



Universidade de Aveiro

2021

**Pedro Tavares
Ferreira**

**Racionalização de Consumos e Otimização de
Processos, na Indústria Têxtil (Roupa de Cama)**



Universidade de Aveiro

2021

**Pedro Tavares
Ferreira**

Racionalização de Consumos e Otimização de Processos, na Indústria Têxtil (Roupa de Cama)

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 Helena Nadais, Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro, e co-orientação da Doutora Elisabete Silva, responsável pelo Departamento de Ambiente e Higiene e Segurança da MoreTextile Group.

Dedico este trabalho a toda a minha família, em especial a ti avô Zé.

o júri

presidente

Professora Doutora Maria Isabel da Silva Nunes

Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

orientadora

Professora Doutora Maria Helena Gomes de Almeida Gonçalves Nadais

Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

arguente

Professor Doutor Manuel Guilherme Caras Altas Duarte Pinheiro

Professor Auxiliar Com Agregação da Universidade de Lisboa

agradecimentos

Agradeço a toda a minha família, pai, mãe, e aos meus irmãos. Obrigado por todo o apoio, carinho e dedicação. Este trabalho também é vosso, o culminar de um percurso académico que sem vocês não seria possível. Muito obrigado.

À minha orientadora da Universidade de Aveiro, Professora Doutora Maria Helena Nadais, por toda a ajuda prestada durante o decorrer deste projeto.

À minha orientadora do Grupo MoreTextile, a Doutora Elisabete Silva, por todo o carinho, motivação, disponibilidade e aprendizagens do dia-a-dia, um muito obrigado.

Agradeço também a toda a equipa dos Recursos Humanos do Grupo MoreTextile por ajudarem na minha integração e por toda a ajuda prestada durante a minha adaptação.

Ao Grupo MoreTextile por me proporcionarem esta oportunidade de aprendizagem e por me receberem de braços abertos.

A todos os meus amigos e colegas de curso, pela amizade, ajuda e por fazerem de mim o que sou hoje.

Muito obrigado.

palavras-chave

Otimização de processos; Racionalização de Consumos; Impactos Ambientais do Setor Têxtil; Desperdícios; Indicadores de Desempenho Ambiental; Aspectos Ambientais; Consumo de Recursos.

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 curricular decorreu nas instalações da António de Almeida & Filhos SA., pertencente ao Grupo MoreTextile, localizado no concelho de Guimarães.

O principal objetivo deste estágio foi caracterizar e analisar de forma integrada as tendências de consumo de recursos, bem como os principais aspetos ambientais associados ao processo de ultimateção têxtil da empresa, nomeadamente: o consumo de água, o consumo de produtos químicos, o consumo energético, a emissão de efluentes líquidos e gasosos e a geração de resíduos associados ao processo produtivo. De forma a avaliar o desempenho ambiental da empresa foram definidos vários indicadores ambientais, de acordo com os aspetos ambientais referidos anteriormente, que permitiram identificar oportunidades de produção mais limpa (P+L), de forma a minimizar os impactos ambientais, os consumos e os desperdícios da empresa.

Verificou-se que, para a produção de uma tonelada de artigo tingido, a empresa consome em média 230 m³ de água, 1991 kWh de energia elétrica, 1143 Nm³ de gás natural e 641 kg de produtos químicos (18 kg de corantes reativos, 169 kg de produtos auxiliares, 101 kg de soda cáustica e 111 kg de água oxigenada). Durante o processo produtivo, a empresa descarta, em média, 188 m³ de águas residuais, de pH ligeiramente alcalino (± 8), com valores médios de: 2119 μ S/cm de condutividade, 137 mg/L de CBO₅, 943 mg/L de CQO, 158 mg/L de SST e 300 mg/L de cloretos. Em termos de efluentes gasosos, a empresa apresenta caudais mássicos médios de 1,1 kg/h para o CO, 1,4 kg/h para os NO_x e para os COV. Para a produção de uma tonelada de artigo tingido a empresa gera 54 kg de resíduos que consistem principalmente em fibras têxteis processadas, embalagens de papel e cartão, embalagens de plástico, mistura de embalagens e misturas de resíduos urbanos equiparados. Da totalidade de resíduos gerados no processo produtivo da empresa, 99,96% são encaminhados para processos de valorização e 0.04% para processos de eliminação.

Tendo em conta os resultados obtidos em termos de consumos e indicadores de desempenho ambiental foi proposto um conjunto de melhorias com base no conceito de técnicas de P+L, tais como a instalação de caudalímetros em todos os equipamentos/processos que utilizem água, recuperação de soda cáustica, recirculação de água interna, entre outras.

Este trabalho permitiu identificar que o consumo de água, geração de efluentes líquidos e consumo energético são os principais aspetos ambientais onde a empresa deve melhorar o seu desempenho ambiental.

keywords

Process Optimization; Consumption Rationalization; Environmental Impacts of Textile Industry; Waste of Resources; Environmental Performance Indicators; Environmental Aspects; Resources Consumption.

abstract

This report is part of the curricular internship carried out under the Integrated Master's in Environmental Engineering at the University of Aveiro. The curricular internship took place at the facilities of António de Almeida & Filhos, SA., belonging to the MoreTextile Group, located in the municipality of Guimarães.

The main objective of this internship was to characterize and analyze in an integrated manner the resource consumption trends, as well as the main environmental aspects associated with the company's textile finalization process, namely: water consumption, chemical products consumption, energy consumption, the emission of liquid and gaseous effluents and the generation of waste associated with the production process. In order to assess the company's environmental performance, several environmental indicators were defined, according to the environmental aspects mentioned above, which allowed the identification of P+L opportunities, in order to minimize the company's environmental impacts, consumption and waste.

It was found that, to produce one tonne of dyed article, the company consumes an average of 230 m³ of water, 1991 kWh of electricity, 1143 Nm³ of natural gas and 641 kg of chemicals (18 kg of reactive dyes), 169 kg of auxiliary products, 101 kg of caustic soda and 111 kg of hydrogen peroxide). During the production process, the company discards, on average, 188 m³ of wastewater, with a slightly alkaline pH (± 8), with average values of: 2 119 μ S/cm of conductivity, 137 mg/L of BOD₅, 943 mg/L COD, 158 mg/L SST and 300 mg/L chloride. In terms of gaseous effluents, the company has average mass flow rates of 1,1 kg/h for CO, 1,4 kg/h for NO_x and for VOCs. To produce one tonne of dyed article, the company generates 54 kg of waste that consists mainly of processed textile fibers, paper and cardboard packaging, plastic packaging, mixed packaging, and mixtures of similar urban waste. Of the total waste generated in the company's production process, 99,96% is sent to recovery processes and 0.04% to disposal processes.

Taking into account the results obtained in terms of consumption and environmental performance indicators, a set of improvements was proposed based on the concept of P+L techniques, such as the installation of flow meters in all equipment / processes that use water, recovery of water. caustic soda, internal water recirculation, among others.

Índice

Índice	xv
Índice de Figuras	xviii
Índice de Tabelas	xxi
Lista de abreviaturas	xxii
Nomenclatura	xxiv
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento do tema	1
1.2 Objetivos do projeto	2
1.3 Estrutura da Dissertação de Mestrado	3
2 Caracterização do projeto	5
2.1 Indústria têxtil no mundo e na Europa	5
2.2 Contextualização em Portugal	6
2.3 Cadeia de produção têxtil	7
2.3.1 Armazenagem	8
2.3.2 Fiação	9
2.3.3 Tecelagem/Tricotagem	9
2.3.4 Ultimação	9
2.3.5 Confeção	9
2.4 Apresentação da entidade acolhedora	10
2.5 António de Almeida & Filhos, SA	12
2.6 Processo produtivo da empresa	14
2.6.1 Pré-Tratamento	16
2.6.1.1 Gasagem	16
2.6.1.2 Desencolagem	17
2.6.1.3 Processos de lavagem	17
2.6.1.4 ½ Branqueação	18
2.6.1.5 Mercerização	18
2.6.2 Branqueação	19
2.6.2.1 Branqueação com H ₂ O ₂	20
2.6.2.2 Branqueação ótica	20
2.6.3 Tingimento	21
2.6.3.1 Tingimento por esgotamento (descontínuo)	22
2.6.3.2 Tingimento semi-contínuo	23
2.6.3.3 Tingimento contínuo	24
2.6.4 Estamparia	25
2.6.5 Acabamento	26
2.6.5.1 Cardação	27

2.6.5.2	Calandragem.....	27
2.6.5.3	Pré-encolhimento	28
2.6.5.4	Ramulagem.....	28
2.6.5.5	Decatissagem	28
2.6.6	Revista e Enrolamento	29
2.7	Produção Mais Limpa – P+L.....	29
3	Aspetos e impactes ambientais	31
3.1	Água.....	31
3.2	Efluentes líquidos.....	34
3.3	Produtos Químicos.....	40
3.4	Efluentes gasosos.....	42
3.5	Resíduos	45
3.6	Ruído ambiental	47
3.7	Energia.....	48
3.8	Enquadramento Legal.....	50
4	Metodologia	55
4.1	Enquadramento.....	55
4.2	Caracterização da produção	56
4.3	Consumo de água.....	57
4.4	Efluentes líquidos.....	58
4.5	Consumo de produtos químicos	60
4.6	Emissões gasosas	61
4.7	Consumo energético	63
4.8	Produção de resíduos.....	64
4.9	Cálculo dos indicadores de desempenho ambiental	66
5	Resultados e Discussão	67
5.1	Caracterização da produção	67
5.2	Consumo de água.....	70
5.3	Efluentes líquidos.....	73
5.4	Consumo de produtos químicos	85
5.5	Emissões gasosas	92
5.6	Produção de resíduos.....	99
5.7	Consumo energético	103
5.8	Cálculo dos indicadores de desempenho ambiental	108
5.9	Balanço global dos consumos e impactes ambientais	109
5.10	Resultados obtidos vs revisão bibliográfica	111
6	Conclusões e propostas de melhoria	115
6.1	Conclusões sobre os resultados obtidos	115
6.2	Propostas de melhoria	117

