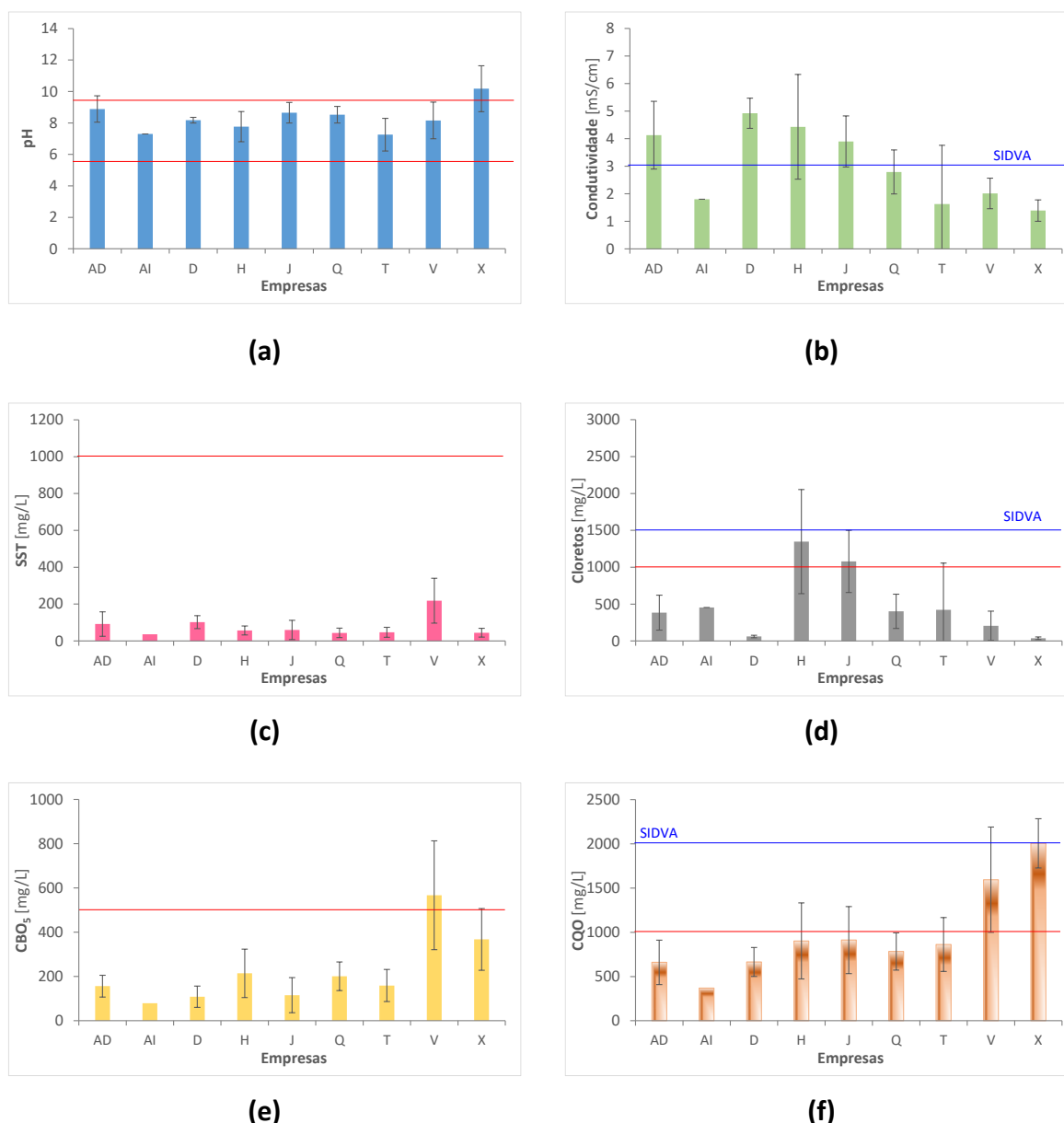


Figura 4.15 - Caracterização dos efluentes brutos de algumas indústrias verticais, em termos de: (a) pH, (b) condutividade, (c) sólidos suspensos totais, (d) cloretos, (e) carência bioquímica de oxigénio (CBO₅) e (f) carência química de oxigénio.

Analisando a Figura 4.15 verifica-se que todas as empresas apresentam valores médios de pH dentro da gama de VLE estipulada pelas entidades gestoras dos sistemas de tratamento, exceto a empresa “X” que excede ligeiramente. Tal como nas etapas anteriormente analisadas, o efluente líquido proveniente de empresas verticais é predominantemente alcalino. Isto deve-se aos produtos químicos alcalinos utilizados nas várias etapas do processo.

Relativamente à condutividade, verifica-se que mais do que uma empresa apresenta valores médios superiores ao VLE, nomeadamente as “AD”, “D”, “H” e “J” (Figura 4.15 b). Estes valores resultam dos sais utilizados durante a etapa de tinturaria.

Um cenário oposto observa-se com a concentração média de SST, em que todas as empresas deste grupo, têm um valor muito inferior ao VLE. As etapas que mais contribuem para o teor de sólidos nos efluentes das empresas deste setor são a tecelagem (devido aos restos dos encolantes utilizados e à libertação de partículas não dissolvidas que são removidas do substrato têxtil durante o seu processamento) e a estamparia. Analisando a Figura 4.15 c verifica-se que a empresa “V” tem um valor médio superior às demais empresas, isto acontece, pois, esta realiza o processo de estamparia. Relativamente à concentração de cloretos verifica-se que os valores médios das empresas “H” e “J” são superiores ao VLE das Águas do Noroeste (Figura 4.15 d), no entanto, não ultrapassam o valor estipulado pelo SIDVA, entidade gestora do coletor que utilizam

No caso da carga orgânica biodegradável, CBO_5 , verifica-se que apenas a empresa “V” apresenta um valor médio superior ao VLE, e tal atribui-se aos processos de estamparia que decorre nesta empresa e não nas restantes.

Para terminar, analisando a carga orgânica destes efluentes, nomeadamente a CQO (Figura 4.15 f), verifica-se que o valor médio das empresas “V” e “X” é superior ao VLE estabelecido pelas Águas do Noroeste e pela Câmara Municipal de Barcelos, no entanto, não ultrapassa o VLE do SIDVA, onde descarregam os seus efluentes.

4.4.4 Análise comparativa dos grupos

Apesar de anteriormente ter sido feita, esporadicamente, alguma análise comparada, em cada parâmetro, das características dos efluentes brutos dos três grupos de empresas criados neste trabalho, considerou-se pertinente fazê-lo de um modo sistematizado e sucinto. Assim, neste subcapítulo analisam-se globalmente os valores médios e respetivos desvios-padrão dos parâmetros pH, CQO, CBO_5 , SST, condutividade e cloretos dos três grupos de empresas: tinturaria e acabamentos, estamparia e vertical. A Figura 4.16 ilustra estes resultados.

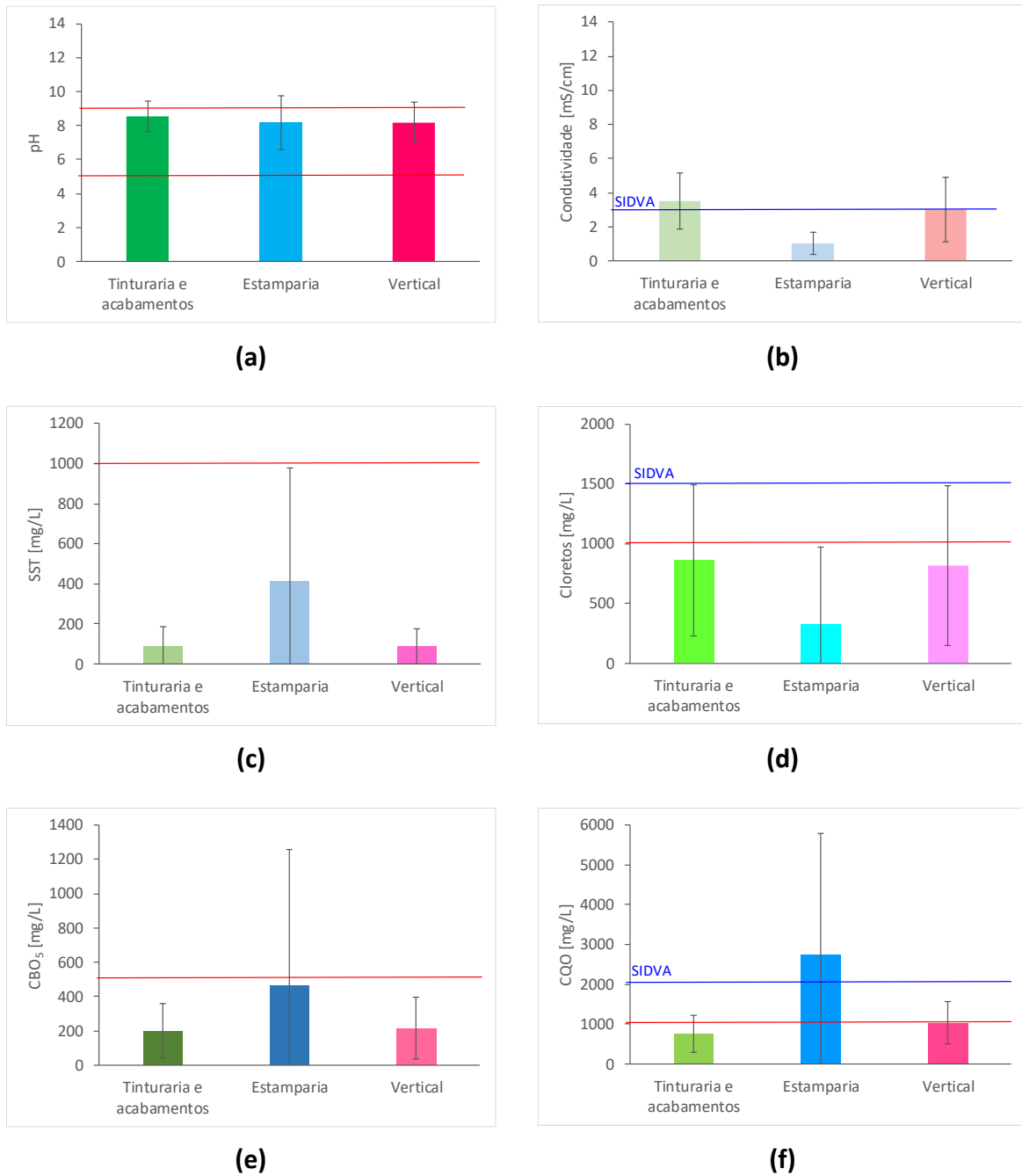


Figura 4.16 – Análise comparativa dos efluentes brutos de três grupos de indústrias: tinturaria e acabamentos, estamparia e vertical, em termos dos parâmetros: (a) pH, (b) condutividade, (c) sólidos suspensos totais, (d) cloretos, (e) carência bioquímica de oxigénio (CBO₅) e (f) carência química de oxigénio.

Os valores médios de pH dos três grupos de empresas são muito semelhantes, próximos do 8, ou seja, tratam-se de efluentes brutos alcalinos. O maior desvio-padrão observado no grupo de estamparia pode estar associado ao menor número dados existente.

Quanto à condutividade, verifica-se que o grupo que apresenta um valor médio mais elevado é o da tinturaria e acabamentos, no entanto o valor é muito semelhante ao das verticais. O grupo de estamparia é aquele que regista o menor valor de condutividade. Nos grupos de empresas de tinturaria & acabamentos e verticais, também se constata que os valores médios são superiores ao VLE do SIDVA.

No que diz respeito aos SST observa-se que o grupo que apresenta um valor médio mais elevado é o da estamparia. Os valores médios dos restantes grupos são muito semelhantes, sendo que o das empresas verticais é ligeiramente superior. No entanto, nenhum dos grupos excede os VLE.

No que concerne à concentração de cloretos, verifica-se que a maior corresponde ao grupo de tinturaria e acabamentos, seguido do grupo vertical, e por fim o de estamparia.

Passando para a carga orgânica destes efluentes, constata-se que a CBO_5 é mais elevada na estamparia, pouco mais do dobro, da registada nos restantes dois grupos, estando este valor médio muito próximo do VLE. O cenário observado da CQO (Figura 4.16 f) é semelhante ao da CBO_5 , sendo que o valor médio registado no grupo da estamparia excede o VLE do SIDVA, e o do grupo vertical encontra-se muito próximo do VLE das outras duas entidades gestoras

4.5 EMISSÕES GASOSAS

No setor têxtil e do vestuário as emissões gasosas podem ter origem no processo produtivo ou nos processos auxiliares. De acordo com mencionado no Capítulo 3, no processo produtivo foram tidas em conta as emissões gasosas de cinco tipos de equipamentos: râmulas, secadores, *tumblers*, gaseadeiras e engomadeiras. Estes equipamentos são utilizados maioritariamente nas etapas de acabamento, tingimento, estamparia e também na tecelagem, no caso da engomadeira. Estes equipamentos tanto podem ser abastecidos por vapor ou termofluído, fornecido por caldeiras ou equipamentos de cogeração, ou estarem equipados com queimadores próprios (combustão direta).

Nos processos auxiliares foram consideradas as emissões de caldeiras e as resultantes do processo de cogeração, muito utilizado na indústria têxtil. No caso dos processos auxiliares,

geralmente é utilizado gás natural como combustível, mas existem algumas caldeiras que utilizam fuelóleo ou biomassa.

A abordagem adotada na discussão dos resultados consiste, numa primeira fase, na análise global aos valores médios de caudal mássico de PTS, NO_x, CO e COV em todas as empresas, indiscriminadamente e, numa fase posterior, faz-se uma análise mais detalhada a dois grupos de empresas: (i) tinturaria e acabamentos e (ii) verticais.

O volume de dados disponíveis para cada um dos poluentes estudados encontra-se na tabela seguinte, onde estão indicados o número de empresas consideradas em cada grupo e, para cada um destes, o número de pontos (amostragens) relativos a cada poluente.

Tabela 4.13 - Número de pontos considerados na análise da concentração de PTS, NO_x, CO e COV em cada grupo de empresas.

Grupo	Nº de empresas	Nº total de pontos			
		PTS	NO _x	CO	COV
Tinturaria e acabamentos	10	74	66	70	152
Vertical	21	252	191	161	321

Na tabela anterior verifica-se que existe mais informação relativa a empresas verticais do que do grupo de tinturaria e acabamentos. Em ambos os grupos, os poluentes com mais dados disponíveis são os COV e as PTS. Por outro lado, os que dispõem de menor volume de informação são o CO, no caso das empresas verticais, e o NO_x, nas empresas de tinturaria e acabamentos.

Na Tabela 4.14 são apresentados os valores médios e desvios-padrão relativos aos caudais mássicos de PTS, NO_x, CO e COV destas empresas, sem qualquer segregação (por grupo).

Tabela 4.14 – Valores médios e respetivos desvios-padrão dos parâmetros PTS, NO_x, CO e COV na totalidade das empresas analisadas.

Parâmetro	Média (kg/h)	Desvio-padrão
PTS	0,5	0,5
NO _x	1,8	4,0
CO	1,9	1,3
COV	1,9	6,9

Pela tabela verifica-se que os poluentes que apresentaram caudais mássicos mais elevados são o CO e os COV devido, principalmente, à queima de combustíveis nas caldeiras e determinados equipamentos. No caso particular dos COV, a sua emissão advém da volatilização de substâncias presentes no substrato têxtil, quando este é exposto às elevadas temperaturas que se fazem sentir na maioria dos equipamentos. Por outro lado, as PTS são as com menor caudal mássico; isto acontece porque, grande parte das empresas utilizam gás natural, que liberta uma quantidade relativamente reduzida de PTS na sua combustão. Os desvios-padrão associados a todos os parâmetros são elevados, o que indica que os valores são bastante variáveis de amostragem para amostragem.