6.3	Limitações do trabalho	119
6.4	Sugestões de trabalho futuro.....	119
	Referências Bibliográficas	120
	Apêndice A – Produção.....	125
	Apêndice B – Consumo de água.....	128
	Apêndice C – Efluentes líquidos	131
	Apêndice D – Produtos químicos	137
	Apêndice E – Emissões gasosas	143
	Apêndice F – Consumo energético	156
	Apêndice G – Resíduos	159

Índice de Figuras

Figura 1 - Diagrama do processo produtivo da ITV (indústria têxtil e do vestuário)	8
Figura 2 – Estrutura societária do Grupo MoreTextile, em Portugal.....	11
Figura 3 – Principais mercados do Grupo MoreTextile.....	12
Figura 4 – Vista aérea das instalações da António de Almeida & Filhos S.A.....	13
Figura 5 – Vista frontal das instalações da António de Almeida & Filhos S.A.....	13
Figura 6 - Processos produtivos da António de Almeida & Filhos, SA.	14
Figura 7 - Fluxograma do processo de ultimateção de tecidos da empresa.	15
Figura 8 - Processos de ultimateção têxtil que requerem o uso de água e que geram efluentes líquidos (Adaptado: Beltrame, 2000).....	33
Figura 9 - Distribuição da finalidade do consumo de água total na empresa, em 2019.....	58
Figura 10 - Evolução da quantidade total produzida, em toneladas, no ano de referência.....	67
Figura 11 - Evolução da quantidade total produzida de rama e de tecido, em ton, no ano de referência.....	68
Figura 12 - Evolução da quantidade total produzida, em toneladas, nos últimos 5 anos.....	68
Figura 13 - Evolução da quantidade total produzida de rama, fio e tecido, em kg, nos últimos 5 anos.....	69
Figura 14 - Evolução do consumo específico de água industrial, em m ³ /ton de artigo, em 2019... 70	70
Figura 15 - Evolução da produção, em ton, e do consumo específico de água industrial, em m ³ /ton de artigo, em 2019.....	70
Figura 16 - Volume de água industrial consumido por tonelada de artigo produzido no mês menos produtivo e no mês mais produtivo	71
Figura 17 - Evolução do consumo médio específico de água industrial, em m ³ /ton, nos últimos 5 anos.....	72
Figura 18 - Evolução da produção, em ton, e do consumo médio específico de água industrial, em m ³ /ton de artigo, nos últimos 5 anos	72
Figura 19 - Evolução do volume específico de efluente descarregado, em m ³ /ton de produto, em 2019.....	73
Figura 20 - Evolução da produção, em toneladas, e do volume específico de efluente descarregado, em m ³ /ton de artigo, em 2019.....	73
Figura 21 - Comparação entre a evolução do volume total de água consumido e de efluente descarregado, em m ³ , em 2019	74
Figura 22 - Comparação entre o volume de efluente rejeitado por tonelada de artigo produzido no mês menos produtivo e no mês mais produtivo.....	74
Figura 23 - Volume médio específico de efluente rejeitado, em m ³ /ton, nos últimos 5 anos	75
Figura 24 - Evolução da produção, em ton, e do volume médio específico de efluente descarregado, em m ³ /ton de artigo, nos últimos 5 anos.....	76

Figura 25 - Comparação entre o volume total de água consumido e o volume total de efluente rejeitado, nos últimos 5 anos.....	77
Figura 26 - Percentagem de efluente descarregado nos últimos 5 anos	77
Figura 27 - Evolução da produção, em toneladas, e do custo específico de tratamento de efluentes, em €/ton, no ano de referência.....	78
Figura 28 - Evolução da produção, em toneladas, e do custo médio específico de tratamento de efluentes, em €/ton, nos últimos 5 anos.....	78
Figura 29 - Caracterização dos efluentes brutos gerados na empresa ao longo dos últimos 5 anos, em termos de: (a) condutividade, (b) pH, (c) carência bioquímica de oxigénio (CBO ₅), (d) carência química de oxigénio (CQO), (e) sólidos suspensos totais (SST) e (f) cloretos.....	80
Figura 30 - Evolução da relação CBO ₅ /CQO do efluente bruto ao longo dos últimos 5 anos.....	83
Figura 31 - Evolução ao longo dos últimos 5 anos da carga poluente dos parâmetros: (a) carência bioquímica de oxigénio (CBO ₅), (b) carência química de oxigénio (CQO), (c) sólidos suspensos totais (SST) e (d) cloretos, nos últimos 5 anos	84
Figura 32 – Consumo de produtos químicos e auxiliares, por categoria, no ano de referência	85
Figura 33 - Evolução, ao longo do ano de referência, do consumo específico de: (a) corantes, (b) produtos auxiliares, (c) soda cáustica e (d) água oxigenada.....	86
Figura 34 - Consumo de produtos químicos e auxiliares, por categoria, em 2018	88
Figura 35 - Consumo de produtos químicos e auxiliares, por categoria, em 2017	88
Figura 36 - Consumo de produtos químicos e auxiliares, por categoria, em 2016	89
Figura 37 - Consumo de produtos químicos e auxiliares, por categoria, em 2015	89
Figura 38 - Evolução do consumo médio específico de produtos químicos relativamente à produção, de 2015 a 2019	90
Figura 39 - Evolução do consumo médio específico de corantes, produtos auxiliares, soda cáustica e água oxigenada, de 2015 a 2019.....	90
Figura 40 – Caudais mássicos de CO, NO _x , COV e Percloroetileno, em kg/h, no ano de referência	92
Figura 41 - Evolução dos caudais mássicos de CO, NO _x , COV's e Percloroetileno, em kg/h, nos últimos 5 anos	93
Figura 42 - Caracterização das caldeiras em termos de caudal mássico de: a) CO, b) NO _x e c) COV's, em kg/h, nos últimos anos	94
Figura 43 - Caracterização das râmolas em termos de caudal mássico de: a) CO, b) NO _x e c) COV's, em kg/h, nos últimos anos	95
Figura 44 - Caracterização das secadeiras em termos de caudal mássico de COV's, em kg/h, nos últimos anos	97
Figura 45 - Caracterização da gaseadeira (FF6) em termos de concentração de CO e COV, em mg/Nm ³ , em 2015 e 2018.....	98
Figura 46 - Resíduos produzidos pela empresa no ano de referência	99

Figura 47 - Comparação entre a produção específica de resíduos totais gerados na empresa com a produção específica de resíduos gerados na produção, em kg/ton, no ano de referência ..	99
Figura 48 - Evolução da quantidade de resíduos totais produzidos, em toneladas, de 2015 a 2019	101
Figura 49 - Comparação entre a produção específica de resíduos totais gerados na empresa com a produção específica de resíduos gerados na produção, em kg/ton, de 2015 a 2019	101
Figura 50 - Evolução do consumo específico de gás natural, em Nm ³ /ton de artigo produzido, ao longo de 2019	103
Figura 51 - Evolução do consumo específico de energia elétrica, em kWh/ton de artigo produzido, ao longo de 2019	104
Figura 52 - Evolução, ao longo dos últimos 5 anos, do consumo total de: (a) gás natural e (b) energia elétrica	105
Figura 53 - Evolução do consumo médio específico de gás natural, em Nm ³ /ton de artigo produzido, ao longo dos últimos 5 anos	106
Figura 54 - Evolução do consumo médio específico de energia elétrica, em kWh/ton de artigo produzido, ao longo dos últimos 5 anos	106

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Gamas de valores de consumo específico de água na indústria têxtil.....	32
Tabela 2 - Gamas de valores de descarga específica de efluentes líquidos na indústria têxtil	35
Tabela 3 - Parâmetros e gamas de valores característicos dos efluentes líquidos descarregados em coletores (Fonte: CITEVE, 2012)	36
Tabela 4 - Parâmetros e gamas de valores característicos dos efluentes líquidos descarregados diretamente em meio hídrico (Fonte: CITEVE, 2012)	36
Tabela 5 - Características dos efluentes gerados por tipo de processo. (Fonte: Alkaya et al., 2012; Varadarajan & Venkatachalam, 2016)	37
Tabela 6 - Caracterização qualitativa das águas residuais têxteis	38
Tabela 7 - Gama de valores para concentração e respetivos VLE's (Portaria 675/09 e 677/09), de acordo com o tipo de equipamento. (Fonte: CITEVE, 2012)	44
Tabela 8 - Composição dos efluentes gasosos gerados nos diferentes processos de ultimateção (Fonte: Alkaya et al., 2012)	45
Tabela 9 - Tipos de resíduos gerados no STV, por código LER (Fonte: CITEVE, 2012).....	46
Tabela 10 - Caracterização dos resíduos gerados nos diferentes processos de ultimateção (Fontes: Alkaya et al., 2012; Bastian & Rocco, 2009)	47
Tabela 11 – Gama de valores dos resíduos gerados no STV em Portugal (Fonte: CITEVE, 2012).....	47
Tabela 12 – Consumo mensal de gás natural, em 2012, nas 10 principais empresas de ultimateção do Vale do Ave (Fonte: Nunes et al., 2013)	50
Tabela 13 - Número de fontes fixas por instalação/processo industrial.	61
Tabela 14 - Indicadores de desempenho ambiental calculados.	66
Tabela 15 - Caracterização do efluente bruto gerado na empresa no ano de referência	79
Tabela 16 - Taxa de resíduos totais enviados para valorização ou eliminação, nos últimos 5 anos	102
Tabela 17 - Consumo total de gás natural e de energia elétrica, no ano de referência	103
Tabela 18 - Resultados obtidos para os indicadores de desempenho ambiental, no ano de referência e nos últimos 5 anos	108
Tabela 19 – Comparação dos resultados obtidos com a revisão bibliográfica efetuada e identificação de oportunidades P+L	111
Tabela F.20 – Consumo total de gás natural e energia elétrica em 2019, ano de referência.	156
Tabela G.21 - Resíduos gerados pela empresa em 2018.	160
Tabela G.22 - Resíduos gerados pela empresa em 2017.	161
Tabela G.23 - Resíduos gerados pela empresa em 2016.	162
Tabela G.24 - Resíduos gerados pela empresa em 2015.	163

Lista de abreviaturas

AAF - António de Almeida e Filhos – Têxteis, S.A.

APA - Agência Portuguesa do Ambiente

AICEP - Agência para o Investimento e Comércio Externo de Portugal

AOX – Compostos Orgânicos Halogenados

BREF – Best Available Techniques REference documents (Documentos de Referência sobre Melhores Técnicas Disponíveis)

CAE - Classificação Portuguesa das Atividades Económicas

CITEVE - Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e Vestuário

DGAE - Direção-Geral das Atividades Económicas

EURATEX - European Apparel and Textile Confederation

FDS – Fichas de Segurança

GEE - Gases com Efeito Estufa

GOTS – Global Organic Textile Standard

GN – Gás Natural

GPL– Gás de Petróleo Liquefeito

GRS – Global Recycle Standard

ITV - Indústria Têxtil e do Vestuário

LA – Licença Ambiental

LER - Lista Europeia de Resíduos

MIRR – Mapa Integrado de Registo de Resíduos

NO_x – Óxidos de Azoto

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

PCIP – Prevenção e Controlo Integrados da Poluição

PME - Pequenas e Médias Empresas

PREn – Plano de Racionalização dos Consumos de Energia

P+L – Produção Mais Limpa

SIDVA – Sistema Integrado de Despoluição do Vale do Ave

STV – Setor Têxtil e Vestuário

SST – Sólidos Suspensos Totais

TRH – Taxa de Recursos Hídricos

TRATAVE - Tratamento De Águas Residuais Do Ave, S.A.

TUA – Título Único Ambiental

UE – União Europeia

US EPA - United States Environmental Protection Agency (Agência de Proteção do Ambiente dos Estados Unidos)

VLE – Valor Limite de Emissão

VMA – Valor Máximo Admissível

Nomenclatura

H₂O₂ – Peróxido de Hidrogénio (água oxigenada)

NaCl – Cloreto de Sódio

NaClO – Hipoclorito de Sódio

NaOH - Hidróxido de Sódio (soda cáustica)

Nm³ – Normal metro cúbico

CBO₅ – Carência Bioquímica de Oxigénio, em 5 dias

CO₂ – Dióxido de Carbono

CQO – Carência Química de Oxigénio

SST – Sólidos Suspensos Totais

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será feito o enquadramento de todo o trabalho desenvolvido, sendo também apresentados os objetivos deste relatório. É ainda apresentada a metodologia utilizada ao longo do trabalho bem como a organização do documento.

1.1 ENQUADRAMENTO DO TEMA

No âmbito da unidade curricular de Estágio/Projeto/Dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente (MIEA), realizou-se um estágio curricular no Grupo MoreTextile, cujo tema foi a racionalização de consumos e otimização de processos, na indústria têxtil (roupa de cama). Este tema foi proposto pelo Grupo MoreTextile ao Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro (DAO-UA), devido à necessidade de estudar os consumos e eventuais oportunidades de melhoria dos processos envolvidos na ultimação de artigos têxteis-lar de uma das empresas do Grupo, a António de Almeida & Filhos, SA.

Entre todos os setores industriais, o setor têxtil e do vestuário está classificado como um dos setores mais poluentes, tendo em consideração o volume e a composição dos efluentes líquidos gerados, resultantes do forte consumo de água durante as operações de ultimação têxtil (Gümüş & Akbal, 2011). Durante os vários processos envolvidos na complexa cadeia produtiva têxtil, são utilizadas grandes quantidades e variados tipos de produtos químicos, matérias-primas, energia e água. Como consequência direta da utilização destes recursos é gerada uma quantidade relativamente alta de resíduos que representam riscos significativos para o meio ambiente e para a saúde humana (Alkaya & Demirer, 2013)

A identificação destes riscos e dos resíduos gerados em cada etapa do processo produtivo bem como dos seus impactos ambientais é de elevada importância (Lange & Schenini, 2013). Segundo os mesmos autores, uma melhor utilização de matérias-primas, água, energia e a redução na geração de resíduos proporcionam ganhos financeiros e ganhos ambientais, que podem ser conseguidos com a aplicação de técnicas de produção mais limpa. Este conceito de Produção Mais Limpa (P+L) possibilita ainda o aumento da competitividade das empresas, através da redução de custos de produção, melhoria do ambiente de trabalho, melhoria da imagem das empresas perante o mercado, a sociedade e os seus colaboradores. Trabalhando na remodelação dos seus

consumos e processos, a indústria têxtil caminha a passos largos para atingir conceitos mais estritos de sustentabilidade (Salem, 2010). Uma abordagem de produção sustentável pode ajudar a reduzir o consumo de recursos, a geração de resíduos e os custos associados nas empresas têxteis (Alkaya et al., 2012).

Reduzir progressivamente os impactos ambientais e a intensidade de utilização de recursos ao longo do ciclo de vida do produto são componentes essenciais para o aumento da prosperidade económica e ambiental, por meio do aumento da racionalização e eficiência de utilização dos recursos e diminuição dos desperdícios gerados em toda a fase produtiva. A relação entre o ganho económico e o ganho ambiental contribui para o aumento da competitividade entre as empresas e dos seus lucros (Costa et al., 2014).

1.2 OBJETIVOS DO PROJETO

O principal objetivo deste trabalho centra-se num estudo e análise dos consumos de recursos, tais como água, energia, produtos químicos e geração de efluentes líquidos, efluentes gasosos e resíduos, associados a todo o processo de ultimateção têxtil da António de Almeida & Filhos, S.A, pertencente ao Grupo MoreTextile.

Todo o trabalho desenvolvido teve em vista a redução de desperdícios e de impactos ambientais associados ao processo de ultimateção têxtil da empresa. Para tal, foram escolhidos um conjunto de indicadores de desempenho ambiental que permitiram avaliar a performance da empresa em matéria de produção, consumo de recursos e impactos ambientais associados ao processo produtivo.

O estudo e análise aprofundada das tendências de produção de materiais têxteis e consumos de matérias-primas e recursos ao longo de um ano e nos últimos anos, de 2015 a 2019, possibilitou a identificação de pontos onde o processo produtivo da empresa pode ser otimizado para obtenção de artigos têxteis-lar com impactos ambientais reduzidos, permitindo obter simultaneamente benefícios ambientais e económicos na gestão de recursos, desperdícios e processos da empresa.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

O presente trabalho encontra-se dividido em seis capítulos: Introdução, Caracterização do Projeto, Aspectos e Impactos Ambientais, Metodologia, Resultados e Discussão e, por último, Conclusões e Propostas de Melhoria.

No primeiro capítulo é feito um breve enquadramento da indústria têxtil, remetendo para o conteúdo do trabalho. São também definidos os objetivos do trabalho desenvolvido bem como a apresentação da estrutura do documento.

No segundo capítulo é feita uma caracterização do projeto, onde inicialmente é feita uma contextualização do setor têxtil e vestuário no mundo, na Europa e em Portugal, sendo também apresentada a cadeia de produção têxtil. Em seguida é apresentada a entidade acolhedora, a empresa onde incide o trabalho desenvolvido, os seus materiais e produtos, o seu processo produtivo, com recurso à revisão bibliográfica, e por fim é também abordado o conceito de produção mais limpa.

O terceiro capítulo aborda os principais aspetos e impactos ambientais associados à indústria têxtil: água, efluentes líquidos, produtos químicos, efluentes gasosos, resíduos, ruído ambiental e energia. É ainda apresentado o enquadramento legal dos aspetos abordados anteriormente. Neste capítulo é também utilizada a revisão bibliográfica assim como um enquadramento teórico disponibilizado pela empresa dos aspetos ambientais referidos anteriormente.

No quarto capítulo é exposta a metodologia de todo o trabalho desenvolvido durante o estágio. Este capítulo encontra-se dividido nos seguintes subcapítulos: enquadramento dos dados recolhidos, caracterização da produção, consumo de água, efluentes líquidos, consumo de produtos químicos, emissões gasosas, consumo energético, produção de resíduos e cálculo de indicadores de desempenho ambiental.

No quinto capítulo são apresentados e analisados os resultados obtidos durante o trabalho desenvolvido, igualmente divididos em 9 subcapítulos, os mesmos abordados no quarto capítulo.

Por fim, no sexto capítulo, são apresentadas as conclusões mais relevantes a retirar dos resultados obtidos do trabalho desenvolvido. São também apresentadas as limitações do trabalho e ainda um conjunto de propostas de melhoria do desempenho ambiental da empresa.

2 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO

Neste capítulo será feita uma contextualização do setor têxtil um pouco por todo o mundo e em Portugal, uma descrição da cadeia produtiva têxtil, uma breve introdução ao Grupo MoreTextile, em especial à empresa do Grupo onde incidiu este estudo. Serão apresentados os seus produtos e a sua organização interna. Ao longo deste capítulo será ainda caracterizado todo o seu processo produtivo, estando o foco direcionado para os processos de ultimação/acabamentos, visto serem estas as áreas analisadas e onde serão aplicadas as propostas de melhoria apresentadas.