A caracterização das emissões gasosas por tipologia de indústria têxtil é feita nos próximos subcapítulos.

4.5.1 Tinturaria e acabamentos

Os caudais mássicos médios medidos (e respetivos desvios-padrão) nas empresas de tinturaria e acabamentos estão ilustrados na Figura 4.17.

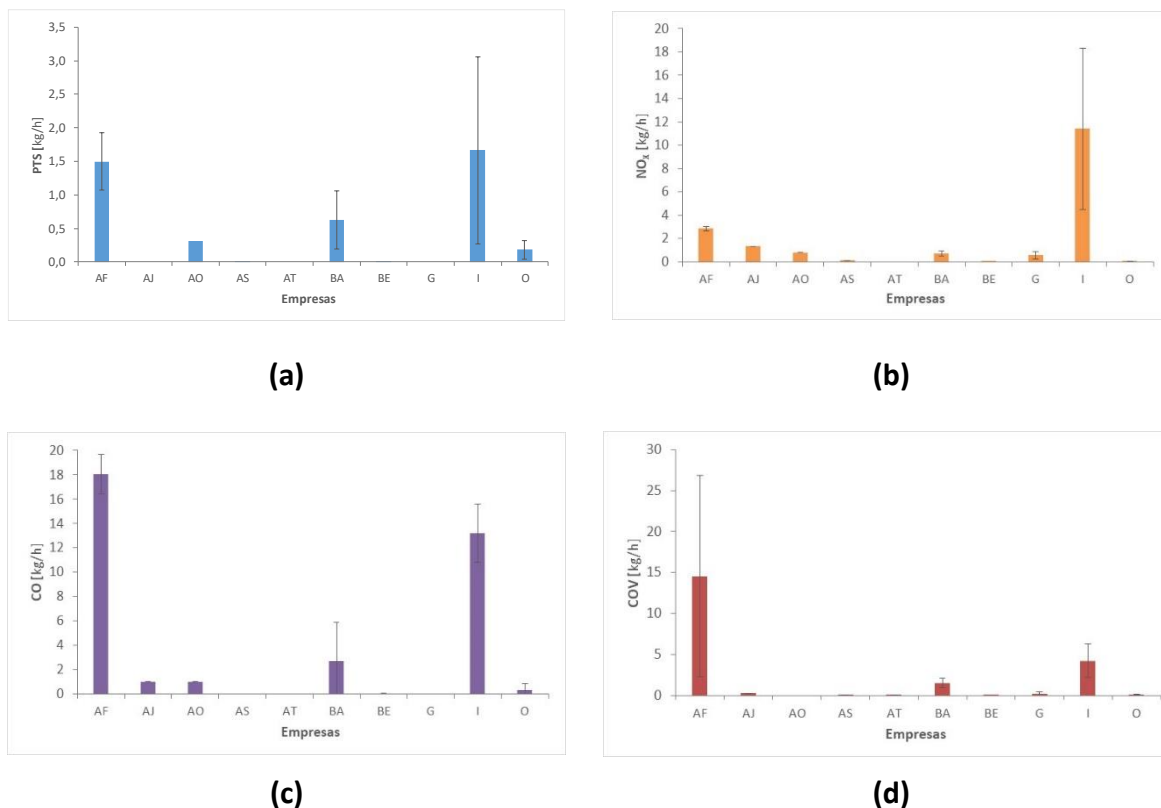


Figura 4.17 - Caracterização das emissões gasosas de algumas indústrias de tingimento e acabamentos, em termos de caudal mássico de: (a) PTS, (b) NO_x, (c) CO e (d) COV.

Pela Figura 4.17 a constata-se que os valores médios de caudal mássico de cada uma das empresas diferem significativamente, mesmo tratando-se de empresa que realizam as mesmas etapas do processo. A emissão de partículas está associada principalmente à queima de combustíveis nas caldeiras e equipamentos de cogeração, todavia, também podem surgir em equipamentos que detenham sistemas de combustão direta, ou até mesmo resultante da libertação por parte do substrato têxtil durante o seu processamento. A emissão de partículas está intimamente ligada com o combustível utilizado, p.e., os valores das empresas “AF” e “I” destacam-se das demais porque utilizam como combustível, para além do gás natural, fuelóleo e biomassa.

O NO_x resulta, essencialmente, da queima de combustíveis nas chaminés das caldeiras e dos equipamentos de cogeração, apresentando por isso uma tendência semelhante às partículas (Figura 4.17 b).

Por outro lado, o CO é libertado em maior quantidade quando é usado o gás natural como combustível. Uma vez que maioria das empresas utiliza este combustível verifica-se que os caudais mássicos deste poluente são relativamente superiores à dos poluentes discutidos anteriormente (Figura 4.17 c). O CO, para além de ser libertado nas caldeiras e cogerações também também é emitido pelas gaseadeiras em caudais significativos. Nestes equipamentos é consumido gás natural para alimentar a chama que queima as fibras do substrato têxtil.

As emissões são mais relevantes de COV ocorrem nas empresas “AF”, “I” e “BA” (Figura 4.17 d). Este poluente surge, não só da queima de combustíveis nas caldeiras e cogerações, mas também da volatilização de compostos que foram utilizados no tratamento do substrato têxtil quando expostos a elevadas temperaturas. Assim, é comum registarem-se elevadas concentrações de COV nos sistemas de extração alocados às gaseadeiras e às râmulas.

4.5.2 Vertical

Os resultados obtidos nas empresas verticais estão apresentados na Figura 4.18.

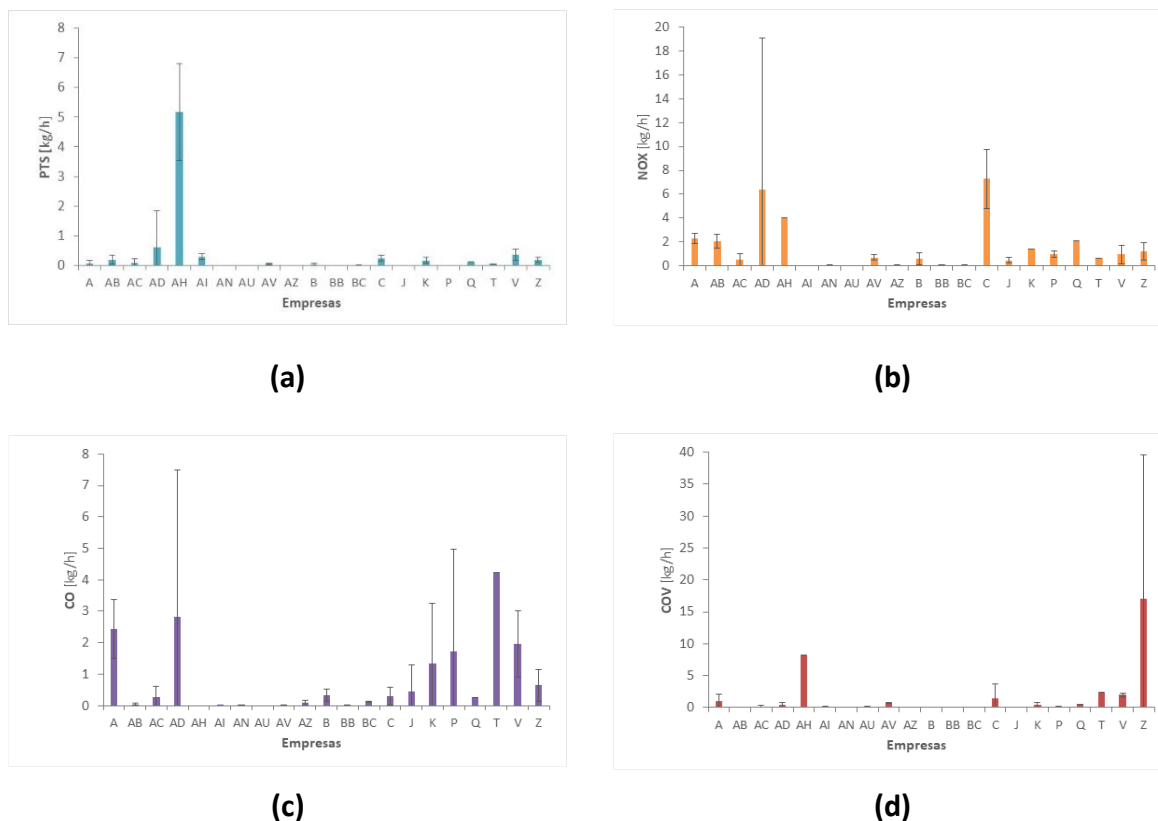


Figura 4.18 - Caracterização das emissões gasosas de algumas indústrias verticais, em termos de concentração de: (a) PTS, (b) NO_x, (c) CO e (d) COV.

O caudal mássico médio de partículas (Figura 4.18 a) da empresa “AH” é substancialmente superior ao das restantes empresas do tipo vertical. Esta emissão é uma consequência do combustível utilizado na sua caldeira (fuelóleo), mas também porque se trata de uma empresa de grandes dimensões, detendo um elevado número (comparativamente às demais empresas) de equipamentos que emitem este poluente. De realçar que a empresa “C” também utiliza fuelóleo como combustível na sua caldeira, no entanto, tem um sistema de tratamento de efluentes gasosos para recolha de partículas e por isso é que não apresenta caudais de PTS elevados.

Relativamente ao NO_x, de acordo com a Figura 4.18 b, observa-se que as empresas “AD” “AH” e “C” são aquelas onde se registam as emissões maiores. As duas últimas utilizam fuelóleo como combustível para as suas caldeiras por outro lado, a empresa “AD” utiliza gás natural nas caldeiras, mas tem equipamentos que utilizam *diesel*.

Da Figura 4.18 c denota-se que os valores de caudal mássico médio de CO seguem uma tendência quase inversa à dos parâmetros anteriormente analisados.

Relativamente aos COV, como se vê pela Figura 4.18 d, a empresa “Z” apresenta valores claramente superiores às restantes empresas, devido ao elevado número de râmulas que esta tem.

4.5.3 Análise comparativa dos grupos

A análise comparada das emissões gasosas dos dois grupos de empresas apresentados anteriormente encontra-se representada graficamente na figura seguinte, para os poluentes PTS, NO_x, CO e COV.

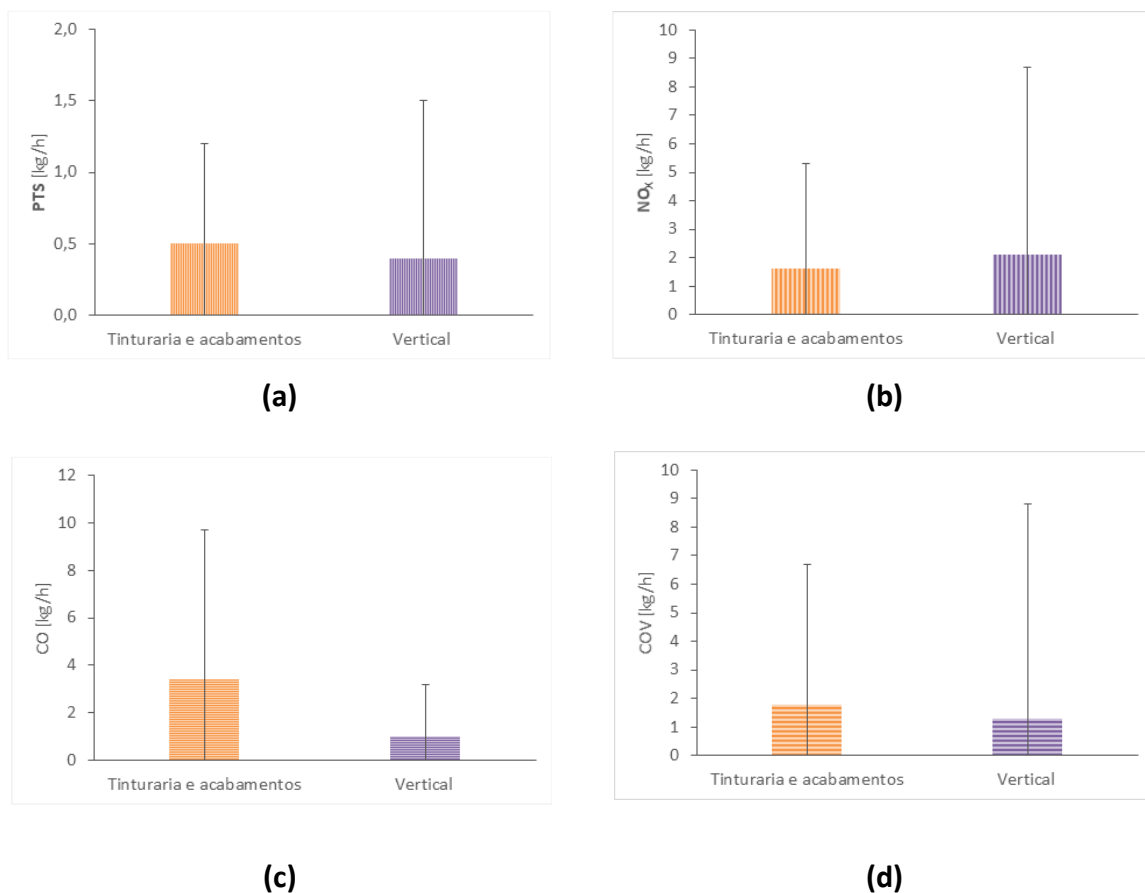


Figura 4.19 - Análise comparada dos caudais mássicos médios de (a) PTS, (b) NO_x, (c) CO e (d) COV, verificadas no grupo de tinturaria e acabamentos e no grupo vertical.

De forma geral, verifica-se que os valores são relativamente próximos nos dois grupos de empresas, o que não é surpreendente visto que os principais equipamentos responsáveis por estas emissões gasosas são idênticos nestes grupos. Porém, à exceção do NO_x, as emissões pelas empresas de tinturaria e acabamentos são mais elevados. Observa-se ainda que os desvios-padrão dos valores médios apresentados na Figura anterior são muito elevados, evidenciando a elevada dispersão dos dados utilizados.

4.6 RESÍDUOS

Na indústria têxtil e do vestuário são gerados resíduos em todas as etapas do processo produtivo e ainda nos processos auxiliares. De forma geral, estes resíduos correspondem a resíduos têxteis, resíduos específicos de certos processos (papel e plástico das mesas de corte) e resíduos de embalagens. No entanto, podem ainda surgir resíduos equiparados a domésticos, resíduos resultantes das atividades de manutenção (restos de máquinas, óleos usados, lâmpadas, pilhas, etc.) e resíduos de papel, *toner* bem como resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos resultantes das atividades administrativas das empresas.

No presente subcapítulo serão analisadas as quantidades específicas de resíduos produzidas (total e perigosos) nas empresas analisadas, a percentagem destes que é encaminhada para valorização e para eliminação e ainda, que tipo de resíduos é produzido em maior quantidade. Estes mesmos dados serão posteriormente organizados em dois grupos: (i) tinturaria e acabamentos e (ii) verticais.

O número de pontos disponíveis (e utilizados) neste trabalho, que permitiram o cálculo de valores médios, encontra-se na tabela seguinte.

Tabela 4.15 - Nº de empresas analisadas para cada grupo e o respetivo nº de pontos considerados para cada parâmetro relativo aos resíduos.

Grupo	Nº de empresas	Nº total de pontos		
		Produção específica	Destino	Tipo de resíduos
Tinturaria e acabamentos	7	6	6	7
Vertical	7	4	5	7

Pela tabela verifica-se que o número de empresas com informação disponível para cada grupo é o mesmo, no entanto, nem todas detinham dados sobre a sua produção específica de resíduos.

Na Tabela 4.16 são apresentados os valores médios e os respetivos desvios-padrão das quantidades específicas de resíduos total e perigosos produzidas nas empresas analisadas (abordagem geral).

Tabela 4.16 - Produções específicas médias de resíduos nas empresas do setor têxtil em Portugal.

	Média	Desvio-padrão
Produção específica de resíduos (kg/t)	100,2	113,0
Produção específica de resíduos perigosos (kg/t)	1,5	2,2

Nas empresas analisadas, a produção específica média de resíduos é de 100,2 kg/t de produto. Este valor é da mesma ordem de grandeza, mas ligeiramente inferior ao referido por Ozturk et al. (2015), 112 kg/t. Conclui-se também que os resíduos perigosos têm pouca expressão (1.5%) na produção global. A produção específica média destes resíduos é de 1,5 kg/t de produto, ligeiramente inferior ao publicado por Ozturk et al. (2015), 2 kg/t de produto.

As percentagens destes resíduos que são encaminhadas para valorização ou eliminação encontram-se resumidas na Tabela 4.17.

Tabela 4.17 – Percentagens médias de resíduos encaminhados para valorização e eliminação no setor têxtil em Portugal.

	Média	Desvio-padrão
Valorização	58%	24%
Eliminação	42%	24%

Pela análise da tabela verifica-se que a média da percentagem de resíduos que é encaminhada para valorização é quase de 60%, sendo os restantes encaminhados para eliminação. De forma geral, as operações de eliminação neste setor correspondem à deposição de resíduos em aterro, por outro lado, nas operações de valorização incluem-se a utilização dos resíduos como combustíveis, reciclagem/recuperação de materiais inorgânicos, entre outros.

No que concerne à tipologia dos resíduos produzidos em maiores quantidades, na Figura 4.20 ilustram-se os resultados obtidos. As descrições do tipo de resíduo que se enquadra no respetivo código LER segundo a decisão 2014/955/UE da Comissão Europeia são apresentadas na Tabela G.1 do Apêndice G.

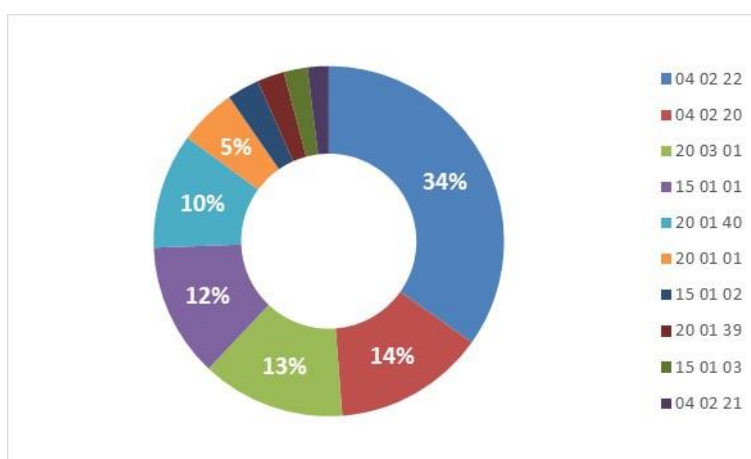


Figura 4.20 – Resíduos produzidos (por código LER) no setor têxtil em Portugal.

Analisando a Figura anterior contata-se que as fibras têxteis processadas (LER 04 02 22) são o resíduo mais produzido, com uma contribuição 34% para o total, seguindo-se as lamas de tratamento de efluentes sem substâncias perigosas (LER 04 02 20), com 14%. Estas últimas, apesar de serem produzidas por poucas empresas, quando o são correspondem a grandes quantidades. Com 13% surgem as misturas de resíduos urbanos e equiparados (LER 20 03 01) que resultam da atividade normal de uma empresa e, em seguida, com 12% e 10% estão as embalagens de papel e cartão (LER 15 01 01) e os metais recolhidos separadamente (LER 20 01 40), respetivamente.

Em seguida serão analisados os mesmos pontos referidos anteriormente para dois grupos de empresas: as de tinturaria e acabamentos e verticais.

4.6.1 Tinturaria e acabamentos

Na Tabela 4.18 estão representadas as quantidades específicas de resíduos totais e perigosos produzidos nas empresas de tinturaria e acabamentos analisadas.

Tabela 4.18 – Produção específica média de resíduos nas empresas do grupo de tinturaria e acabamentos.

	Média	Desvio-padrão
Produção específica de resíduos (kg/t)	105,4	130,1
Produção específica de resíduos perigosos (kg/t)	2,3	2,7

Verifica-se que os resíduos perigosos correspondem a uma pequena parte do total de resíduos produzidos, com um valor médio de apenas 2,3 kg/t de produto.

Os dados relativos ao destino que é dado aos resíduos deste grupo estão representados na **Figura 4.21**.

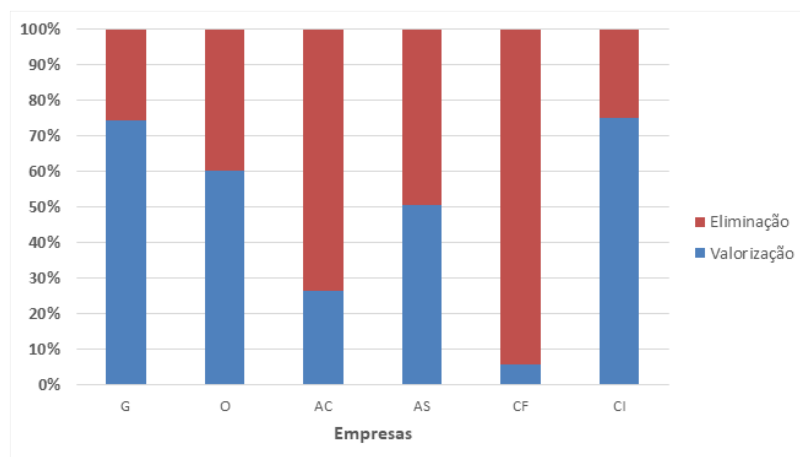


Figura 4.21 - Percentagem de resíduos encaminhados para valorização e eliminação no grupo de tinturaria e acabamentos.

Pela análise da figura verifica-se que a maioria das empresas reencaminha mais que 50% da sua produção de resíduos para processos de valorização, sendo que apenas duas empresas (“AC” e “CF”) enviam menos que 30% dos seus resíduos para valorização.

Os dados relativos ao tipo de resíduos produzidos nas empresas deste grupo são apresentados na Figura 4.22. O tipo de resíduos correspondente a cada código LER está indicado na Tabela G.1 do Apêndice G.

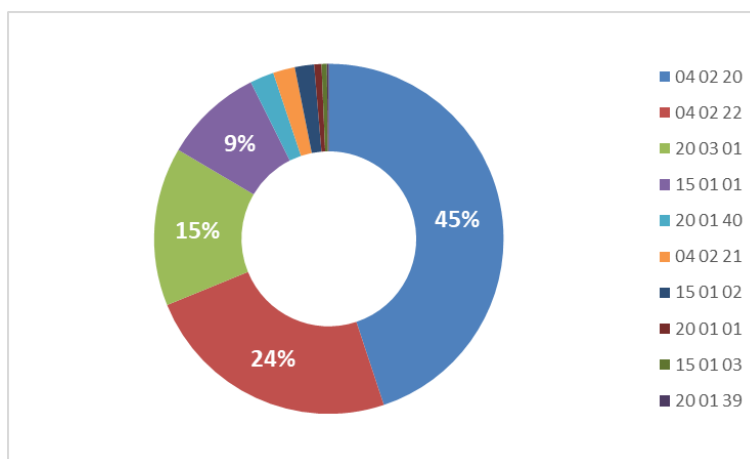


Figura 4.22 - Resíduos produzidos (por código LER) pelas empresas do grupo tinturaria e acabamentos.

Analisando a figura verifica-se que o tipo de resíduos que se produz em maiores quantidades corresponde a lamas do tratamento local de efluentes não perigosas. Note-se que apenas uma das empresas analisadas tem um sistema de tratamento de efluentes

líquidos e, por isso, este valor diz respeito a apenas essa empresa. Com um contributo de 24% para a produção total de resíduos encontram-se as fibras têxteis processadas, e com 15% as misturas de resíduos urbanos e equiparados. Os restantes resíduos aqui apresentados têm um peso inferior a 10%.

4.6.2 Vertical

Os dados relativos às quantidades específicas de resíduos totais e perigosos produzidos nas empresas verticais analisadas são apresentados Tabela 4.19.

Tabela 4.19 - Produção específica média de resíduos nas empresas do grupo vertical.

	Média	Desvio-padrão
Produção específica de resíduos (kg/t)	92,5	99,8
Produção específica de resíduos perigosos (kg/t)	0,39	0,39

Pela análise da tabela anterior verifica-se que a quantidade específica de resíduos produzida neste tipo de empresas apresenta um valor médio de 92,5 kg/t, valor semelhante ao das empresas do grupo anterior. Relativamente aos resíduos perigosos verifica-se que, tal como para as empresas de tinturaria e acabamentos, estes correspondem apenas uma pequena parte dos resíduos produzidos com um valor médio de 0,39 kg/t de produto.

Os dados relativos ao destino que é dado aos resíduos nas empresas deste tipo estão representados na Figura 4.23.

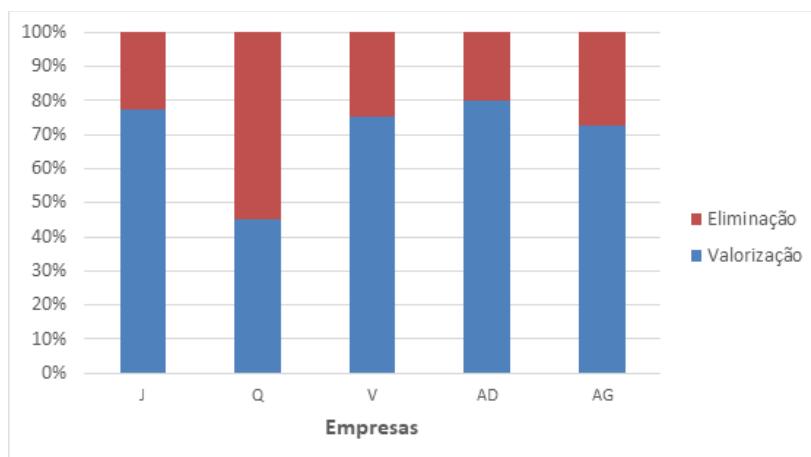


Figura 4.23 - Percentagem de resíduos encaminhados para valorização ou eliminação nas empresas do grupo vertical.

Analisando a figura anterior verifica-se que a maioria das empresas reencaminha mais que 70% da sua produção de resíduos para processos de valorização, e apenas uma empresa (“Q”) envia menos que 50% dos seus resíduos para este destino. Este grupo de empresas envia em média 70% dos seus resíduos para valorização sendo que estes valores variam entre 45% e 80%. Pelo contrário, a percentagem de resíduos que vão para eliminação varia entre 20% e 55% com um valor médio de 30%.

Os dados relativos ao tipo de resíduos produzidos pelo grupo vertical estão apresentados na Figura 4.24. O tipo de resíduos correspondente a cada código LER está indicado na Tabela G.1 do Apêndice G.

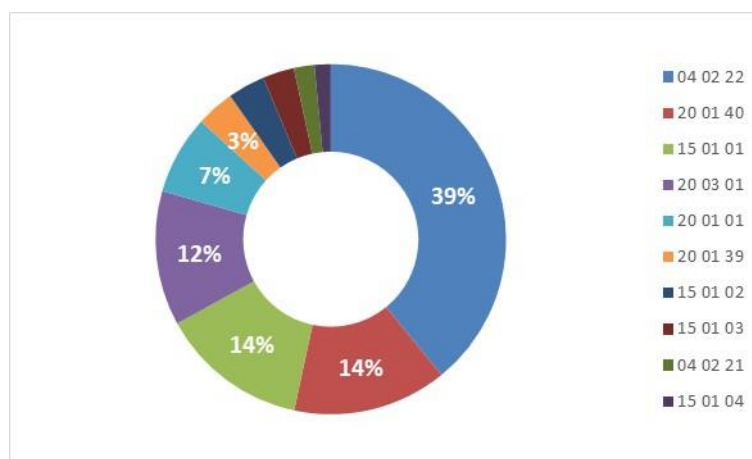


Figura 4.24 - Resíduos produzidos (por código LER) pelas empresas do grupo vertical.

Pela figura acima é possível concluir que, para este grupo, os resíduos que se produzem em maiores quantidades são as fibras têxteis processadas com um contributo de 39%, em seguida, com 14% surgem as frações de metais recolhidas seletivamente e as embalagens de papel e cartão; com 12% surgem ainda as misturas de resíduos urbanos e equiparados.

4.6.3 Análise comparativa dos grupos

Na Figura 4.25 estão apresentados os valores médios e respetivos desvios-padrão, de produção específica de resíduos (totais e perigosos) calculados para os dois grupos já analisados. Pretende-se deste modo analisar de forma comparada o panorama da produção de resíduos nos grupos tinturaria e acabamentos e no vertical.

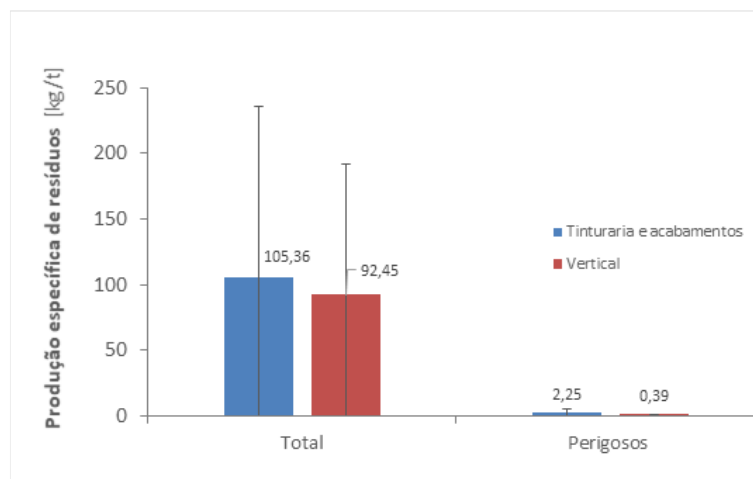


Figura 4.25 – Produção específica média de resíduos no grupo tinturaria e acabamentos e no grupo vertical.

Como se pode ver pela figura, o valor médio de produção específica de resíduos é bastante semelhante para os dois grupos de empresas, sendo ligeiramente superior nas empresas do grupo de tinturaria e acabamentos. O mesmo acontece com os resíduos perigosos. Neste caso é importante ter em consideração o reduzido volume de dados utilizados e, conseqüentemente, os valores médios aqui apresentados, que podem não ser muito representativos do setor têxtil em Portugal. Para além disto, também se verificam elevados desvios-padrão para ambos os grupos, o que indica uma grande dispersão dos valores.

Os valores médios obtidos referentes às frações que são encaminhadas para valorização ou para eliminação nos dois grupos de empresas estudadas são apresentados na Figura 4.26.