2.1 INDÚSTRIA TÊXTEL NO MUNDO E NA EUROPA

A Indústria Têxtil e do Vestuário (ITV) é uma indústria fortemente globalizada em todo o mundo (Parisi et al., 2015). Segundo Napierala et al. (2018) a ITV está entre os maiores ramos industriais da União Europeia (UE). Para além de ser um setor que envolve um grande número de atividades, desde a produção de matéria-prima até à confeção final do artigo, a ITV constitui uma importante fonte de rendimento e emprego para vários países da UE (Napierala et al., 2018; Parisi et al., 2015).

Os artigos têxteis representam uma fatia importante do comércio internacional, sendo que depois da China, a UE é o segundo maior exportador mundial de têxteis e vestuário, com 28% e 23% das vendas mundiais, respetivamente (Napierala et al., 2018). Em Portugal, a ITV é de elevada importância para o emprego e valor acrescentado do país (Sura, 2004).

Segundo Napierala et al. (2018) o setor têxtil e do vestuário apresentou um volume de negócios de 178 mil milhões de euros e investimentos de 5 mil milhões de euros, nos 28 países da UE. Este setor é responsável por cerca de 5% do emprego e 9% das empresas no total das indústrias transformadoras da UE, bem como por mais de 4% do total das exportações de mercadorias. Um grande número de empresas europeias está concentrado em Itália e mais de metade do emprego da UE está concentrado em quatro países.

Nos últimos anos, o aumento da procura por artigos têxteis sustentáveis por parte dos consumidores “éticos”, as melhorias significativas na aplicação das leis ambientais por parte das autoridades reguladoras e o melhor cumprimento pelos fabricantes demonstram um claro reconhecimento crescente da importância de se avançar para um modelo mais sustentável para este setor (Parisi et al., 2015).

2.2 CONTEXTUALIZAÇÃO EM PORTUGAL

A ITV é uma das mais antigas e tradicionais indústrias nacionais e mantém-se como um dos maiores e mais importantes setores empresariais em Portugal. Atualmente, exporta cerca de 80% da sua produção de têxteis e vestuário para 189 países, nos cinco continentes, destacando-se os Estados Unidos da América como um importante destino extracomunitário, sendo a posição geográfica de Portugal uma importante vantagem para o volume de negócios internacional (Direção-Geral da Administração Escolar [DGAE], 2018).

Ampla em todo o território nacional, é das poucas indústrias que contribui positivamente para a balança comercial portuguesa, o que revela a sua importância na economia do país. O seu impacto sobre o volume de emprego e na redução das margens de comercialização é significativo e devido à sua forte capacidade exportadora, em crescimento nos últimos anos, representa hoje 10% do total de exportações e 3% do PIB nacional (Agência para o Investimento e Comércio Externo de Portugal [AICEP], 2018; DGAE, 2018).

Ao longo das últimas décadas, esta indústria teve a capacidade de se adaptar e reinventar, apostando na investigação, inovação e desenvolvimento de novos produtos e no seu crescente reconhecimento internacional. O setor tem passado por diversas transformações devido a mudanças tecnológicas, evolução dos custos de produção, concorrência internacional e à eliminação das quotas de importação. Para aumentar a competitividade do setor, as empresas têm apostado nos produtos de maior valor acrescentado, reduzindo assim a produção em massa. Desta forma, há cada vez mais empresas do setor a ter departamentos de I&D no seu seio para promover a inovação de produtos e processos, ou a trabalhar com o sistema científico e tecnológico nacional, constituído pelas universidades e pelos centros tecnológicos (AICEP, 2018; DGAE, 2018).

Em Portugal, este setor assegura todas as fases da cadeia de produção, desenvolve processos de fabrico sofisticados e utiliza matérias-primas de grande qualidade. Essencialmente é um setor constituído por Pequenas e Média Empresas (PME) familiares, com um forte envolvimento e conhecimento do negócio, e em termos de categoria de produtos o setor divide-se em matérias têxteis, vestuário, têxteis-lar e outros artigos têxteis confeccionados. Segundo dados da AICEP, em 2017, do total das exportações, cerca de 60,24% dizem respeito ao vestuário, enquanto os restantes 39,6% são referentes aos materiais têxteis (AICEP, 2018).

Nos dias que correm, a imagem de qualidade dos têxteis nacionais é de grande prestígio a nível internacional, dado o forte contributo das empresas de têxteis-lar empenhadas em reforçar a sua presença e o seu reconhecimento nos mercados internacionais. Os principais mercados de exportação desta indústria transformadora são maioritariamente europeus, destacando-se a Espanha, França, Alemanha, Reino Unido, Estados Unidos da América, Itália e Países Baixos. As características particulares desta indústria, como a proximidade geográfica e cultural, a flexibilidade, reatividade e oferta de um “lead time” muito curto, tornam a ITV nacional bastante competitiva ao nível internacional (AICEP, 2018).

2.3 CADEIA DE PRODUÇÃO TÊXTIL

A cadeia produtiva têxtil consiste na interação organizacional de um conjunto de etapas e processos industriais autónomos, responsáveis pela transformação de fibras têxteis em fios, que posteriormente serão transformados em tecidos e/ou em peças e artigos acabados, de acordo com o tipo de produto que as empresas pretendem confeccionar. De um modo geral, cada processo autónomo é responsável pela produção de matéria-prima para o processo seguinte, até o produto final ser confeccionado e chegar ao consumidor (Costa & Rocha, 2009).

A classificação de toda a cadeia produtiva está dependente das características da matéria-prima inicial, isto é, do tipo de fibra têxtil utilizada inicialmente. Esta tipologia de fibra encontra-se dividida em dois principais grupos: fibras naturais e fibras manufaturadas. As fibras naturais resultam de matérias primas existentes na natureza e estão subdivididas de acordo com a sua origem, podendo ser classificadas como fibras minerais, animais e vegetais, entre as quais se destacam o algodão, a lã, o linho e a seda. Por outro lado, as fibras manufaturadas envolvem processos de transformação química e podem ser classificadas como fibras sintéticas e artificiais. Entre as fibras artificiais destacam-se como principais o acetato de celulose e a viscose, que apresentam métodos de produção diferentes. Já o processo de produção das fibras sintéticas, como o poliéster, tem início na transformação da nafta, um derivado de petróleo, em benzeno, eteno, p-xileno e propeno, que são produtos intermediários básicos para a produção destas fibras (Bastian & Rocco, 2009).

Segundo os mesmos autores, a cadeia produtiva têxtil tem como característica ser consumidora de tecnologia uma vez que as inovações no setor tendem a ocorrer de forma exógena, isto é, por via de empresas fornecedoras de máquinas e equipamentos

ou ainda por via de empresas produtoras de fibras têxteis e produtos químicos, como corantes e pigmentos. Grande parte dos avanços tecnológicos no processo produtivo do setor provém dos avanços obtidos relativamente à produção das máquinas e matérias-primas utilizadas, especialmente no desenvolvimento de fibras sintéticas.

Na **Figura 1** é apresentado um diagrama das principais etapas envolvidas em todo o processo produtivo têxtil:

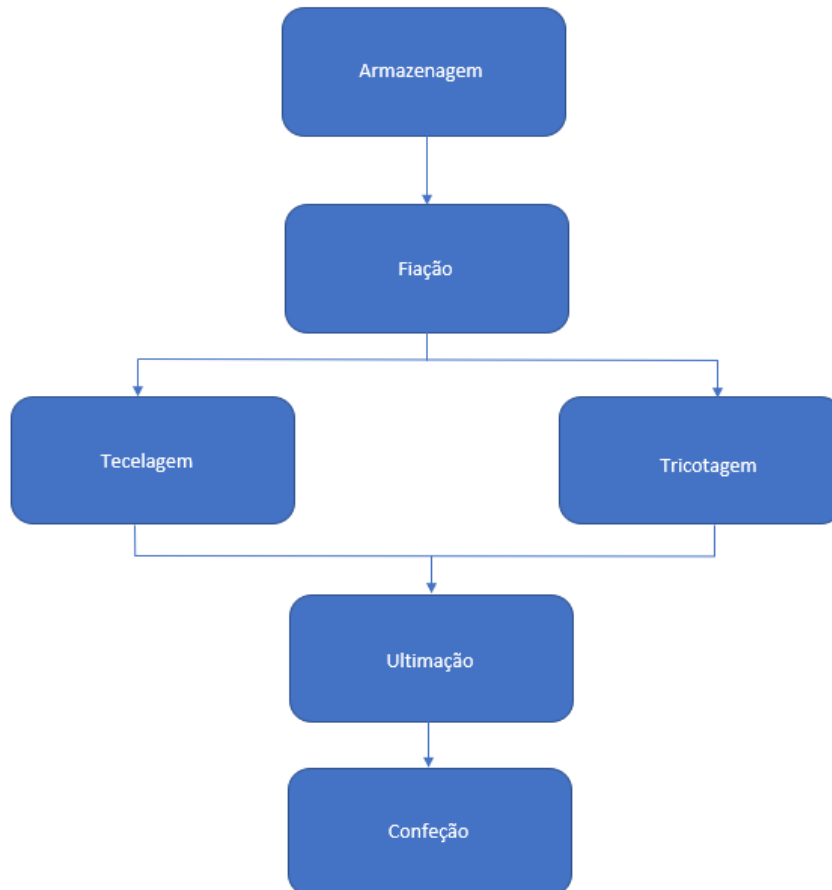


Figura 1 - Diagrama do processo produtivo da ITV (indústria têxtil e do vestuário)

2.3.1 ARMAZENAGEM

Antes da sua utilização, a matéria-prima chega à empresa e é armazenada estrategicamente de forma a garantir a correta manutenção dos materiais, evitando a sua degradação principalmente devido à ação da humidade.

As empresas que apenas se dedicam a processos de ultimação, por norma armazenam desde as fibras até às peças de vestuário já confeccionadas, e também os produtos químicos utilizados ao longo processo produtivo.