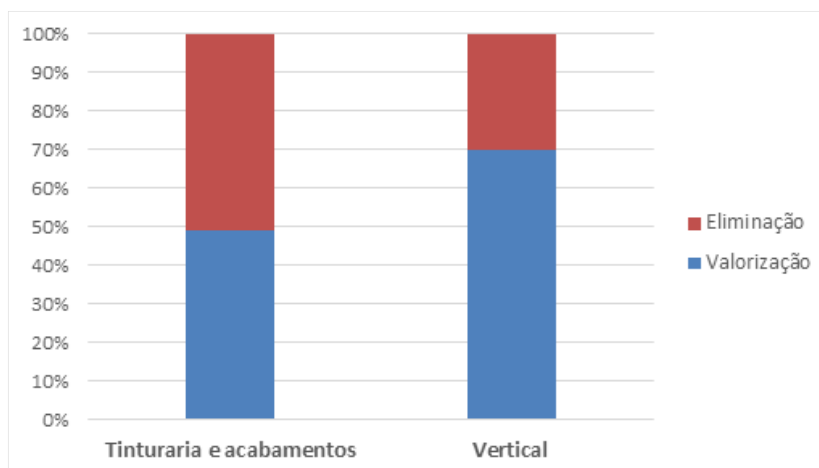


Figura 4.26 - Resíduos encaminhados para valorização e eliminação no grupo tinturaria e acabamentos e no grupo vertical.

Pela análise da figura verifica-se que o grupo vertical valoriza em média 70% os resíduos produzidos e, em contrapartida, esta fração desce para valores ligeiramente abaixo dos 50% no grupo tinturaria e acabamentos.

Para terminar foram comparados os cinco tipos de resíduos mais produzidos nos dois grupos de empresas, os resultados obtidos são apresentados na Figura 4.27. O tipo de resíduos correspondente a cada código LER está indicado na Tabela G.1 do Apêndice G.

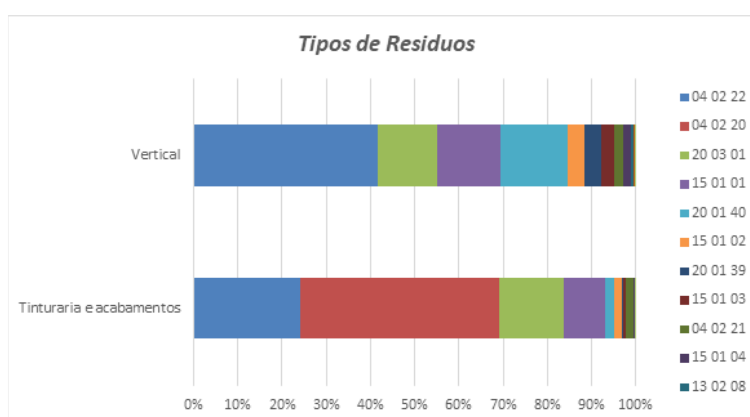


Figura 4.27 – Produção média de resíduos (por código LER) pelo grupo tinturaria e acabamentos e pelo grupo vertical.

Analisando os tipos de resíduos mais comuns nos dois grupos de empresas (ver Figura 4.27) verifica-se que são relativamente semelhantes, diferindo apenas nas de lamas do tratamento local de efluentes não perigosas, produzidas por uma das empresas de tinturaria e acabamentos analisada. Excluindo este resíduo, ambos os grupos produzem em

maiores quantidades resíduos de fibras têxteis processadas, seguido de embalagens de papel e de cartão, no caso das empresas verticais e misturas de resíduos urbanos nas empresas de tinturaria e acabamentos.

4.7 INDICADORES DE DESEMPENHO AMBIENTAL

Os resultados obtidos para cada indicador ambiental referido na Tabela 3.3 são apresentados e discutidos no presente subcapítulo. Estes indicadores foram calculados para a totalidade das empresas indiscriminadamente e para os diversos grupos de empresas abordados ao longo deste trabalho nomeadamente: (i) fiação, (ii) tinturaria e (iii) acabamentos, (iv) confeção e (v) vertical. Perante a informação disponível, foi possível calcular todos os indicadores para os grupos de empresas de tinturaria e acabamentos e vertical, todavia, para o de fiação e confeção apenas foram calculados os indicadores da categoria energia.

Os valores obtidos para cada indicador, relativo à totalidade das empresas analisadas, são apresentados na Tabela 4.20.

Tabela 4.20 - Indicadores ambientais do setor têxtil em Portugal.

Categoria	Indicador	Valor	Unidade	
Energia	Consumo específico	1833,2	kgep/t	
	Intensidade energética	0,940	kgep/€	
	Intensidade carbónica	2450,3	kgCO ₂ eq/tep	
Produtos químicos	Consumo específico	396,5	kg/t	
Água	Consumo específico	148	m ³ /t	
	Taxa de reutilização de água	35	%	
Águas residuais	Volume específico de água residual	148,0	m ³ /t	
	Carga específica de poluente nas águas residuais	CBO ₅	176,0	kg/t
		CQO	902,0	kg/t
		SST	81,4	kg/t
		Cloretos	964,1	kg/t
Emissões gasosas	Emissão específica de poluentes gasosos	PTS	1,2	kg/t
		NO _x	7,6	kg/t
		CO	3,3	kg/t
		COV	2,5	kg/t
Resíduos	Produção específica de resíduos	100,2	kg/t	
	Resíduos enviados para valorização	58	%	

Os indicadores ambientais calculados para as empresas de fiação estão indicados na Tabela 4.21.

Tabela 4.21 - Indicadores ambientais relativos às empresas de fiação.

Categoria	Indicador		Unidade
Energia	Consumo específico	721,3	kgep/t
	Intensidade energética	1,133	kgep/€
	Intensidade carbónica	2205,1	kgCO ₂ eq/tep

Comparando os valores da Tabela 4.21 com os da Tabela 4.20 verifica-se que o consumo específico e a intensidade carbónica das empresas de fiação apresentam valores inferiores à média do total das empresas. O que indica que, quando comparado com a média de todas as empresas, o processo de fiação requer menos energia para a produção de uma dada quantidade de produto final, mas também que esta energia provém de fontes ou combustíveis que emitem menos GEE.

Na Tabela 4.22 estão os valores dos indicadores para as empresas do grupo de tinturaria e acabamentos.

Tabela 4.22 - Indicadores ambientais relativos às empresas de tinturaria e acabamentos

Categoria	Indicador		Unidade
Energia	Consumo específico		1545,8 kgep/t
	Intensidade energética		2,018 kgep/€
	Intensidade carbónica		2542,1 kgCO ₂ eq/tep
Produtos químicos	Consumo específico		524,3 kg/t
Água	Consumo específico		90,2 m ³ /t
	Taxa de reutilização de água		9 %
Águas residuais	Volume específico de água residual		77,1 m ³ /t
	Carga específica de poluente nas águas residuais	CBO ₅	110,6 kg/t
		CQO	440,2 kg/t
		SST	37,5 kg/t
		Cloretos	798,8 kg/t
Emissões gasosas	Emissão específica de poluentes gasosos	PTS	0,6 kg/t
		NO _x	2,3 kg/t
		CO	3,3 kg/t
		COV	1,3 kg/t
Resíduos	Produção específica de resíduos		105,4 kg/t
	Resíduos enviados para valorização		49 %

Comparando os valores deste grupo com os da Tabela 4.20 verifica-se que a maioria dos indicadores são inferiores à media do total das empresas, com exceção do consumo de produtos químicos, a intensidade energética e a intensidade carbónica. Analisando os indicadores relativos às águas residuais constata-se os poluente que apresentam maior

carga específica são os cloretos. Relativamente às emissões gasosas, é o CO o poluente emitido em maiores quantidades.

Na Tabela 4.23 estão os valores dos indicadores da categoria de energia para as empresas de confeção.

Tabela 4.23 - Indicadores ambientais relativos às empresas de confeção.

Categoria	Indicador		Unidade
Energia	Consumo específico	731,0	kgep/t
	Intensidade energética	0,063	kgep/€
	Intensidade carbónica	2465,3	kgCO ₂ eq/tep

Tal como para a fiação, também para este grupo só estavam disponíveis dados para o cálculo dos indicadores da categoria de energia. Neste grupo, o valor de consumo específico e a intensidade carbónica são significativamente mais baixos do que a média de todas as empresas (Tabela 4.20). O que indica que a etapa de confeção requer um menor consumo energético.

Em seguida são apresentados os indicadores relativos às empresas verticais (ver Tabela 4.24).

Tabela 4.24 - Indicadores ambientais relativos às empresas verticais.

Categoria	Indicador		Unidade
Energia	Consumo específico		2381,8 kgep/t
	Intensidade energética		0,829 kgep/€
	Intensidade carbónica		2459,0 kgCO ₂ eq/tep
Produtos químicos	Consumo específico		345,3 kg/t
Água	Consumo específico		166,7 m ³ /t
	Taxa de reutilização de água		38 %
Águas residuais	Volume específico de água residual		167,0 m ³ /t
	Carga específica de poluente nas águas residuais	CBO ₅	219,6 kg/t
		CQO	1209,9 kg/t
		SST	110,7 kg/t
		Cloretos	1074,3 kg/t
Emissões gasosas	Emissão específica de poluentes gasosos	PTS	1,4 kg/t
		NO _x	8,9 kg/t
		CO	2,8 kg/t
		COV	2,1 kg/t
Resíduos	Produção específica de resíduos		92,5 kg/t
	Resíduos enviados para valorização		70 %

Comparando os valores obtidos para este grupo com os valores médios de todas as empresas (Tabela 4.20) verifica-se que, de forma geral, os indicadores deste grupo apresentam valores mais elevados do que a média geral. As exceções são a intensidade

energética, o consumo de produtos químicos, a emissão específica de CO e COV e a produção específica de resíduos. Na carga específica das suas águas residuais o parâmetro com maior peso é a CQO e, nas emissões gasosas é o NO_x.

Para terminar foram compilados os valores obtidos para cada grupo numa só tabela (Tabela 4.25), de forma a facilitar a comparação dos indicadores.

Tabela 4.25 - Comparação dos indicadores ambientais dos diferentes grupos.

Categoria	Indicador	Fiação	Tinturaria e acabamentos	Confeção	Vertical	Unidades	
Energia	Consumo específico	721,3	1545,8	731,0	2381,8	kgep/t	
	Intensidade energética	1,133	2,018	0,063	0,829	kgep/€	
	Intensidade carbónica	2205,1	2542,1	2465,3	2459,0	kgCO ₂ eq/tep	
Produtos químicos	Consumo específico	-	524,3	-	345,3	kg/t	
Água	Consumo específico	-	90,2	-	166,7	m ³ /t	
	Taxa de reutilização de água	-	9	-	38	%	
Águas residuais	Volume específico de água residual	-	77,1	-	167,0	m ³ /t	
	Carga específica de poluente nas águas	CBO ₅	-	110,6	-	219,6	kg/t
		CQO	-	440,2	-	1209,9	kg/t
		SST	-	37,5	-	110,7	kg/t
		Cloret.	-	798,8	-	1074,3	kg/t

Tabela 4.26 - Comparação dos indicadores ambientais dos diferentes grupos (cont.).

Categoria		Indicador	Fiação	Tinturaria e acabamentos	Confeção	Vertical	Unidade
Emissões gasosas	Emissão específica de poluentes gasosos	PTS	-	0,6	-	1,4	kg/t
		NO _x	-	2,3	-	8,9	kg/t
		CO	-	3,3	-	2,8	kg/t
		COV	-	1,3	-	2,1	kg/t
Resíduos	Produção específica de resíduos	Valorização	-	49	-	70	%

Comparando os indicadores dos quatro grupos constata-se que, em termos energéticos, os grupos de fiação e confeção são os que apresentam valores mais baixos. Por outro lado, as empresas verticais são as que apresentam um valor médio de consumo energético específico mais elevado e as de tinturaria e acabamento as que apresentam valores médios superiores de intensidade energética e carbónica. Relativamente aos restantes indicadores, o grupo das empresas verticais apresenta valores superiores na maioria deles, com exceção do consumo específico de produtos químicos, da emissão específica de CO e da produção específica de resíduos que surgem com valores médios superiores no grupo das empresas de tinturaria e acabamentos.

4.8 CONCLUSÃO

Na análise dos consumos energéticos verificou-se que, na indústria têxtil e de vestuário, são utilizados diversos tipos, fontes de energia e combustíveis e, para além disto, que os consumos energéticos variam muito consoante o tipo de empresas. No entanto, de forma geral, quase todos os grupos de empresas, com exceção da confeção, apresentam consumos anuais superiores a 500 tep e, por isso, são consideradas consumidoras intensivas de energia.

Analisando os consumos específicos de cada grupo de empresas, verifica-se que, as empresas verticais são as que têm um valor médio mais elevado, por outro lado, o grupo que apresenta consumos mais baixos é o das empresas de confeção. Relativamente aos tipos e fontes de energia mais utilizados em cada grupo verificou-se que os grupos de confeção e fiação consomem uma maior percentagem de energia elétrica, para os equipamentos, e pequenas quantidades de combustíveis, para a frota de transporte e para aquecimento. Por outro lado, as empresas de tinturaria e acabamentos, uma vez que incluem a realização de processos húmidos, apresentam maiores consumos de gás natural, vapor e água quente. As empresas verticais, dada a variedade de processos que realizam, utilizam percentagens semelhantes de energia elétrica e gás natural.

Da análise do consumo de produtos químicos, conclui-se que, no setor têxtil, estes são utilizados na grande maioria dos processos produtivos, sendo que, as empresas de tinturaria e acabamentos são as que exibem consumos específicos mais elevados. Verificou-se também que, os produtos químicos auxiliares são os mais utilizados, sendo que os corantes e os pigmentos representam apenas uma pequena fatia da totalidade dos produtos químicos.

O consumo de águas e as águas residuais produzidas são um aspeto ambiental relevante neste setor, pelo histórico de poluição das águas superficiais. Relativamente ao consumo de água, este pode ocorrer não só no processo produtivo, mas também para outras atividades das empresas, como por exemplo a limpeza. Esta água pode ser captada em diferentes tipos de fontes, como acontece na maioria dos casos. Nas empresas analisadas a maioria das captações correspondem a fontes subterrâneas, no entanto, e apesar de em

menor número, também são utilizadas fontes de águas superficiais. Geralmente, no caso destas últimas, é necessário proceder ao tratamento das águas para fins industriais para evitar que possíveis contaminações alterem a qualidade do produto final. Comparando os consumos específicos de água, conclui-se que as empresas verticais apresentam um valor médio de consumo específico de água ligeiramente superior ao verificado nas empresas de tinturaria e acabamentos. Relativamente à taxa de reutilização da água, verifica-se que esta é superior nas empresas verticais.

No que diz respeito às águas residuais geradas, verifica-se que, de forma geral estas apresentam um pH alcalino, CQO e CBO₅ elevados e, por vezes, alto teor de sólidos suspensos e elevada condutividade. Analisando mais pormenorizadamente cada grupo de empresas verifica-se que nas que realizam os processos de tingimento e acabamentos, a CQO e a CBO₅ têm um peso importante, no entanto, realçam-se a condutividade e a concentração de cloretos; nas estamparias, para além das cargas orgânicas destaca-se o teor de sólidos suspensos totais; por fim, nas empresas verticais, e uma vez que estas englobam uma maior variedade de processos, podem-se destacar a CQO e a CBO₅ e o teor de sólidos suspensos e dissolvidos, dependendo dos processos realizados nestas empresas. Comparando os valores obtidos para cada grupo foi possível concluir que as empresas de estamparia são as que apresentam valores médios mais elevados em quase todos parâmetros exceto na condutividade, onde as empresas verticais apresentam valores superiores e nos cloretos e pH onde são as empresas de tinturaria e acabamentos que apresenta valores superiores.

No que diz respeito às emissões gasosas, verificou-se que estas podem ter origem no processo produtivo, ou seja, nos equipamentos produtivos (*râmulas, secadores, tumblers, gaseadeiras e engomadeiras*), ou nos processos auxiliares, como nas caldeiras e equipamentos de cogeração que são utilizados para a produção de energia. Na caracterização deste aspeto, foram analisadas as emissões de todos os equipamentos relativas aos parâmetros PTS, NO_x, CO e COV. Para ambos os grupos (tinturaria e acabamentos & verticais) se verificou que o NO_x e o CO são os poluentes emitidos em maiores quantidades, devido à queima de combustíveis (principalmente gás natural e gasóleo) nos equipamentos e caldeiras. Comparando os dois grupos, verifica-se que os

valores são bastante semelhantes uma vez que, a maioria dos equipamentos são utilizados em ambos os grupos.

Da produção de resíduos no setor, conclui-se que, de forma geral, existe uma elevada quantidade e variedade sendo que, apenas uma pequena parte destes são considerados perigosos. Para além disto, também se verificou que, globalmente, a maioria dos resíduos é encaminhada para processos de valorização, no entanto, a diferença entre resíduos que são encaminhados para valorização e eliminação é relativamente pequena. Da análise global conclui-se ainda que os resíduos que produzidos em maiores quantidades são resíduos de fibra têxtil processada, lamas resultantes do tratamento local de efluentes e misturas de resíduos urbanos e equiparados. Comparando os dois grupos de empresas analisados (tinturaria e acabamentos e verticais) verificou-se que as empresas verticais apresentam uma maior produção de resíduos, quer a nível global quer a nível dos resíduos perigosos, no entanto apresentam, em média, uma maior percentagem de resíduos encaminhados para a valorização do que as empresas de tinturaria e acabamentos.

Relativamente aos indicadores calculados conclui-se que, o grupo de empresas verticais é o que apresenta valores mais elevados na maioria dos indicadores, com exceção da intensidade energética e carbónica, do consumo específico de produtos químicos, da emissão específica de CO e da produção de específica de resíduos onde o valor mais elevado está associado às empresas de tinturaria e acabamentos. Por outro lado, as empresas de fiação apresentam o menor valor de consumo energético específico e de intensidade carbónica e, o grupo de confeção, é o que apresenta menor valor de intensidade energética.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão elencadas, em primeiro lugar, algumas medidas que podem ser aplicadas para gerir os impactes ambientais adversos do setor têxtil. Estas foram propostas tendo em conta os aspetos ambientais e a caracterização que foi feita ao logo deste trabalho. Para além disto, de modo sucinto, serão apresentadas as principais conclusões que resultaram da elaboração deste trabalho, assim como, algumas considerações sobre o decorrer e a experiência do estágio.

5.2 MEDIDAS PARA GERIR OS IMPACTES AMBIENTAIS ADVERSOS DO SETOR TÊXTIL E DO VESTUÁRIO

Pela análise realizada ao longo deste trabalho conclui-se que, o setor têxtil e do vestuário, pode apresentar alguns impactes ambientais negativos, no entanto, existem medidas que podem ser tomadas, de forma a minimizar estes impactes. Estas podem ser aplicadas a diversos níveis e vão desde medidas de gestão ate à instalação de unidades de tratamento de efluentes.

De forma a otimizar os consumos energéticos podem ser tomadas uma série de medidas, entre elas: instalação sistemas de gestão que permitam controlar os consumos e os custos da energia, monitorizar os equipamentos e as tubagens de forma a garantir que não existem problemas no seu funcionamento, fugas e perdas de calor, substituir equipamentos antigos por outros mais eficientes e instalação de painéis fotovoltaicos para autoconsumo de energia.

A escolha e aplicação dos produtos químicos também é muito importante no que se trata a minimizar os impactes ambientais deste setor, uma vez que estes não serão apenas

descartados nas águas residuais das empresas, mas também ficarão no produto final. Assim, é importante dar preferência a produtos que apresentem menor impacto ambiental, p.e., corantes que não contenham metais na sua composição, produtos biodegradáveis e ecológicos; e utilizá-los na quantidade exata necessária, através de, p.e., instalação de sistemas automáticos de dosagem e aplicação.

O consumo de água é um aspeto importante neste setor. De forma a controlar os seus impactes podem ser tomadas medidas que passam pela reutilização da água utilizada em determinados processos, p.e., utilizar a água proveniente dos processos de arrefecimento em processos que não requeiram água potável; utilizar as águas das lavagens em contracorrente e, ainda, nas empresas que disponham de sistemas de tratamento de águas, utilizar o efluente tratado nas operações de limpeza da instalação.

Relativamente às águas residuais, estas são diretamente influenciadas pelos dois aspetos tratados anteriormente, e por isso, a aplicação das respetivas medidas irá também implicar uma melhoria nos seus impactes ambientais.

Também os efluentes gasosos são influenciados pelos produtos químicos selecionados, uma vez que, parte das emissões gasosas deste setor dizem respeito a compostos que foram aplicados no substrato e que volatizam quando sujeitos a determinadas condições, por isso, a correta escolha dos produtos químicos a utilizar também é uma medida importante para controlar os impactes negativos associados a este aspeto. Para além disso, e uma vez que a maioria das emissões gasosas deste setor estão associadas à queima de combustíveis também é importante otimizar o funcionamento dos equipamentos onde isto acontece, de forma a reduzir as suas emissões e, ademais, instalar de sistemas de tratamento que permitam diminuir a quantidade de poluentes libertados para a atmosfera.

Relativamente aos resíduos, é importante, em primeiro lugar, diminuir a sua produção, através de medidas como o incentivo ao consumo racional de papel e plástico, principalmente nas etapas de confeção, a otimização do corte dos tecidos de forma a reduzir os desperdícios e reduzir a quantidade de embalagens utilizadas para o embalamento do produto final, optando, p.e., por colocar mais volume de material em cada embalagem. Relativamente aos resíduos cuja produção não pode ser evitada, devem ser reutilizados ou encaminhados para operações de valorização, sempre que possível.

Para além destas medidas, podem ser aplicadas medidas relativas a boas práticas de gestão ambiental que irão influenciar todos, ou quase todos, os impactes ambientais associados a este setor. Como por exemplo, a formação dos trabalhadores de forma a promover a consciência ambiental e incentivar práticas sustentáveis, a avaliação dos fluxos do processo produtivo com fluxogramas e balanços de massa de forma a identificar possíveis focos de poluição e intervenção e ainda a aplicação dos conceitos de “zero desperdícios” e “economia circular”, ou seja, analisar o ciclo de vida dos produtos de forma a minimizar a produção de resíduos na sua conceção e desenvolvimento e a dar preferência a materiais e substâncias com menos impactes no ambiente.

5.3 CONCLUSÕES GERAIS

O setor têxtil apresenta uma das mais longas e complexas cadeias de produção das indústrias transformadoras. Este está subdividido num grande número de subsectores que cobrem todos processos desde o tratamento das fibras até à elaboração dos produtos finais que vão desde uma simples peça de vestuário até complexos têxteis técnicos.

Este setor industrial é muito importante para o desenvolvimento económico e social de diversos países, principalmente no que diz respeito a países em desenvolvimento. Atualmente, os maiores exportadores a nível mundial são a China, a Índia e Itália. A nível europeu, para além de Itália também se destacam a Alemanha e França como maiores produtores. Em Portugal esta importância é mais visível na zona Norte do país, onde há uma maior densidade de empresas ligadas a este setor.

Neste trabalho foram caracterizados os principais aspetos ambientais ligados a este setor: consumo de energia, produtos químicos e água e produção de águas residuais, emissões gasosas e resíduos. Desta, concluiu-se que, em média, neste setor, para produzir uma tonelada de produto final, consome 2025,9 kgep de energia, 396,46 kg de produtos químicos e 147,6 m³ de água. Para além disto, o funcionamento e processo produtivo destas empresas gera águas residuais com pH alcalino, valores médios de 1210,9 mg/L de CQO, 254,8 mg/L de CBO₅, 3,0 mS/cm de condutividade, 805,7 mg/L de cloretos e 144,2 mg/L de sólidos suspensos totais. Ao nível dos efluentes gasosos, verificaram-se caudais mássicos médios de 0,5 kg/h para as partículas, 1,8 kg/h para NO_x e 1,9 kg/h para o CO e

os COV's. Por último, constatou-se que, em média, por cada tonelada de produto final são produzidos 100,2 kg de resíduos correspondentes principalmente a restos de fibras têxteis processadas e resíduos de embalagens.

Com a caracterização destes aspetos, foi possível identificar 11 indicadores ambientais, divididos por 6 categorias que correspondem aos aspetos ambientais caracterizados. Da sua análise, conclui-se que, o grupo das empresas verticais, é o que apresenta valores médios mais elevados para a maioria dos indicadores, exceto, a intensidade energética e carbónica, consumo específico de produtos químicos, emissão específica de COV e produção específica de resíduos, onde o grupo de tinturaria e acabamentos apresenta valores superiores. Por outro lado, os grupos de fiação e confeção são os que apresentam valores mais baixos no que diz respeito aos indicadores energéticos.

Para terminar, e tendo por base os resultados obtidos, foram sugeridas algumas medidas que visam diminuir ou controlar os impactes ambientais adversos deste setor. Estas passam por medidas gerais que surtem efeito em todos os aspetos ambientais relativas, p.e., a boas práticas de gestão ambiental, e outras que podem ser aplicadas de forma a controlar o impacte ambiental de aspetos ambientais específicos, nomeadamente, consumo de energia, produtos químicos e água e a produção de efluentes gasosos e resíduos.

5.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTÁGIO

Os frutos deste trabalho não se resumem apenas aos resultados obtidos, mas também, às competências adquiridas e aprofundadas durante a realização do estágio. Esta experiência permitiu consolidar conhecimentos adquiridos ao longo do curso, uma vez que foram abordados temas de várias unidades curriculares, mas também adquirir novos conhecimentos, principalmente ao nível dos processos do setor têxtil e do vestuário.

Neste sentido, considero que a oportunidade que me foi dada de visitar empresas deste setor e participar na recolha de amostras foi muito importante na medida que me permitiu ver a realidade das empresas e dos processos que estas realizam.

Para além do que foi planeado, foi também possível colaborar numa outra atividade da organização, nomeadamente no projeto *Life "DeNTreat: Decentralized innovative*

treatment of ammonium-rich urban wastewater". Este tem como objetivo demonstrar que um módulo de pré-tratamento de águas residuais baseado em reações de oxidação anaeróbias de amoníaco por parte de microrganismos (Anammox-ANAerobic AMMonium OXidation microorganism) "on-site" pode reduzir os poluentes de azoto de pontos seleccionados de descarga resultando numa diminuição global do teor de azoto das águas residuais urbanas. No entanto, dado o volume de dados a analisar e tratar para cumprir os objetivos do estágio não foi possível dar um grande contributo a este projeto, sendo que este se limitou ao acompanhamento de recolhas de amostras, organização e tratamento de alguns dados.

Além de tudo o que foi referido, estagiar e estar integrada nas atividades do CITEVE permitiu-me ganhar uma nova perceção sobre o mundo de trabalho e sobre o funcionamento e dinâmica de uma empresa. Concluo assim que a realização do estágio foi muito importante, não só para o meu desenvolvimento a nível profissional, mas também a nível pessoal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEP - Associação Empresarial de Portugal ed., 2000. *Manual de Boas Práticas Ambientais e Energéticas*,

APA, APA - Instrumentos; Licenciamento Ambiental (PCIP); Documentos de Referência sobre MTD (BREF). Available at: <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=151&sub2ref=321> [Accessed January 26, 2018a].

APA, APA - Instrumentos; Licenciamento Único de Ambiente - LUA. Available at: <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=1262> [Accessed January 26, 2018b].

APA, APA - Políticas; Ar; Emissões Atmosféricas. Available at: <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=82&sub2ref=314> [Accessed January 29, 2018c].

APA, APA - Políticas; Resíduos; Planeamento em Resíduos; Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR). Available at: <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=108&sub3ref=1095> [Accessed January 29, 2018d].

Avelar, N.V., 2016. Evaluation of briquettes made from textile industry solid waste. *Renewable Energy*, 91, pp.417–424.

Bhatt, P. e Rani, A., 2013. Textile dyeing and printing industry: An environmental hazard. *Asian Dyer*, 10(6), pp.51–54.

Bisschops, I. e Spanjers, H., 2003. Literature review on textile wastewater characterisation. *Environmental Technology (United Kingdom)*, 24(11), pp.1399–1411.

- Brik, M., 2006. Advanced treatment of textile wastewater towards reuse using a membrane bioreactor. *Process Biochemistry*, 41(8), pp.1751–1757.
- Ciabatti, I., Tognotti, F. & Lombardi, L., 2010. Treatment and reuse of dyeing effluents by potassium ferrate. *Desalination*, 250(1), pp.222–228.
- CITEVE, 2002. *Algodoeira - Manual de prevenção dos riscos profissionais*.
- CITEVE, 2012a. Estudo das dificuldades das empresas do setor têxtil e vestuário no cumprimento de legislação ambiental.
- CITEVE, 2012b. *Plano setorial de melhoria da eficiência energética em PME - Sector agroalimentar*.
- Correia, V.M., Stephenson, T. & Judd, S.J., 1994. Characterisation of textile wastewaters - a review. *Environmental Technology (United Kingdom)*, 15(10), pp.917–929.
- Dasgupta, J., 2015. Remediation of textile effluents by membrane based treatment techniques: A state of the art review. *Journal of Environmental Management*, 147, pp.55–72.
- EUROSTAT, 2017. Database - Eurostat. 2011. Available at: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/structural-business-statistics/data/database> [Accessed December 6, 2017].
- Fazal, T., 2018. Bioremediation of textile wastewater and successive biodiesel production using microalgae. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, pp.3107–3126. Available.
- Hasanbeigi, A. & Price, L., 2012. A review of energy use and energy efficiency technologies for the textile industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), pp.3648–3665.
- Hasanbeigi, A. e Price, L., 2015. A technical review of emerging technologies for energy and water efficiency and pollution reduction in the textile industry. *Journal of Cleaner Production*, 95(Supplement C), pp.30–44.
- IAPMEI, 2012. SISTEMA DA INDÚSTRIA RESPONSÁVEL - SIR. Available at:

- <http://www.draplvt.mamaot.pt/Licenciamentos/sir/Pages/Sistema-da-Industria-Responsavel-SIR.aspx> [Accessed January 26, 2018].
- INE, 2016. Portal do Instituto Nacional da Estatística. *Instituto Nacional de Estatística*, p.19. Available at: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0008514&contexto=bd&selTab=tab2 [Accessed December 7, 2017].
- Khandegar, V. e Saroha, A.K., 2013. Electrocoagulation for the treatment of textile industry effluent - A review. *Journal of Environmental Management*, 128, pp.949–963.
- Kocabas, A.M., 2009. Adoption of European Union’s IPPC Directive to a textile mill: Analysis of water and energy consumption. *Journal of Environmental Management*, 91(1), pp.102–113.
- Lim, S.L., Chu, W.L. e Phang, S.M., 2010. Use of *Chlorella vulgaris* for bioremediation of textile wastewater. *Bioresource Technology*, 101(19), pp.7314–7322.
- Lotito, A.M., 2012. Integrated biological and ozone treatment of printing textile wastewater. *Chemical Engineering Journal*, 195–196, pp.261–269.
- Moore, S.B. e Ausley, L.W., 2004. Systems thinking and green chemistry in the textile industry: concepts, technologies and benefits. *Journal of Cleaner Production*, 12(6), pp.585–601.
- OECD, 2008. *OECD Glossary of Statistical Terms*, Available at: <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=830> [Accessed May 25, 2018].
- Ozturk, E., 2015. Evaluation of Integrated Pollution Prevention Control in a textile fiber production and dyeing mill. *Journal of Cleaner Production*, 88(Supplement C), pp.116–124.
- Reddy, N., 2014. Reducing environmental pollution of the textile industry using keratin as alternative sizing agent to poly(vinyl alcohol). *Journal of Cleaner Production*, 65, pp.561–567.
- Sadi, S., 2015. Treatment of textile Industry Waste water using Solar photo Catalysis. *Research Journal of Chemical Sciences*, 5(10), pp.20–27.