2.3.2 FIAÇÃO

Etapa onde o fio é obtido a partir de fibras têxteis, podendo ser enviado diretamente para a tecelagem. De um modo geral, nesta etapa estão compreendidos um conjunto de processos que consistem na remoção de impurezas das fibras, separação por tamanho, distensão e torção das fibras, confeção do fio, formação de fios retorcidos (por união de fibras), enrolamento de fios e fixação do fio por meio de calor;

2.3.3 TECELAGEM/TRICOTAGEM

Trata-se da fase de elaboração de tecidos planos, tecidos de malha circular ou retilínea, através do entrelaçamento de fios de trama (transversais) e fios de teia (longitudinais), envolvendo operações como a urdissagem, encolagem e montagem em tear.

2.3.4 ULTIMAÇÃO

Etapa de pré-tratamento, tingimento, estamparia e acabamento físico e físico-químico de tecidos, malhas ou artigos confeccionados. É a etapa mais complexa em termos tecnológicos e economicamente é a mais dispendiosa, tendo como objetivo agregar mais valor ao produto e melhorar a sua qualidade. É uma fase da cadeia produtiva com alta responsabilidade ambiental pelo que o cumprimento de legislações é também ele mais rígido, aumentando a necessidade de avanços contínuos nos padrões de qualidade, gestão e otimização da utilização de recursos por parte das empresas. Nesta etapa estão envolvidos processos tais como a chamuscagem ou gasagem, desengomagem, limpeza, mercerização, tingimento, branqueação, estamparia, lavagem, secagem, calandragem, decatissagem, amaciamento, entre outros.

2.3.5 CONFEÇÃO

Etapa do setor onde são aplicadas diversas tecnologias para os produtos e peças têxteis que se pretende confeccionar. É uma etapa constituída pelo setor administrativo e pelo

setor de produção. O setor administrativo está encarregue dos processos de criação, compra, modelagem e manutenção mecânica. No setor de produção estão envolvidos processos de costura, corte, estampagem, bordados, revisão, etiquetagem, embalagem e expedição.

2.4 APRESENTAÇÃO DA ENTIDADE ACOLHEDORA

O Grupo MoreTextile, formado em 2011, consiste em três dos mais importantes *players* portugueses do setor dos têxteis-lar e é um grupo de têxteis-lar de base industrial com dimensão crítica para se posicionar como referencial deste setor no plano Europeu, assumindo como desafio estratégico a liderança deste mercado.

O track record e características de cada uma das três empresas que integram o Grupo, designadamente das suas unidades industriais – Coelima – Indústrias Têxteis, S.A., António de Almeida & Filhos – Têxteis, S.A e JMA – Felpos, S.A – permitem no atual contexto uma abordagem integrada e complementar, tanto em termos de produto como em termos de mercados de atuação. O Grupo MoreTextile está, assim, presente em toda a cadeia de valor industrial deste setor (fiação, tecelagem, acabamentos e confeção, quer de felpos quer de roupa de cama), distribuída por três polos industriais complementares (Pevidém, Moreira de Cónegos e S. Martinho do Campo), e posiciona-se na vanguarda mundial em termos das competências de design e desenvolvimento do produto, dispondo de uma rede comercial e de distribuição com abrangência global, marcando uma presença forte e diferenciada nos mercados mais exigentes e sofisticados, designadamente Europa, América do Norte, América Latina e Ásia.



Figura 2 – Estrutura societária do Grupo MoreTextile, em Portugal.

O Grupo emprega, atualmente, cerca de 740 trabalhadores, tendo em curso um trabalho profundo de auditoria e análise estratégica da base tecnológica e de inovação, tanto ao nível do produto como do processo, nas diversas fases da sua cadeia de valor, com foco nas áreas de Tecelagem, Acabamentos/Ultimação, Confeção e Logística. Ao nível da componente de Acabamentos/Ultimação, que envolve processos de tinturaria, estamparia e acabamentos, este trabalho está a ser realizado em conjunto com o Centro Tecnológico das Indústrias Têxteis e do Vestuário (CITEVE).

Em 2014, o Grupo MoreTextile, na sua globalidade produzia 45 milhões de m² de tela e felpos (8 mil toneladas), 1,2 mil toneladas de rama e fio e 10 milhões m² de estampados, apesar da taxa de utilização das 3 secções produtivas estar bastante aquém do pretendido.

A **Figura 3** apresenta os principais mercados internacionais do Grupo MoreTextile.



Figura 3 – Principais mercados do Grupo MoreTextile.

2.5 ANTÓNIO DE ALMEIDA & FILHOS, SA

A António de Almeida & Filhos Têxteis S.A. (AAF) é uma empresa de fabrico e exportação de têxteis-lar com serviços de ultimização têxtil, sediada em Moreira de Cónegos, Guimarães.

Fundada em 1956, é certificada pela Associação Portuguesa de Certificação (APCER) com a norma ISO 9001, e conta já com mais de 60 anos de conhecimento em ultimização de tecidos, tingimento de fios e rama. Localizada numa zona urbana, as suas infraestruturas albergam uma área total de 36130.00 m² e conta com 246 funcionários.

A empresa possui também as certificações GOTS (Global Organic Textile Standard), GRS (Global Recycle Standard) e OEKO-TEX. A GOTS é uma norma que garante que os tecidos são processados de forma responsável, ambiental e socialmente. A GRS é um padrão internacional que define os requisitos para a certificação terceirizada de material reciclado, cadeia de custódia, práticas sociais e ambientais e restrições químicas. A OEKO-TEX é uma norma que tem como objetivo alcançar produtos isentos de substâncias nocivas para a saúde humana.

As suas atividades principais são o fabrico de roupa de cama e acabamento de tecidos e produtos têxteis, desde a mercerização, branqueação, tingimento, estampagem e

acabamento de tecidos têxteis. A sua área de negócio está classificada com a CAE (Classificação das Atividades Económicas) 13201: Tecelagem de fio do tipo algodão.

Enquadrada na categoria 6.2 de indicadores de enquadramento Atividade Têxtil – Branqueamento e Tingimento, a empresa tem uma capacidade instalada de produção de 26 ton/dia de branqueamento e tingimento.

As figuras seguintes mostram as instalações da António de Almeida & Filhos S.A.



Figura 4 – Vista aérea das instalações da António de Almeida & Filhos S.A



Figura 5 – Vista frontal das instalações da António de Almeida & Filhos S.A

2.6 PROCESSO PRODUTIVO DA EMPRESA

A ultimação têxtil engloba um conjunto variado de operações a que um tecido é submetido, após o seu fabrico até estar pronto para a fase final, a confeção.

A figura seguinte é um esquema da cadeia de produção da empresa, de onde se destacam a produção de artigos em rama e em tela.

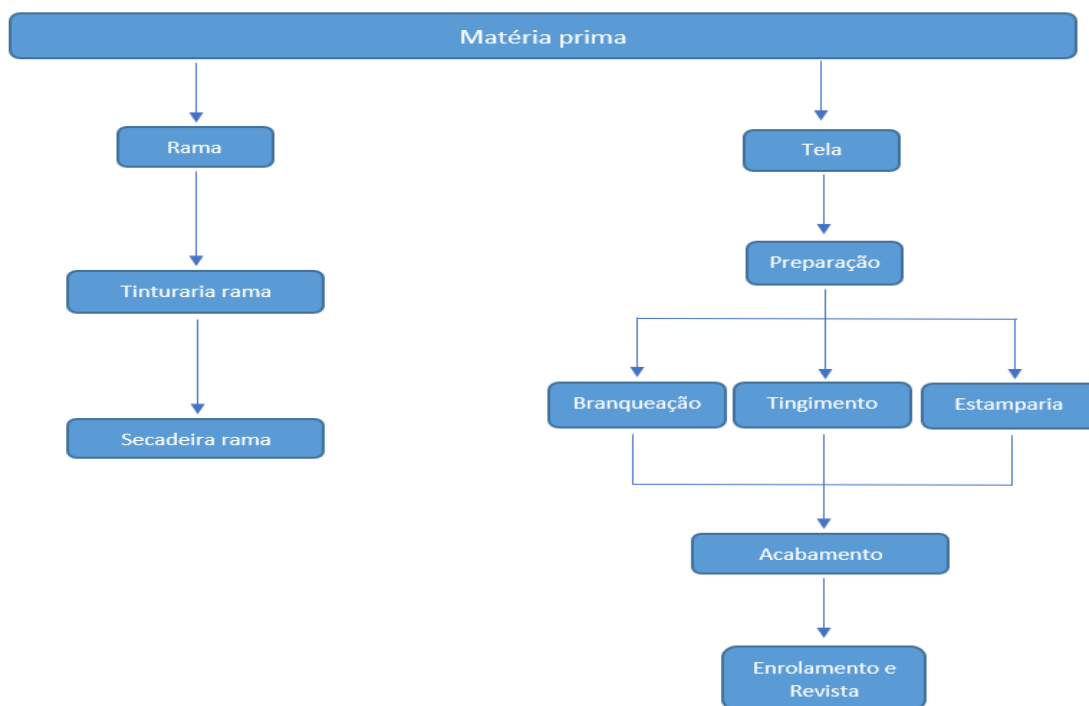


Figura 6 - Processos produtivos da António de Almeida & Filhos, SA.

Na **Figura 7** é apresentado o fluxograma dos vários processos e subprocessos envolvidos na ultimação de artigos têxteis-lar da António de Almeida & Filhos S.A.