- dos Santos, A.B., Cervantes, F.J. e van Lier, J.B., 2007. Review paper on current technologies for decolourisation of textile wastewaters: Perspectives for anaerobic biotechnology. *Bioresource Technology*, 98(12), pp.2369–2385.
- Schonberger, H. e Schafer, T., 2003. *Best Available Techniques in Textile Industry*.
- De Souza, A.A.U., 2010. The modified water source diagram method applied to reuse of textile industry continuous washing water. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(12), pp.1405–1411.
- The European Commission, 2003. Integrated pollution prevention and control. Reference document on best available techniques for the textiles industry. , (July), p.626.
- U.S. EPA, 1997. Profile of the textile industry.
- Verma, A.K., Dash, R.R. e Bhunia, P., 2012. A review on chemical coagulation/flocculation technologies for removal of colour from textile wastewaters. *Journal of Environmental Management*, 93(1), pp.154–168.
- Visvanathan, C., 1999. *Energy and environmental indicators in the Thai textile industry*.
- Volmajer Valh, J., 2011. 4.20 – Water in the Textile Industry. *Treatise on Water Science*, pp.685–706.
- WTO, 2016. World Trade Statistical Review. *World Trade Organization Publications*, pp.1–165. Available at: <http://www.wto.org/statistics>.

LEGISLAÇÃO

- Decreto-Lei nº 366 – A/97 de 20 de dezembro. Diário da República nº 293/1997 – Série I - A. Ministério do Ambiente. Portugal.
- Decreto-Lei nº 236/98 de 1 de agosto. Diário da República nº 176/1998 – Série I - A. Ministério do Ambiente. Portugal.
- Decreto-Lei nº 56/99 de 26 de novembro. Diário da República nº 276/1999 – Série I - B.

Ministério do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território. Portugal.

Decreto-Lei nº 162/2000 de 27 de julho. Diário da República nº 172/2000 – Série I - A. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Portugal.

Decreto-Lei nº 89/2002 de 9 de abril. Diário da República nº 83/2002 – Série I - A. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Portugal.

Decreto-Lei nº 78/2004 de 3 de abril. Diário da República nº 80/2004 – Série I - A. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. Portugal.

Decreto-Lei nº 146/2006 de 31 de julho. Diário da República nº 146/2006 – Série I. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Portugal.

Decreto-Lei nº 9/2007 de 17 de janeiro. Diário da República nº 12/2007 – Série I. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Portugal.

Decreto-Lei nº 226 - A/2007 de 31 de maio. Diário da República nº 105/2007 – Série I. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Portugal.

Decreto-Lei nº 306/2007 de 27 de agosto. Diário da República nº 164/2007 – Série I. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Portugal.

Decreto-Lei nº 381/2007 de 14 de novembro. Diário da República nº 219/2007 – Série I. Presidência do Conselho de Ministros. Portugal.

Decreto-Lei nº 71/2008 de 15 de abril. Diário da República nº 74/2008 – Série I. Ministério da Economia e da Inovação. Portugal.

Decreto-Lei nº 97/2008 de 11 de junho. Diário da República nº 111/2008 – Série I. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Portugal.

Decreto-Lei nº 173/2008 de 26 de agosto. Diário da República nº 164/2008 – Série I. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Portugal.

Decreto-Lei nº 41 – A/2010 de 29 de abril. Diário da República nº 83/2010 – Série I.
Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. Portugal.

Decreto-Lei nº 102/2010 de 23 de setembro. Diário da República nº 186/2010 – Série I.
Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Portugal.

Decreto-Lei nº 127/2013 de 30 de agosto. Diário da República nº 167/2013 – Série I.
Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.
Portugal.

Decreto-Lei nº 73/2015 de 11 de maio. Diário da República nº 90/2015 – Série I. Ministério
da Economia. Portugal.

Decreto-Lei nº 75/2015 de 11 de maio. Diário da República nº 90/2015 – Série I. Ministério
do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Portugal.

Decreto-Lei nº 71/2016 de 4 de novembro. Diário da República nº 212/2016 – Série I.
Ministério do Ambiente. Portugal.

Decreto-Lei nº 152/2017 de 7 de dezembro. Diário da República nº 235/2017 – Série I.
Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento
Regional. Portugal.

Decreto-Lei nº 39/2018 de 11 de junho. Diário da República nº 111/2018 – Série I.
Presidência do Conselho de Ministros. Portugal.

Despacho nº 17313/2008 de 26 de junho. Diário da República nº 122/2008 – Série II.
Ministério da Economia e da Inovação - Direcção-Geral de Energia e Geologia.
Portugal.

Despacho nº 17449/2008 de 27 de junho. Diário da República nº 123/2008 – Série II.
Ministério da Economia e da Inovação - Direcção-Geral de Energia e Geologia.
Portugal.

Lei nº 54/2005 de 15 de novembro. Diário da República nº 219/2005 – Série I. Assembleia
da República. Portugal.

Lei nº 58/2005 de 23 de junho. Diário da República nº 120/2015 – Série I. Assembleia da

República. Portugal.

Portaria nº 240/92 de 25 de março. Diário da República nº 71/1992 – Série I - B. Ministérios da Indústria e Energia e do Ambiente e Recursos Naturais. Portugal.

Portaria nº 1028/92 de 5 de novembro. Diário da República nº 256/1992 – Série I - B. Ministérios da Administração Interna, da Indústria e Energia e do Ambiente e Recursos Naturais. Portugal.

Portaria nº 286/93 de 12 de março. Diário da República nº 60/1993 – Série I - B. Ministérios da Indústria e Energia e do Ambiente e Recursos Naturais. Portugal.

Portaria nº 335/97 de 16 de maio. Diário da República nº 113/1997 – Série I - B. Ministérios da Administração Interna, do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território, da Saúde e do Ambiente. Portugal.

Portaria nº 423/97 de 25 de junho. Diário da República nº 144/1997 – Série I - B. Ministérios da Economia, da Saúde e do Ambiente. Portugal.

Portaria nº 80/2006 de 23 de janeiro. Diário da República nº 12/2006 – Série I - B. Ministérios do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, da Economia e da Inovação e da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Portugal.

Portaria nº 1450/2007 de 12 de novembro. Diário da República nº 105/2007 – Série I. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Portugal.

Portaria nº 675/2009 de 23 de janeiro. Diário da República nº 119/2009 – Série I. Ministérios do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, da Economia e da Inovação e da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Portugal.

Portaria nº 677/2009 de 23 de junho. Diário da República nº 119/2009 – Série I. Ministérios do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, da Economia e da Inovação e da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Portugal.

Portaria nº 289/2015 de 17 de setembro. Diário da República nº 182/2015 – Série I - B.

Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Portugal.

Regulamento (CE) nº 1907/2006 de 18 de dezembro. Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia.

Regulamento (CE) nº 552/2009 de 22 de junho. Comissão das Comunidades Europeias.

Regulamento (UE) nº 276/2010 de 31 de março. Comissão Europeia.

Regulamento (UE) nº 143/2011 de 17 de fevereiro. Comissão Europeia.

Regulamento (UE) nº 207/2011 de 2 de março. Comissão Europeia.

Regulamento (UE) nº 366/2011 de 14 de abril. Comissão Europeia.

Regulamento (UE) nº 494/2011 de 20 de maio. Comissão Europeia.

Regulamento (UE) nº 109/2012 de 9 de fevereiro. Comissão Europeia.

Regulamento (UE) nº 125/2012 de 14 de fevereiro. Comissão Europeia.

Regulamento (UE) nº 412/2012 de 15 de maio. Comissão Europeia.

Regulamento (UE) nº 836/2012 de 18 de setembro. Comissão Europeia.

Regulamento (UE) nº 847/2012 de 19 de setembro. Comissão Europeia.

Regulamento (UE) nº 126/2013 de 13 de fevereiro. Comissão Europeia.

Regulamento (UE) nº 348/2013 de 17 de abril. Comissão Europeia.

Regulamento (UE) nº 301/2014 de 25 de março. Comissão Europeia.

Regulamento (UE) nº 895/2014 de 14 de agosto. Comissão Europeia.

Regulamento (UE) nº 2015/628 de 22 de abril. Comissão Europeia.

Regulamento (UE) nº 2015/ 830 de 28 de maio. Comissão Europeia.

Regulamento (UE) nº 2017/706 de 19 de abril. Comissão Europeia.

Regulamento (UE) nº 2017/999 de 13 de junho. Comissão Europeia.

Resolução do Conselho de Ministros nº 46/2016 de 26 de agosto. Diário da República nº 164/2016 – Série I. Presidência do Conselho de Ministros. Portugal.

APÊNDICE A – ENQUADRAMENTO LEGAL

Tabela A.1 - Enquadramento legal da indústria têxtil.

Âmbito Geral	
Licenciamento da atividade industrial	Decreto-Lei n.º 73/2015 - Procede à primeira alteração ao Sistema da Indústria Responsável, aprovado em anexo ao Decreto-Lei n.º 169/2012, de 1 de agosto; Decreto-Lei n.º 381/2007 - Aprova a Classificação Portuguesa das Atividades Económicas, Revisão 3;
Licença ambiental	Decreto-Lei n.º 75/2015 - configura o Regime de Licenciamento Único de Ambiente;
Controlo de poluição	Decreto-Lei n.º 127/2013 - estabelece o regime de emissões industriais aplicável à prevenção e ao controlo integrados da poluição, bem como as regras destinadas a evitar e ou reduzir as emissões para o ar, a água e o solo e a produção de resíduos; Decreto-lei n.º 173/2008 - que estabelece o regime jurídico relativo à prevenção e controlo integrados da poluição, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva 2008/1/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de janeiro;
Água	
Abastecimento de água	Lei n.º 58/2005 – Aprova a Lei da Água, estabelecendo as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas; Decreto-Lei n.º 226-A/2007 (com alterações introduzidas pelo Decreto-Lei 391-A/2007 e Decreto-Lei 93/2008 - Estabelece o regime jurídico da utilização dos recursos hídricos; Portaria n.º 1450/2007 - Fixa as regras do regime de utilização dos recursos hídricos; Lei n.º 54/2005 – Estabelece a titularidade dos recursos hídricos;

Tabela A.1 - Enquadramento legal da indústria têxtil (cont.).

Água	
Abastecimento de água	Decreto-Lei n.º 97/2008 (com alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 46/2017) – Estabelece o regime económico e financeiro dos recursos hídricos;
Normas de qualidade de água – utilização e rejeição	<p>Decreto-Lei n.º 56/99 – Estabelece os valores limite e os objetivos de qualidade para a descarga de certas substâncias perigosas;</p> <p>Portaria n.º 423/97 - Estabelece normas de descarga de águas residuais especificamente aplicáveis às unidades industriais do sector têxtil, excluindo o subsector dos lanifícios;</p> <p>Decreto-Lei n.º 236/98 - Estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos;</p> <p>Decreto-Lei n.º 306/2007 (com alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 152/2017) – Estabelece o regime da qualidade da água para consumo humano;</p>
Resíduos	
Resíduos	<p>Decreto-Lei n.º 71/2016 - procede à sétima alteração ao Decreto-Lei n.º 366-A/97, de 20 de dezembro, que estabelece os princípios e as normas aplicáveis ao sistema de gestão de embalagens e resíduos de embalagens, à décima alteração ao Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, que aprova o regime geral da gestão de resíduos, transpondo a Diretiva 2015/1127, da Comissão, de 10 de julho de 2015, e à primeira alteração ao Decreto-Lei n.º 67/2014, de 7 de maio, que aprova o regime jurídico da gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos;</p> <p>Portaria n.º 289/2015 - Aprova o Regulamento de Funcionamento do Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos (SIRER), que estabelece os procedimentos de inscrição e registo bem como o regime de acesso e de utilização da plataforma, nos termos do n.º 2 do artigo 46º do Regulamento Geral de Gestão de Resíduos (RGGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro;</p> <p>Decreto-Lei n.º 89/2002 - Procede à revisão do Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Industriais (PESGRI 99), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 516/99, de 2 de dezembro, que passa a designar-se PESGRI 2001;</p>

Tabela A.1 - Enquadramento legal da indústria têxtil (cont.).

Resíduos	
Óleos usados	Portaria n.º 240/92 - Aprova o Regulamento de Licenciamento das Atividades de Recolha, Armazenagem, Tratamento Prévio, Regeneração, Recuperação, Combustão e Incineração dos Óleos Usados;
	Portaria n.º 1028/92 - estabelece normas de segurança e identificação para o transporte dos óleos usados;
Transporte de resíduos	Portaria n.º 335/97 - Fixa as regras a que fica sujeito o transporte de resíduos dentro do território nacional;
	Decreto-Lei n.º 41 - A/2010 - Regula o transporte terrestre, rodoviário e ferroviário, de mercadorias perigosas, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2006/90/CE, da Comissão, de 3 de novembro, e a Diretiva n.º 2008/68/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 24 de setembro.
Embalagens	Decreto-Lei n.º 366-A/97 - Estabelece os princípios e as normas aplicáveis ao sistema de gestão de embalagens e resíduos de embalagens;
	Decreto-Lei n.º 162/2000 - Altera os artigos 4.º e 6.º do Decreto-Lei n.º 366-A/97, de 20 de dezembro, que estabelece os princípios e as normas aplicáveis ao sistema de gestão de embalagens e resíduos de embalagens;
Ruído	
Decreto-Lei n.º 9/2007 - Aprova o Regulamento Geral do Ruído (RGR);	
Norma Portuguesa NP ISO 1996 de 2011 - "Acústica. Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente.";	
Decreto-Lei n.º 146/2006 - Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente;	
Emissões gasosas	
Decreto-Lei n.º 78/2004 - Estabelece o regime da prevenção e controlo das emissões de poluentes para a atmosfera, fixando os princípios, objetivos e instrumentos apropriados à garantia da proteção do recurso natural ar, bem como as medidas, procedimentos e obrigações dos operadores das instalações abrangidas, com vista a evitar ou reduzir a níveis aceitáveis a poluição atmosférica originada nessas mesmas instalações;	

Tabela A.1 - Enquadramento legal da indústria têxtil (cont.).