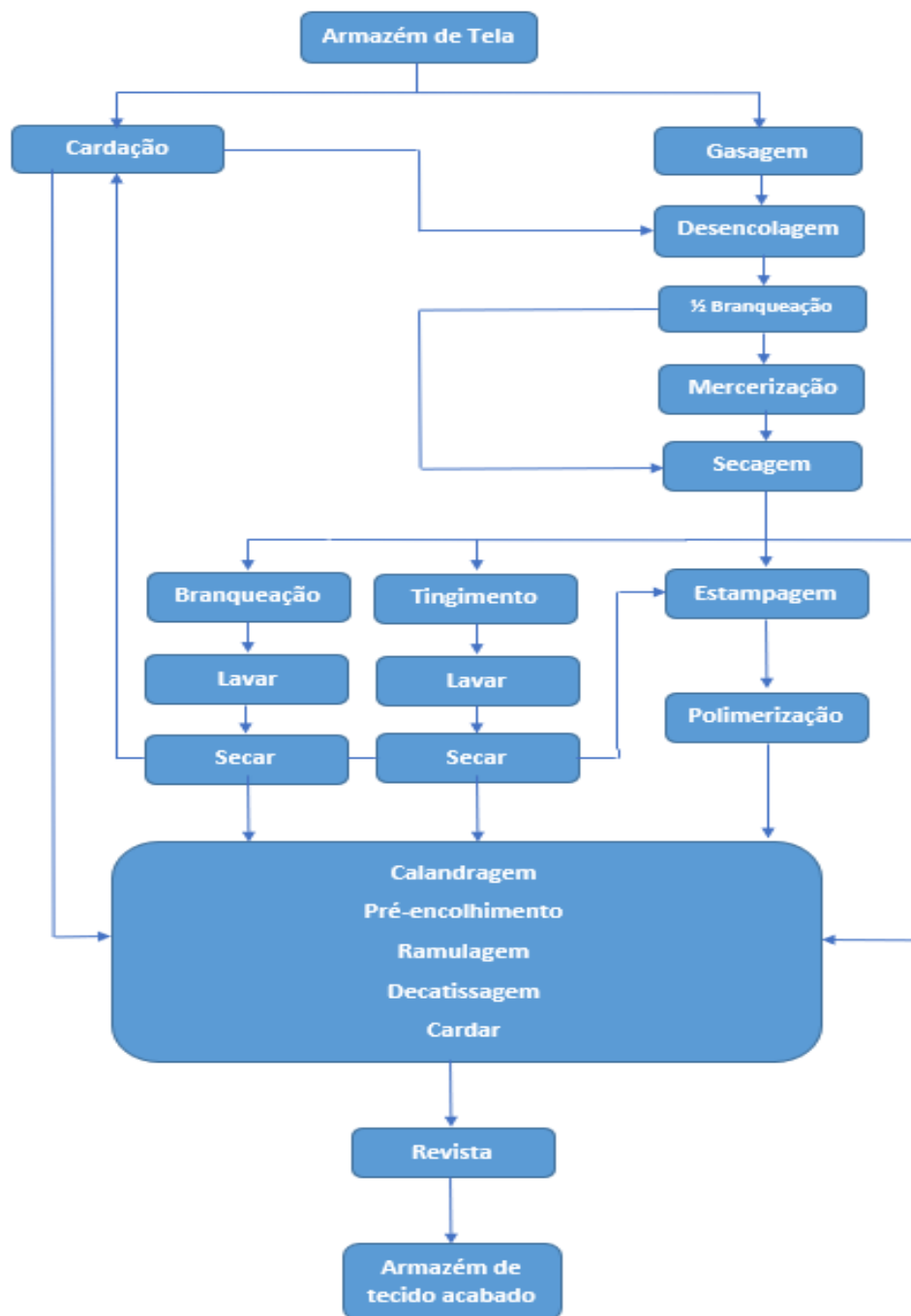


Figura 7 - Fluxograma do processo de ultimateção de tecidos da empresa.

Em seguida será feita uma descrição das etapas envolvidas no processo de ultimateção de roupa de cama da António de Almeida & Filhos.

2.6.1 PRÉ-TRATAMENTO

A fase de pré-tratamento tem como principais objetivos a eliminação de impurezas naturais ou adicionadas ao substrato têxtil na etapa de encolagem (tecelagem), e a melhoria da estrutura do material têxtil para que, posteriormente, este material esteja preparado para as operações de ultimação que se seguem. Esta fase envolve um conjunto de tratamentos necessários para que o material possa ser tingido, estampado e acabado (Beltrame, 2000).

2.6.1.1 GASAGEM

A gasagem é um processo essencial envolvido na etapa de pré-tratamento do tecido, fundamental para os processos de tingimento, estamparia e acabamentos. Neste processo, o tecido é submetido a uma operação de alisamento e limpeza da sua superfície, em máquinas de chamuscar, a fim de eliminar superfícies macias indesejáveis e finas fibras salientes presentes na superfície do tecido (Schönberger & Schäfer, 2003; Karmakar, 1999).

O tecido pode passar diretamente sobre uma chama, placa de metal ou indiretamente entre dispositivos de cerâmica aquecidos. Este é um tratamento associado principalmente a tecidos de malha e de algodão, que permite reduzir a presença de pequenas bolas de fibras que se formam no tecido. A chamuscagem é frequentemente combinada com um dispositivo que permite eliminar faíscas resultantes do processo de combustão e ainda um dispositivo de enchimento para impregnar um licor de dissolução no tecido diretamente após chamuscar (Schönberger & Schäfer, 2003).

Segundo Karmakar (1999), este processo é responsável por conferir aos tecidos as seguintes características:

- aumento da hidrofiliidade;
- melhoria das características de tingimento;
- aumento do reflexo (devido ao alisamento da superfície);
- melhor clareza do estampado;
- melhoria da visibilidade da estrutura do tecido;
- diminuição da contaminação.

2.6.1.2 DESENCOLAGEM

A descolagem é um tratamento que consiste na remoção de amidos e outras substâncias, designadas por goma, que são adicionadas ao tecido durante a fase de encolagem, por forma a facilitar o processo de tecelagem. Neste tratamento as substâncias insolúveis, das quais se destaca o amido, são transformadas em substâncias solúveis, facilitando assim a sua remoção do tecido. Para o efeito, esta operação requer a utilização de água quente, frequentemente obtida através de caldeiras de vapor (EPA, 1997).

Este tratamento pode ser realizado através dos seguintes métodos: decomposição do amido por autofermentação, hidrólise ácida do amido e hidrólise do amido por digestão enzimática. Devido à difícil operacionalização que resulta numa autodigestão pouco eficiente e irregular, os primeiros dois métodos são pouco comuns. O método da hidrólise do amido por digestão enzimática consiste na impregnação do tecido com uma solução de enzima que posteriormente é encaminhado para tanques durante um período de 10 a 12 horas, a uma temperatura específica. Durante este intervalo de tempo ocorre a hidrólise do amido, que se converte em sacarídeos solúveis, através da digestão enzimática. Quando prescrito o tempo de repouso nos tanques, o tecido é então encaminhado para equipamentos de lavagem a temperatura ideal, finalizando-se assim o processo de descolagem (EPA, 1997).

2.6.1.3 PROCESSOS DE LAVAGEM

Os processos de lavagem de fio, tecido ou malha, têm como finalidade extrair da superfície das fibras ceras naturais, pectinas, óleos lubrificantes e agentes de pós encolagem que possam prejudicar a uniformidade do tecido, aumentando assim a hidrofiliabilidade das fibras, essencial para as etapas seguintes. O substrato têxtil deve ser limpo para assegurar uma boa interação das fibras com a solução de corante nos processos de tingimento e estamparia (Alcântara & Daltin, 1996; Beltrame, 2000; Pereira, 2010). Para remover estas impurezas naturais, dependendo do grau de sujidade do material, os tecidos são tratados de maneira descontínua ou contínua com bases de metais alcalinos quentes, principalmente com NaOH (Bastian & Rocco, 2009; Schönberger & Schäfer, 2003).

Este processo pode ser realizado como uma etapa separada ou em combinação com a operação de branqueação (Schönberger & Schäfer, 2003).

A remoção destas impurezas pode ser feita através dos seguintes mecanismos (Pereira, 2010):

- Emulsificação: consiste na dispersão de óleo com água obtida com o auxílio de produtos tensoativos;
- Saponificação: transformação de ésteres de ácidos em sabões solúveis, mediante a reação com bases de metais alcalinos (NaOH);
- Dissolução de matérias solúveis em água quente.

Devido à baixa afinidade das fibras por água ou soluções aquosas de ácidos e bases, este processo deve ocorrer com água quente (Alcântara & Daltin, 1996).

Geralmente, o processo consiste em ferver o tecido na presença de detergentes e enxaguar os substratos com água a ferver, por forma a assegurar uma boa eliminação das ceras emulsionadas, sem que haja coagulação (Alcântara & Daltin, 1996; Beltrame, 2000).

2.6.1.4 ½ BRANQUEAÇÃO

Essencialmente, este processo consiste no branqueamento parcial do substrato têxtil, anterior ao processo de branqueação propriamente dito, e é essencial para a preparação do substrato para a fase de ultimação. Na etapa da ½ Branqueação são utilizadas concentrações mais baixas de peróxido de hidrogénio comparativamente com a fase de branqueação total, e o objetivo é uniformizar todo o substrato têxtil, de forma a garantir homogeneidade nos processos subsequentes de branqueação, tingimento e estampagem.

2.6.1.5 MERCERIZAÇÃO

A mercerização é um processo químico contínuo, onde os tecidos de algodão são tensionados e tratados a partir de uma solução líquida de hidróxido de sódio (NaOH), vulgarmente conhecida por soda cáustica. Este tratamento alcalino dado ao tecido em tela consiste em impregnar uma solução concentrada (20%-30%) de NaOH, sob tensão e normalmente à temperatura ambiente, seguido por um processo de neutralização do pH do banho. Os tecidos podem ser mercerizados em largura total ou em forma de corda (Correia et al., 1994; Schönberger & Schäfer, 2003). Segundo Schönberger & Schäfer

(2003) a mercerização pode ter início após o processo de descolagem, de limpeza, de branqueação ou após o tingimento dos tecidos.