Emissões gasosas
Decreto-Lei n.º 102/2010 - estabelece o regime da avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2008/50/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de maio, relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa e a Diretiva n.º 2004/107/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de dezembro, relativa ao arsénio, ao cádmio, ao mercúrio, ao níquel e aos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos no ar ambiente;
Resolução do Conselho de Ministros n.º 46/2016 - Aprova a Estratégia Nacional para o Ar (ENAR 2020) destinada a melhorar a qualidade do ar para a proteção da saúde humana, da qualidade de vida dos cidadãos e da preservação dos ecossistemas
Portaria n.º 286/93 - fixa os valores limites e os valores guias no ambiente para o dióxido de enxofre, partículas em suspensão, dióxido de azoto e monóxido de carbono, o valor limite para o chumbo e os valores guias para o ozono;
Portaria n.º 80/2006 - fixa os limiares mássicos máximos e mínimos de poluentes atmosféricos;
Portaria n.º 675/2009 - fixa os valores limite de emissão de aplicação geral (VLE gerais) aplicáveis às instalações abrangidas pelo Decreto-Lei n.º 78/2004;
Portaria n.º 677/2009 - fixa os VLE aplicáveis às instalações de combustão abrangidas pelo Decreto-Lei n.º 78/2004;
Decreto-Lei n.º 39/2018 - estabelece o regime da prevenção e controlo das emissões de poluentes para o ar, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º (UE) 2015/2193, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de novembro de 2015, relativa à limitação das emissões para a atmosfera de certos poluentes provenientes de médias instalações de combustão.
Produtos químicos
Regulamento CE n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho - registo, avaliação, autorização e restrição de substâncias químicas (REACH);
Regulamento CE n.º 552/2009 da Comissão - altera o Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho, relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH), no que respeita ao anexo XVII;
Regulamento UE n.º 276/2010 da Comissão - altera o Regulamento CE n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho, relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição de produtos químicos (REACH), no que respeita ao anexo XVII (diclorometano, petróleo de iluminação e líquido de acendalha para grelhadores e compostos organoestânicos);
Regulamento UE n.º 143/2011 da Comissão - altera o anexo XIV do Regulamento CE n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH);

Tabela A.1 - Enquadramento legal da indústria têxtil (cont.).

Produtos químicos
Regulamento UE n.º 207/2011 da Comissão - altera o Regulamento CE n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH), no que respeita ao anexo XVII (éter difenílico, derivado pentabromado e PFOS);
Regulamento UE n.º 366/2011 da Comissão - altera o Regulamento CE n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho, relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição de produtos químicos (REACH), no que respeita ao anexo XVII (acrilamida);
Regulamento UE n.º 494/2011 da Comissão, de 20 de maio de 2011, que altera o Regulamento CE n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho, relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição de produtos químicos (REACH), no que respeita ao anexo XVII (cádmio);
Regulamento UE n.º 109/2012 da Comissão que altera o Regulamento CE n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH), no que respeita ao anexo XVII (substâncias CMR);
Regulamento UE n.º 125/2012 da Comissão, de 14 de fevereiro de 2012, que altera o anexo XIV do Regulamento CE n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH);
Regulamento (UE) n.º 412/2012 da Comissão, de 15 de maio de 2012, que altera o anexo XVII do Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH);
Regulamento (UE) n.º 836/2012 da Comissão, de 18 de setembro de 2012, que altera o anexo XVII do Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH), no que respeita ao chumbo;
Regulamento (UE) n.º 847/2012 da Comissão, de 19 de setembro de 2012, que altera o anexo XVII do Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH), no que respeita ao mercúrio;
Regulamento (UE) n.º 126/2013 da Comissão, de 13 de fevereiro de 2013, que altera o anexo XVII do Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH);
Regulamento (UE) n.º 348/2013 da Comissão, de 17 de abril de 2013, que altera o anexo XIV do Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH);
Regulamento (UE) n.º 301/2014 da Comissão, de 25 de março de 2014, que altera o anexo XVII do Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH), no que respeita aos compostos de cromo VI;

Tabela A.1 - Enquadramento legal da indústria têxtil (cont.).

Produtos químicos
Regulamento (UE) n.º 895/2014 da Comissão, de 14 de agosto de 2014, que altera o anexo XIV do Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH);
Regulamento (UE) 2015/628 da Comissão, de 22 de abril de 2015, que altera o anexo XVII do Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH) no que respeita ao chumbo e seus compostos;
Regulamento (UE) 2015/830 da Comissão, de 28 de maio de 2015, que altera o Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH);
Regulamento (UE) 2017/706 da Comissão, de 19 de abril de 2017, que altera o anexo VII do Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH) no que respeita à sensibilização da pele e revoga o Regulamento (UE) 2016/1688 da Comissão;
Regulamento (UE) 2017/999 da Comissão, de 13 de junho de 2017, que altera o anexo XIV do Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH);
Energia
Decreto-Lei n.º 71/2008 - Estabelece o sistema de gestão do consumo de energia por empresas e instalações consumidoras intensivas e revoga os Decretos-Leis n.º 58/82, de 26 de novembro, e 428/83, de 9 de dezembro;
Despacho n.º 17313/2008 - procede à publicação dos fatores de conversão para tonelada equivalente petróleo (tep) de teores em energia de combustíveis selecionados para utilização final, bem como dos respetivos fatores para cálculo da Intensidade Carbónica pela emissão de gases com efeito de estufa;
Despacho n.º 17449/2008 – estabelece os elementos a considerar na realização de auditorias energéticas, na elaboração dos planos de racionalização do consumo de energia e nos relatórios de execução e progresso.

No que diz respeito à legislação de âmbito geral podem-se destacar três diplomas principais que tratam o licenciamento industrial, o licenciamento ambiental e o controlo da poluição. O primeiro trata-se do Sistema da Indústria Responsável (SIR) publicado pelo Decreto-Lei n.º 169/2012 e alterado pelo Decreto-Lei n.º 73/2015. Este tem como objetivo simplificar o processo de licenciamento com a criação de um quadro jurídico para a indústria que reduz o controlo prévio e reforça o controlo *a posteriori* (IAPMEI 2012). O seguinte diz

respeito ao regime de Licenciamento Único de Ambiente (LUA) e foi concebido para simplificar e articular os vários regimes de licenciamento no domínio do ambiente. Este traduz-se na emissão de um Título Único Ambiental (TUA) que condensa todos os atos de licenciamento ambiental, aglomerando toda a informação relativa aos requisitos aplicáveis a um estabelecimento ou atividade e é configurado pelo Decreto-Lei n.º 75/2015 (APA n.d.). O último diz respeito à Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (PCIP) e seu princípio foi estabelecido em Portugal pelo Decreto-Lei n.º 194/2000, de 21 de agosto, entretanto revogado pelo Decreto-Lei n.º 173/2008, de 26 de agosto (Diploma PCIP) (APA n.d.).

Relativamente à água destaca-se a Lei n.º 58/2005 (Lei da água) que transpõe para a ordem jurídica nacional a Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, que estabelece uma base para a gestão sustentável das águas e o Decreto-Lei n.º 236/98 que estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade com o objetivo de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas.

Para os resíduos destaca-se o Decreto-Lei n.º 89/2002 que aprova o Plano Estratégico dos Resíduos Industriais (PESGRI 2001). Este define os princípios estratégicos a que deve obedecer a gestão deste tipo de resíduos no território nacional e resulta da revisão do Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Industriais (PESGRI 99) (APA n.d.). Para além deste, também se destaca o Decreto-Lei n.º 178/2006, alterado pelos Decretos-Lei n.º 73/2011, n.º 67/2014 e n.º 165/2014 que transpõe a Diretiva n.º 2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa aos resíduos (Diretiva Quadro Resíduos) e aprova o Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR 2014-2020). Este plano apresenta-se como sendo um instrumento de planeamento da política de resíduos, estabelecendo orientações estratégicas de prevenção e gestão de resíduos visando a concretização dos princípios enunciados na legislação comunitária e nacional, numa ótica de proteção do ambiente e desenvolvimentos do País. Desta forma, o PNGR pretende promover a prevenção e gestão de resíduos integradas no ciclo de vida dos produtos, centradas numa economia preferencialmente circular e que garantam uma maior eficiência na utilização dos recursos naturais.(APA n.d.)

No que diz respeito ao ruído destacam-se o Decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, que aprova o Regulamento Geral de Ruído (RGR) e o Decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de julho,

que transpõe a Diretiva n.º 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente.

Para as emissões gasosas destaca-se a Resolução de Conselho de Ministros n.º 46/2016 que publica e aprova a Estratégia Nacional para o Ar (ENAR 2020). Esta visa melhorar a qualidade do ar, tendo em conta a proteção da saúde humana, a qualidade de vida dos cidadãos e a preservação dos ecossistemas. Para além disto, esta estratégia constitui também um quadro de referência para a elaboração de planos de melhoria da qualidade do ar, da responsabilidade das Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR). Para além deste, salienta-se também o Decreto-Lei n.º 78/2004, que estabelece o regime legal da prevenção e controlo das emissões atmosféricas fixando os princípios, objetivos e instrumentos apropriados à garantia de proteção do ar, e as medidas, procedimentos e obrigações dos operadores das instalações abrangidas, com o objetivo de evitar ou reduzir a níveis aceitáveis a poluição atmosférica originada nessas instalações. Este diploma abrange todas as fontes de emissão de poluentes atmosféricos associados a instalações que desenvolvam atividades industriais, produção de eletricidade e/ou vapor, instalações de combustão integradas em estabelecimentos industriais, instalações comerciais e/ou de serviços, entre os quais os de prestação de cuidados de saúde, os de ensino e instituições do estado, bem como atividades de armazenagem de combustíveis, de pesquisa e exploração de massas minerais e de manutenção e reparação de veículos (APA n.d.). Por último, destaca-se o Decreto-Lei n.º 102/2010 que estabelece o regime da avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente que transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2008/50/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa e a Diretiva n.º 2004/107/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho relativa ao arsénio, ao cádmio, ao mercúrio, ao níquel e aos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos no ar ambiente (APA n.d.).

Relativamente aos produtos químicos destaca-se o regulamento (CE) n.º 1907/2006, relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição de substâncias químicas (REACH - Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals). Este surgiu com o objetivo de melhorar o quadro legislativo comunitário em matéria de substâncias químicas, substituindo cerca de 40 normativos. Para além disto, cria também a Agência Europeia dos Produtos Químicos (ECHA – European Chemicals Agency) que se trata de uma entidade

responsável pela gestão dos aspetos técnicos, científicos e administrativos do regulamento a nível comunitário.

Em termos de energia destaca-se o Decreto-Lei n.º 71/2008 que regula o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE) no âmbito da Estratégia Nacional para a Energia. Este diploma prevê que as instalações consumidoras intensivas de energia realizem, periodicamente, auditorias energéticas e promovam o aumento da eficiência energética. Para além disto, prevê também que estas empresas elaborem e executem Planos de Racionalização dos Consumos de Energia, estabelecendo acordos com a Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG) onde são estipulados objetivos mínimos de eficiência energética.

APÊNDICE B – CONTROLO DE POLUIÇÃO

Tabela B.1 - Melhores Técnicas Disponíveis para o Setor Têxtil.

Gestão
Implementar a consciência ambiental e incluí-la nos programas de treino.
Aplicar boas práticas de manutenção e limpeza.
Armazenar cada químico de acordo com as instruções fornecidas pelo produtor na folha de segurança e seguir as indicações dadas pela <i>BREF</i> sobre armazenamento.
Criar medidas para evitar derrames de químicos. Se este ocorrer devem existir planos de contingência e meios para limpar e eliminar o derrame com segurança. Não deve haver possibilidade de o derrame chegar à água superficial ou ao esgoto.
Implementar um sistema de monitorização de entradas e saídas dos processos, incluído entradas de matérias-primas, químicos, calor, potência e água e saídas de produto, água residual, emissões gasosas, lamas, resíduos sólidos e subprodutos.
Dosagem e aplicação de produtos químicos (excluindo corantes)
Instalar sistemas automáticos de dosagem e aplicação que controlem as quantidades exatas de químicos e auxiliares necessários e os apliquem diretamente nas várias máquinas por sistemas de canalização evitando o contacto humano.
Escolha e uso de químicos
Quando for possível atingir os resultados pretendidos sem utilizar produtos químicos, evitar a sua utilização.
Quando não for possível evitar a sua utilização, adotar uma abordagem com base no risco para seleccionar os químicos e o seu modo de utilização de forma a assegurar o menor risco ambiental possível.
Na seleção de tensoativos optar pelos que são facilmente biodegradáveis ou elimináveis, evitando a utilização de alguns mais problemáticos como os alquilfenol etoxilados (APEO) e nonilfenol etoxilados (NFE).

Tabela B.1 - Melhores Técnicas Disponíveis para o Setor Têxtil (cont.).

Escolha e uso de químicos
Evitar, sempre que possível a utilização de agentes complexantes. Quando a sua utilização é necessária, optar por compostos alternativos facilmente biodegradáveis ou, pelo menos, elimináveis por via biológica e que não contêm azoto nem fósforo na sua composição.
Minimizar ou evitar o uso de agentes anti espuma usando banhos sem jatos de ar onde a mistura não é agitada ou reutilizando banhos tratados.
Optar por agentes anti espuma sem óleos minerais e que são caracterizados por elevadas taxas de bioeliminação.
Seleção da matéria-prima (fibras)
Procurar colaborações com os parceiros que se encontram em posições superiores da cadeia têxtil de forma a criar uma cadeia de responsabilidade ambiental.
Trocar informações sobre o tipo e a quantidade de produtos químicos que são adicionados e permanecem na fibra em cada etapa do ciclo de vida do produto.
No que diz respeito às fibras sintéticas, selecionar material tratado com baixas emissões e agentes de preparação biodegradáveis/bioelimináveis.
Selecionar algodão tratado com técnicas de baixos aditivos (por exemplo, pré molhagem dos fios da teia) e gomas elimináveis por via biológica.
Usar a informação disponível para evitar processar fibras contaminadas com químicos perigosos.
Quando o mercado permitir, utilizar algodão orgânico.
Minimização dos resíduos de pesticidas nas fibras de lã de forma a evitar o processamento de lã contaminada com químicos perigosos.
Gestão da água e da energia
Monitorizar os consumos de água e energia nos vários processos.
Instalar controladores automáticos para controlar os volumes e as temperaturas dos banhos.
Estabelecer procedimentos de produção bem documentados para evitar o desperdício de recursos.

Tabela B.1 - Melhores Técnicas Disponíveis para o Setor Têxtil (cont.).

Gestão da água e da energia
Estudar a possibilidade de combinar diferentes tratamentos num único passo.
Melhorar a eficiência de lavagem dos processos contínuos e descontínuos.
Reutilizar água de arrefecimentos como água do processo.
Investigar as possibilidades de reutilização e reciclagem de água através de caracterizações sistemáticas da qualidade e volume dos fluxos dos vários processos de forma a identificar processos para os quais as substâncias que se encontram nos fluxos ainda podem ter valor e/ou não interferem com a qualidade dos produtos.
Assegurar o isolamento total dos equipamentos que podem apresentar perdas de vapor.
Isolar tubos, válvulas, tanques e máquinas para minimizar perdas de calor.
Separar as correntes frias e quentes das águas residuais antes da recuperação de calor e recuperar calor da corrente quente.
Instalar sistemas de recuperação de calor para os gases de exaustão.
Instalar motores elétricos com a frequência controlada.
Gestão dos fluxos de resíduos
Recolher separadamente os resíduos sólidos.
Utilizar contentores que possam ser devolvidos.
Tratamento de águas residuais
Tratamento de águas residuais concentradas, contendo compostos pouco biodegradáveis, deve ser realizado na fonte.
Utilização de tratamentos terciários após o processo de tratamento biológico, tais como adsorção em carvão ativado.
Tratamento dos compostos recalcitrantes com o ozono antes do sistema de lamas ativadas.
Para os corantes azoicos, o tratamento anaeróbio dos banhos e das pastas de estamparia antes do tratamento aeróbio, pode ser eficaz na remoção da cor.
Tratamento do efluente numa unidade municipal de tratamento de águas residuais.
Caracterização das diferentes correntes de águas residuais provenientes do processo.
Separação dos efluentes na origem em função do tipo de contaminantes e da carga.
Alocar as correntes de águas residuais contaminadas aos tratamentos mais apropriados.

Tabela B.1 - Melhores Técnicas Disponíveis para o Setor Têxtil (cont.).

Tratamento de águas residuais
Evitar a introdução de componentes de águas residuais nos sistemas de tratamento biológico onde estes possam causar avarias.
Tratar as correntes residuais que contêm uma fração não-biodegradável relevante com técnicas apropriadas antes, ou em substituição, do tratamento biológico final.
Utilização de lama proveniente do tratamento de efluentes no fabrico de tijolos ou a adoção de quaisquer outras vias de reciclagem apropriadas.
Incineração da lama proveniente do tratamento de efluentes com recuperação de calor, desde que sejam tomadas medidas para controlar as emissões de SO _x , NO _x e poeiras e evitando a emissão de dioxinas e furanos.

APÊNDICE C – GRUPO E ASPETOS AMBIENTAIS DE CADA EMPRESA

Na Tabela C.1 está indicado o grupo a que pertence cada empresa analisada assim como os aspetos ambientais que foram tratados em cada uma delas.

Tabela C.1 - Grupo e aspetos ambientais analisados para cada empresa.

Código	Grupo	Consumo energético	Produtos químicos	Consumo de água	Águas Residuais	Emissões Gasosas	Resíduos
A	Vertical			✓		✓	
B	Vertical	✓		✓		✓	
C	Vertical	✓		✓		✓	
D	Vertical			✓	✓		
E	Tinturaria e Acabamentos			✓	✓		
G	Tinturaria e Acabamentos		✓	✓	✓	✓	✓
H	Vertical	✓			✓		
I	Tinturaria e Acabamentos	✓		✓	✓	✓	
J	Vertical	✓	✓	✓	✓	✓	✓
K	Vertical	✓				✓	
L	Estamparia				✓		
N	Estamparia				✓		

Tabela C.1 - Grupo e aspetos ambientais analisados para cada empresa (cont.).

Código	Grupo	Consumo energético	Produtos químicos	Consumo de água	Águas residuais	Emissões gasosas	Resíduos
O	Tinturaria e Acabamentos		✓	✓	✓	✓	✓
P	Vertical					✓	
Q	Vertical			✓	✓	✓	✓
T	Vertical			✓	✓	✓	
V	Vertical		✓	✓	✓	✓	✓
X	Vertical				✓		
Z	Vertical	✓				✓	
AB	Vertical					✓	
AC	Vertical		✓	✓		✓	✓
AD	Vertical	✓	✓	✓	✓	✓	✓
AE	Tinturaria e Acabamentos			✓			
AF	Tinturaria e Acabamentos					✓	
AG	Tinturaria e Acabamentos			✓			✓
AH	Vertical	✓	✓	✓		✓	✓
AI	Vertical			✓	✓	✓	
AJ	Tinturaria e Acabamentos			✓		✓	
AK	Estamparia				✓		
AL	Tinturaria e Acabamentos				✓		
AM	Estamparia				✓		
AN	Vertical					✓	

Tabela C.1 - Grupo e aspetos ambientais analisados para cada empresa (cont.).

Código	Grupo	Consumo energético	Produtos químicos	Consumo de água	Águas residuais	Emissões gasosas	Resíduos
AO	Tinturaria e Acabamentos				✓	✓	
AQ	Tinturaria e Acabamentos				✓		
AR	Tinturaria e Acabamentos				✓		
AS	Tinturaria e Acabamentos				✓	✓	✓
AT	Tinturaria e Acabamentos				✓	✓	
AU	Vertical					✓	
AV	Vertical	✓				✓	
AZ	Vertical					✓	
BA	Tinturaria e Acabamentos					✓	
BB	Vertical					✓	
BC	Vertical					✓	
BE	Tinturaria e Acabamentos					✓	
BF	Tinturaria e Acabamentos	✓					
BG	Confeção	✓					
BI	Fiação	✓					
BJ	Confeção	✓					
BK	Confeção	✓					
BL	Vertical	✓					

Tabela C.1 - Grupo e aspetos ambientais analisados para cada empresa (cont.).

Código	Grupo	Consumo energético	Produtos químicos	Consumo de água	Águas residuais	Emissões gasosas	Resíduos
BM	Vertical	✓					
BN	Fiação	✓					
BO	Vertical	✓					
BQ	Vertical	✓					
BR	Vertical	✓					
BT	Tinturaria e Acabamentos	✓					
BU	Tinturaria e Acabamentos	✓					
BX	Vertical	✓					
BZ	Vertical	✓					
CA	Fiação	✓					
CB	Vertical	✓					
CC	Tinturaria e Acabamentos	✓					
CD	Tinturaria e Acabamentos	✓					
CE	Vertical						✓
CF	Vertical						✓
CG	Vertical						✓
CI	Vertical						✓

APÊNDICE D - ENERGIA

Nas tabelas seguintes (D.1, D.2, D.3, D.4, D.5 e D.6) estão indicados os valores médios e desvios-padrão do consumo e consumo específico para os processos de fiação, tecelagem, tinturaria, estamparia, acabamentos e confeção.

Tabela D.1 - Consumo e consumo específico de energia no processo de fiação.

Fiação				
	Consumo total (tep)		Consumo específico (kgep/t)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
Energia Elétrica	853,6	1162,5	1125,7	304,5
Gás Natural	107,3	94	270,6	389,3
Gás Propano	1,0	1,9	26,3	48,9
Gasolina	1,3	2,1	2,4	2,8
Gasóleo	6,7	9,6	33,7	67,0
Thick Fuelóleo	111,9	154,5	400,0	168,1
Total	939,9	1162,4	1409,5	594,6

Tabela D.2 - Consumo e consumo específico de energia no processo de tecelagem.

Tecelagem				
	Consumo total (tep)		Consumo específico (kgep/t)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
Energia Elétrica	676,0	870,7	637,8	457,8
Gás Natural	76,9	76,9	70,6	70,6
Gás Propano	1,0	1,0	2,4	4,6
Gasolina	1,3	3,0	0,6	0,5
Gasóleo	4,2	1,7	11,4	15,1
Thick Fuelóleo	31,6	34,4	55,2	53,2
Vapor	58,9	80,4	27,4	20,4
Total	749,2	963,4	1167,0	255,5

Tabela D.3 - Consumo e consumo específico de energia nos processos de tinturaria

Tinturaria				
	Consumo total (tep)		Consumo específico (kgep/t)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
Energia Elétrica	214,1	206,2	499,1	544,4
Gás Natural	512,2	795,6	879,9	1706,9
Gás Propano	0,5	0,6	1,5	1,6
Gasolina	0,4	0,4	2,9	3,1
Gasóleo	5,7	3,3	23,4	29,8
Thick Fuelóleo	186,2	146,5	1007,8	379,5
Pellets de Madeira	363,8	---	1652,4	---
Briquetes	610,2	---	1101,8	1120,3
Vapor	398,5	266,1	319,0	234,3
Água Quente	484,2	398,7	338,2	233,5
Total	998,5	1194,3	1706,0	2129,5

Tabela D.4 - Consumo e consumo específico de energia nos processos de estamaria

Estamaria				
	Consumo total (tep)		Consumo específico (kgep/t)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
Energia Elétrica	73,4	31,6	163,4	88,4
Gás Natural	152,0	22,5	257,4	235,0
Gás Propano	0,2	0,1	0,8	0,1
Gasóleo	6,5	1,4	19,7	14,2
Total	232,1	203,7	441,4	38,2

Tabela D.5 - Consumo e consumo específico de energia nos processos de acabamentos.

Acabamentos				
	Consumo total (tep)		Consumo específico (kgep/t)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
Energia Elétrica	287,0	165,8	292,1	444,1
Gás Natural	567,2	351,4	613,3	903,8
Gás Propano	0,7	0,6	0,4	0,3
Gasolina	0,2	0,2	0,4	0,3
Gasóleo	6,0	2,6	6,4	7,6
Total	990,3	574,6	955,0	1347,0

Tabela D.6 - Consumo e consumo específico de energia no processo de confeção.

Confeção				
	Consumo total (tep)		Consumo específico (kgep/t)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
Energia Elétrica	66,4	43,1	371,1	424,9
Gás Natural	14,7	4,9	33,5	1,9
Gás Propano	3,1	2,1	16,9	23,3
Gasolina	0,3	0,4	1,0	2,0
Gasóleo	6,6	2,5	54,3	1,2
Total	76,9	44,4	393,3	435,5

APÊNDICE E - ÁGUAS RESIDUAIS

1. EFLUENTE TRATADO

Tabela E.1 - Valores dos parâmetros pH, CBO₅, CQO, SST, detergentes Aniônicos, azoto total e fósforo total nos efluentes tratados de empresas têxteis

Parâmetros	Média	Desvio-padrão
pH	7,7	0,3
CBO ₅ (mg/L)	13,7	11,0
CQO (mg/L)	102,5	51,1
SST (mg/L)	18,5	27,5
Detergentes aniônicos (mg/L)	0,2	0,1
Azoto total (mg/L)	5,2	2,5
Fósforo total (mg/L)	2,4	0,9

2. EFLUENTE BRUTO

Tabela E.2 - Caracterização do efluente bruto das empresas têxteis analisadas

Parâmetro	Média	Desvio-padrão	Parâmetro	Média	Desvio-padrão
pH	8,3	1,2	Níquel (mg/L)	0,3	0,18
CBO ₅ (mg /L)	254,8	375,9	Zinco (mg/L)	0,2	0,02
CQO (mg /L)	1 210,9	1499,9	Boro (mg/L)	0,2	0,4
SST (mg/L)	144,2	279,2	Ferro (mg/L)	0,5	0,6
Condutividade (mas/cm)	3,0	1,8	Selénio (mg/L)	0,01	0,01
Cloretos (mg/L)	805,7	661,6	Alumínio (mg/L Al)	7,8	12,3
Sulfuretos (mg /L)	1,3	1,9	Azoto amoniacal (mg/L)	19,1	86,2
Detergentes aniónicos (mg/L)	0,9	1,4	Azoto total (mg/L)	36,4	42,2
Cianetos totais (mg /L)	0,028	0,022	Fósforo total (mg/L)	3,9	2,4
Fenóis (mg/L)	0,04	0,32	Nitratos (mg/L)	31,0	5,7
Chumbo (mg/L)	0,02	0,07	Nitritos (mg/L)	1,0	0,9

Tabela E.2 – Caracterização do efluente bruto das empresas têxteis analisadas (cont.).

Parâmetro	Média	Desvio-padrão	Parâmetro	Média	Desvio-padrão
Cobre (mg/L)	0,2	0,07	Sulfatos (mg/L)	28	14,1
Crómio total (mg/L)	0,4	0,2	Hidrocarbonetos totais (mg/L)	20,2	72,3
Crómio hexavalente (mg/L)	0,1	0,3	Óleos e gorduras (mg/L)	18,1	44,7
Crómio trivalente (mg/L)	0,5	0,3	Cloro residual total (mg/L)	0,3	0,6

APÊNDICE F - EMISSÕES GASOSAS

Nas tabelas seguintes (F.1, F.2, F.3, F.4, F.5, F.6 e F.7) estão indicados os valores médios e desvios-padrão da concentração e caudal mássico, de alguns parâmetros representativos, nas chaminés de alguns equipamentos utilizados na indústria têxtil, nomeadamente, râmulas, secadores, tumblers, gaseadeiras, engomadeiras, caldeiras e cogerações.

1. RÂMULA

Tabela F.1 - Caracterização das emissões gasosas das râmulas das empresas analisadas

Parâmetros	Concentração (mg/Nm ³)		Caudal Mássico (kg/h)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
PTS	11,79	23,80	0,08	0,13
NO _x	18,78	41,96	0,24	1,44
CO	72,76	171,66	0,37	0,95
COV	44,40	59,57	0,71	5,97
COVNM	6,38	2,81	0,04	0,02
SO ₂	2,24	2,61	0,02	0,02

2. SECADOR

Tabela F.2 - Caracterização das emissões gasosas dos secadores das empresas analisadas

Parâmetros	Concentração (mg/Nm ³)		Caudal Mássico Médio (kg/h)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
PTS	3,63	5,11	0,01	0,02
NO _x	7,07	8,33	0,02	0,02
CO	39,38	56,22	0,16	0,28
COV	8,08	8,20	0,43	2,74
COVNM	2,50	0,71	0,0030	0,0005

3. TUMBLER

Tabela F.3 - Caracterização das emissões gasosas dos tumblers das empresas analisadas

Parâmetros	Concentração (mg/Nm ³)		Caudal Mássico Médio (kg/h)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
PTS	19,31	17,46	0,09	0,12
NO _x	3,80	1,91	0,01	0,01
CO	9,46	11,78	0,03	0,04
COV	17,52	57,36	0,12	0,41

4. GASEADEIRA

Tabela F.4 - Caracterização das emissões gasosas das gaseadeiras das empresas analisadas

Parâmetros	Concentração (mg/Nm ³)		Caudal Mássico (kg/h)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
PTS	20,15	22,03	0,06	0,07
NO_x	19,73	54,45	0,02	0,03
CO	363,16	724,09	0,43	0,53
COV	51,47	82,31	0,15	0,25

5. ENGOMADEIRA

Tabela F.5 - Caracterização das emissões gasosas das engomadeiras das empresas analisadas

Parâmetros	Concentração (mg/Nm ³)		Caudal Mássico (kg/h)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
PTS	3,29	4,90	0,03	0,05
COV	8,04	8,56	0,05	0,05

6. CALDEIRA

Tabela F.6 - Caracterização das emissões gasosas das caldeiras das empresas analisadas

Parâmetros	Concentração (mg/Nm ³)		Caudal Mássico (kg/h)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
PTS	29,60	90,53	0,15	0,65
NO _x	188,94	189,24	0,82	1,62
CO	170,78	742,64	0,47	1,60
COV	14,48	24,58	0,11	0,47
SO ₂	422,75	540,18	2,26	4,23

7. COGERAÇÃO

Tabela F.7 - Caracterização das emissões gasosas das cogerações das empresas analisadas

Parâmetros	Concentração (mg/Nm ³)		Caudal Mássico (kg/h)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
PTS	118,68	406,74	0,33	0,61
NO _x	360,33	252,88	5,42	11,73
CO	416,09	264,26	3,98	2,80
COV	252,39	171,96	2,24	1,44

APÊNDICE G - RESÍDUOS

Tabela G.1 - Códigos LER e descrição dos resíduos correspondentes.

Código LER	Tipo de Resíduo
04 02	Resíduos da Indústria têxtil
04 02 20	Lamas do Tratamento local de efluentes que não contêm substâncias perigosas
04 02 21	Resíduos de fibras têxteis não processadas
04 02 22	Resíduos de fibras têxteis processadas
13 02	Óleos de motores, transmissões e lubrificação
13 02 08	Óleos de motores, transmissões e lubrificação
15 01	Embalagens (incluindo resíduos urbanos e equiparados de embalagens, recolhidos separadamente)
15 01 01	Embalagens de papel e de cartão
15 01 02	Embalagens de plástico
15 01 03	Embalagens de madeira
15 01 04	Embalagens de metal
15 01 07	Embalagens de vidro
15 02	Absorventes, materiais filtrantes, panos de limpeza e vestuário de proteção
15 02 02	Absorventes, materiais filtrantes, panos de limpeza e vestuário de proteção, contaminados por substâncias perigosas
20 01	Frações recolhidas seletivamente (exceto 15 01)
20 01 01	Papel e Cartão
20 01 21	Lâmpadas fluorescentes e outros resíduos contendo mercúrio
20 01 36	Equipamento elétrico e eletrónico fora de uso

Tabela G.1 - Códigos LER e descrição dos resíduos correspondentes (cont.).

Código LER	Tipo de Resíduo
20 01	Frações recolhidas seletivamente (exceto 15 01)
20 01 39	Plásticos
20 01 40	Metais
20 03	Outros resíduos urbanos e equiparados
20 03 01	Misturas de resíduos urbanos e equiparados