Uma vez que se trata de um processo contínuo, envolve as seguintes etapas (Schönberger & Schäfer, 2003):

- impregnação do tecido com soda cáustica;
- atuação da soda cáustica no tecido;
- lavagem (detergentes);
- acidificação da solução e limpeza do tecido.

A mercerização confere ao tecido várias propriedades, das quais se destacam o aumento de brilho, melhoria da aparência, toque e hidrofiliidade da fibra, aumento de resistência à tração e aumento da capacidade de absorção dos corantes (Correia et al., 1994; EPA, 1997; Schönberger & Schäfer, 2003).

2.6.2 BRANQUEAÇÃO

O processo de branqueação é responsável pelo aumento do grau de branco dos tecidos de fibras naturais e artificiais. Este processo é de elevada importância para os processos de tingimento e estamparia, especialmente em materiais a serem coloridos com alto brilho ou tons claros. Neste processo, os subprodutos coloridos naturais das fibras, responsáveis pela tonalidade amarelada dos tecidos não tingidos, são removidos, bem como impurezas, óleos, resinas e substâncias proteicas das fibras são eliminadas do substrato têxtil. A matéria corante natural pode ser removida por oxidação, por redução ou ainda por combinação de processos oxidativos e redutores. (Das et al., 2016; Schönberger & Schäfer, 2003; Varadarajan & Venkatachalam, 2015).

A nível industrial, o agente de branqueação mais utilizado é o peróxido de hidrogénio (H_2O_2), mais conhecido por água oxigenada, que atua como oxidante para operações de branqueação de algodão e outras fibras de celulose em condições alcalinas. Também são utilizados outros agentes oxidantes químicos, como o hipoclorito de sódio ($NaClO$), sendo que a remoção destes agentes de branqueamento requer lavagem e enxaguamento extensivos (Das et al., 2016; Hage & Lienke, 2006; Varadarajan & Venkatachalam, 2015). Schönberger & Schäfer (2003) sugerem que os métodos e os agentes de branqueamento variam consoante as propriedades do substrato têxtil.

Segundo Carvalho et al. (2000) atualmente o processo de branqueação compreende duas etapas: branqueação química e branqueação ótica.

2.6.2.1 BRANQUEAÇÃO COM H₂O₂

Quando o processo de branqueação é feito com peróxido de hidrogénio, o agente de branqueação é o oxigénio, gerado a partir do peróxido de hidrogénio sob condições alcalinas, com um pH de aproximadamente 12, temperaturas elevadas (60°C - 98°C), presença de estabilizadores e altos tempos reacionais (90 minutos) para promover um eficiente grau de branqueação (Das et al., 2016; Schönberger & Schäfer, 2003).

2.6.2.2 BRANQUEAÇÃO ÓTICA

Os substratos têxteis, mesmo após operações de branqueação química, têm tendência a refletir um tom amarelado. Desta forma, para conferir aos tecidos um maior grau de brancura e brilho é comum a aplicação de um agente branqueador ótico. Estes agentes são produtos químicos fluorescentes, considerados como corantes diretos “invisíveis”, que absorvem a luz ultravioleta e refletem uma luz azulada aos tecidos, ocultando a cor amarelada do material têxtil. Este método pode ser aplicado numa só etapa, em simultâneo com o processo de branqueação química ou após a branqueação química (Salem, 2010; Schönberger & Schäfer, 2003).

Os agentes branqueadores podem ser substantivos, isto é, aplicáveis em processos por esgotamento, ou não substantivos, quando aplicáveis em processos contínuos. A escolha destes agentes e dos processos de branqueação depende do tipo de fibra e do equipamento utilizado para efetuar a operação (Salem, 2010). Segundo o mesmo autor, existem fatores importantes para o desempenho dos agentes branqueadores óticos tais como: substantividade, concentração, tempo, temperatura, relação de banho, teor de eletrólitos, pH e características do equipamento. Este processo depende ainda das radiações UV presentes nas fontes de luz, pois sob a luz de lâmpadas incandescentes os branqueadores óticos não se fazem notar.

Um aspeto também importante é a presença destes agentes fluorescentes nos efluentes líquidos, que apesar de ser baixa, apresenta valores de toxicidade e um grau relativamente baixo de bioeliminação que deve ser considerado (Schönberger & Schäfer, 2003).

2.6.3 TINGIMENTO

O processo de tingimento é um dos processos mais importantes da fase de ultimação de artigos e é responsável pela coloração do material têxtil. É um processo fundamental para o sucesso comercial dos produtos têxteis de uma empresa. O tingimento pode ser definido como uma operação química destinada a aplicar uniformemente cores em toda a área superficial do substrato têxtil, que implica uma sólida penetração dos corantes bem como a sua durabilidade nas fibras. Neste processo, os tecidos são colocados em contacto com soluções aquosas de corante, juntamente com uma grande variedade de produtos químicos e auxiliares de tingimento (Bastian & Rocco, 2009; Guaratini & Zanoni, 2000; Ladchumananandasivam, 2008; Schönberger & Schäfer, 2003).

Devido às exigências do mercado consumidor e para garantir certas propriedades ao produto, as substâncias que conferem coloração à fibra devem apresentar alta afinidade, uniformidade na coloração, resistência aos agentes desencadeadores do desbotamento e ainda serem viáveis economicamente. Além da padronagem e beleza da cor, por norma o consumidor exige algumas características básicas do produto, tais como elevado grau de fixação em relação à luz, lavagem a diferentes temperaturas e fricção, tanto inicialmente como após uso prolongado do produto (Guaratini & Zanoni, 2000).

Segundo Guaratini & Zanoni (2000), as etapas mais importantes do processo de tingimento são a montagem, a fixação e o tratamento final. Para facilitar a transferência de massa e obter um tingimento mais eficaz, é essencial o uso de muitos produtos químicos auxiliares, como agentes de fixação, moderadores, surfactantes, dispersantes, sais, ácidos, entre outros (Schönberger & Schäfer, 2003; Varadarajan & Venkatachalam, 2015).

O tipo e a quantidade de corantes, produtos químicos e auxiliares de tingimento utilizados dependem do substrato têxtil, da qualidade do produto e das máquinas instaladas (Schönberger & Schäfer, 2003). Embora o corante seja aplicado uniformemente, o que determina se o corante é ou não absorvido uniformemente são as características das fibras do material têxtil e da fase de preparação anterior ao tingimento.

Geralmente, o processo de tingimento ocorre em três etapas (Salem, 2010):

- Passagem do corante do banho de tingimento para a superfície da fibra
- Absorção do corante através de regiões acessíveis da fibra
- Difusão do corante na fibra

Segundo Ladchumananandasivam (2008) existem três formas nas quais os materiais têxteis podem ser tingidos:

- Em forma de rama (fibra solta) antes da conversão em fios.
- Em forma de fio.
- Em forma de tecidos.

Existem dois principais métodos distintos de tingimento: por esgotamento e por impregnação seguida de fixação, em contínuo ou semi-contínuo, do corante. Na António de Almeida & Filhos utiliza-se o processo de esgotamento para tingimento de rama e o processo de impregnação para o tingimento de tela/tecido.

2.6.3.1 TINGIMENTO POR ESGOTAMENTO (DESCONTÍNUO)

Geralmente, este método de tingimento descontínuo utiliza uma quantidade de corantes bastante inferior à utilizada em métodos de tingimento por impregnação (Salem, 2010). Neste método, todo o material a ser tingido encontra-se acessível a todo o banho de tingimento, permitindo a redistribuição de corante entre as fibras. Uma vez que todo o material permanece durante algumas horas no banho, há a possibilidade de correção de um tingimento não uniforme. Segundo o mesmo autor, o tingimento por esgotamento exige controlo de temperatura, pH do banho e da quantidade de eletrólito presente no banho, no caso de utilização de corantes iónicos.

Após o processo, o banho de tingimento esgotado é descarregado e iniciam-se os processos de enxaguamento, lavagem e pós-tratamento, que variam consoante o tipo de substrato, da qualidade a ser alcançada e do corante usado. (Schönberger & Schäfer, 2003).

Segundo os mesmos autores, os parâmetros importantes para este método de tingimento são:

- Razão de banho (kg de material têxtil a ser tingido/L de água usada no banho de tingimento);
- Curvas temperatura/tempo; método de dois banhos ou um banho no caso de misturas de fibras;
- Tipo de corante e auxiliares de tingimento;
- Grau de esgotamento de corantes;

- Quantidade de banhos de enxaguamento e tipo de pós-tratamento necessário;
- Consumo de energia e água de arrefecimento.

As principais vantagens deste método são:

- Boa equalização;
- Possibilidade de tratamento dos mais variados tipos de material;
- Utilização de equipamentos convencionais pouco especializados;

As principais desvantagens desses processos são:

- Elevado consumo de água, produtos químicos e energia;
- Ciclos demorados.

2.6.3.2 TINGIMENTO SEMI-CONTÍNUO

Este processo de tingimento é um processo intermediário, para fixação e difusão dos corantes na fibra, entre os sistemas de tingimento contínuo e descontínuo. Consiste em impregnar o tecido enrolado numa máquina de preenchimento com a solução corante estática, enquanto o substrato passa dinamicamente no banho e é comprimido mecanicamente, num processo chamado foulardagem (Salem, 2010; Schönberger & Schäfer, 2003)

Após a compressão do substrato, o corante pode ser fixado nas fibras através de vapor, maturação (repouso do tecido), novo banho ou calor a seco, durante um tempo viável, à temperatura ambiente ou mediante as condições de processamento do equipamento utilizado no processo descontínuo (Salem, 2010). Algumas das vantagens deste método de tingimento são o seu baixo custo de implantação, baixo consumo de energia e água, boa reprodução da cor no tecido e curta duração.

Apresentam-se a seguir, os principais tipos de processos semi-contínuos:

- a. Pad-Batch (impregnação - repouso)** - após a impregnação, o tecido é enrolado em contínuo e deve permanecer em repouso, a frio, para dar tempo à difusão e à fixação do corante em toda a sua área. O rolo de tecido deve rolar lentamente durante este período para o corante não migrar para o fundo do rolo, por ação da gravidade, e deve ser impedido o contacto do tecido com o ar. É um método que apresenta baixo custo de produção.

- b. Pad-Roll** – Este processo é uma variante do processo Pad-Batch, utilizado quando o tingimento é feito através de corantes reativos que não reagem a frio. Desta forma, após a impregnação o rolo de tecido é aquecido num compartimento fechado.
- c. Pad-Jigger** – Este método é frequentemente utilizado para tingimento de tecidos com corantes de cuba ou à tina. Neste processo, o corante é dissolvido, esgotado e fixo por oxidação, numa máquina designada por Jigger. O tecido é desenrolado e enrolado alternadamente de um rolo para o outro, passando pelo banho de tingimento, onde irá absorver os produtos do banho utilizado neste processo de transferência.

Na empresa os processos de tingimento utilizados são Pad-Batch e Pad-Roll.

2.6.3.3 TINGIMENTO CONTÍNUO

Em processos de tingimento contínuo, os corantes são aplicados de forma contínua ao fluxo de material têxtil, através de banhos curtos e renováveis, com fixação direta do corante por meio de produtos químicos, calor ou vapor, e após tingido, o tecido é lavado. Este processo é o indicado para tingimento de grandes quantidades de material (Schönberger & Schäfer, 2003). As principais vantagens deste mecanismo são a alta produção e boa reprodutividade da cor, apesar do alto investimento associado.

Os principais tipos de processos contínuos são:

- a. Pad-Dry (impregnação - secagem)** – é o método utilizado quando o tingimento é feito com recurso a corantes reativos, com elevada reatividade e consiste em duas etapas: a impregnação do corante no tecido e secagem. Por norma, esta classe de corantes, para reagir e fixar ao substrato têxtil, apenas necessita da energia fornecida pela secagem do tecido, que pode ser feita numa estufa com ventilação de ar quente ou cilindros aquecidos, embora possa também ser efetuada numa estufa com vapor.
- b. Pad-Steam (impregnação - vaporização)** – é o método utilizado quando o tingimento é feito com recurso a corantes reativos, com baixa reatividade.

2.6.4 ESTAMPARIA

A fase de estamparia é uma fase importante e exigente de agregação de valor ao material têxtil que consiste na aplicação de um estampado ou padrão colorido aos artigos. É a fase mais artística da cadeia produtiva, onde os tecidos são muitas vezes estampados com cores e desenhos por aplicação de várias técnicas e equipamentos (EPA, 1997).

Nos processos de estamparia são usados majoritariamente pigmentos e resinas responsáveis pela fixação dos pigmentos aos substratos, uma vez que os pigmentos são substâncias tipicamente insolúveis e de pouca afinidade com as fibras têxteis. Estas operações de fixação envolvem ainda a utilização de solventes para transporte dos pigmentos e da resina para o material têxtil, que posteriormente se irão evaporar do substrato, permanecendo fixados apenas a resina e os pigmentos. Por norma, os estampados repetem-se no tecido em intervalos regulares, sendo que cada cor deve ser estampada separadamente. Normalmente são utilizadas 1 a 6 cores, no entanto esta técnica permite a utilização de até 20 cores (EPA, 1997).

A estamparia difere do tingimento por aplicar aos tecidos cores, padrões ou desenhos de forma localizada. Para estes casos é comum a utilização de estampas por quadros, processo que envolve uma estampagem feita num local específico da extensão física do produto. Por sua vez, a estampagem de tecidos em toda a sua extensão pode ser feita utilizando diferentes técnicas. De todas as técnicas de estamparia convencional existentes a mais comum é a técnica da tela rotativa, que utiliza rolos com o negativo do padrão onde é injetada a cor que se pretende estampar. O tecido é colocado e ajustado em máquinas que possuem vários rolos destes, cada um com um padrão diferente, e o desenho vai sendo construído e estampado à medida que o tecido passa de rolo para rolo, podendo esta estampagem ser feita em toda a área de tecido pretendida (EPA, 1997).

Na estamparia digital o processo de estampagem é feito diretamente através de impressoras digitais, que possuem um sistema mecânico com toners (tinteiros) de diferentes cores, capazes de estampar diretamente no tecido o desenho ou padrão que é fornecido por via informática. Após as máquinas serem programadas com o desenho ou padrão específico a estampar, todo o processo que se segue é realizado automaticamente (EPA, 1997).

2.6.5 ACABAMENTO

Os processos de acabamento têm como objetivo melhorar a aparência do tecido, tornando-o mais atraente e útil ao consumidor (Ladchumananandasivam, 2011). Esta fase engloba todos os tratamentos mecânicos, térmicos e químicos realizados em fibras, fios e tecidos, após os processos anteriormente referidos (Schönberger & Schäfer, 2003). Esta etapa é responsável por conferir aos materiais têxteis um conjunto de qualidades especiais e propriedades químicas, tais como aparência, estabilidade dimensional (através de tensionamento do artigo a temperaturas elevadas), toque (aplicação de amaciador), brilho, resistência, impermeabilização, durabilidade, entre outras características (Beltrame, 2000; Ladchumananandasivam, 2011).

Segundo Schönberger & Schäfer (2003), alguns processos de acabamento são específicos para um substrato especial e dependem do tipo de fibra têxtil que é trabalhada, seja esta natural ou artificial.

Estes processos permitem (Beltrame, 2000):

- Aumento do brilho do material, tornando a superfície mais lisa. Para o efeito, é comum a utilização de ceras;
- Aumento da solidez ao desgaste, através da aplicação de uma resina polimérica;
- Combater ataques microbiológicos, utilizando um antibacteriano à base de formol;
- Estabilidade dimensional, melhorando a resistência ao enrugamento e amarrotamento, diminuindo a capacidade de absorção de humidade e melhorando o toque do material;
- Impermeabilizar o material têxtil;
- Aplicar amaciadores;
- Aplicar anti estáticos, no caso de tecidos artificiais;
- Evitar o apodrecimento do tecido ao longo do tempo;

Segundo Schönberger & Schäfer (2003), estes processos podem ser classificados como mecânicos, químicos ou térmicos.

- a. Acabamento mecânico:** estas operações incluem a secagem de tecidos em cilindros ou em râmolas (ramulagem), preparando-os para os processos de calandragem que se seguem (Ladchumananandasivam, 2011). Do ponto de vista ecológico, o acabamento mecânico é o que apresenta menores impactos ambientais, embora o consumo energético deva ser um aspeto a ter em consideração (Schönberger & Schäfer, 2003).

- b. Acabamento químico:** por norma, nestas operações a aplicação do agente de acabamento ao substrato têxtil é feita com o auxílio de uma máquina de preenchimento (Schönberger & Schäfer, 2003). Estes agentes de acabamento são produtos e auxiliares químicos que reagem com as fibras quando são aplicados ao substrato. Estes processos químicos compreendem o tratamento do tecido com oxidantes, soluções coloidais de goma, adesivos, dextrina, bases solúveis, celulose, resinas quimicamente estáveis, entre outros. (Ladchumananandasivam, 2011). Estas operações conferem aos artigos propriedades como impermeabilização, melhoria da resistência a dobras e contrações, enchimento e toque macio que agregam valor ao produto final (Ladchumananandasivam, 2011; Schönberger & Schäfer, 2003).
- c. Acabamento térmico:** conjunto de operações que envolvem processos de vapor, decatissagem, calandragem e outros processos realizados com calor, vapor ou água quente, que são de interesse relativamente ao consumo energético (Schönberger & Schäfer, 2003).

2.6.5.1 CARDAÇÃO

Esta operação de acabamento mecânico consiste em fazer sobressair um certo número de fibras individuais presentes na superfície dos tecidos, de forma a obter um melhor toque e uma retenção do calor, devido à camada de ar que é retida pelas fibras. Este processo é utilizado para obtenção de tecidos com superfícies “peludas”.

Nesta operação são utilizadas máquinas de cardar, compostas por pequenos cilindros com diâmetros de 60 a 100 mm, que apresentam na sua superfície picos metálicos que produzem atrito energético com as fibras da superfície do tecido (Pereira, 2010; Ramos, 2011).

2.6.5.2 CALANDRAGEM

É um processo de acabamento final responsável por conferir alguns efeitos e características específicas ao tecido, tais como: alisamento da superfície, melhoria do brilho, aumento da opacidade e toque, remoção de vincos, e em alguns casos pode formar padrões de relevo no tecido (Bastian & Rocco, 2009; Pereira, 2010; Schönberger & Schäfer, 2003). Neste processo, é comum combinar a ação mecânica com a presença de produtos químicos (Ramos, 2011).

O efeito de calandragem depende de diversos fatores essenciais tais como: a humidade do tecido, o número, o diâmetro, o revestimento e a pressão dos rolos, a temperatura, tensão e velocidade do tecido (Ladchumananandasivam, 2011; Ramos, 2011). Segundo Pereira (2010) esta operação é aplicada principalmente em artigos de vestuário e roupas de cama.

2.6.5.3 PRÉ-ENCOLHIMENTO

Por norma os tecidos tendem a encolher durante a sua lavagem. De forma a minimizar esta tendência são aplicados produtos químicos que de certa forma fixam as dimensões ou obrigam o tecido a encolher na fase de acabamento. O método mais eficaz garante, com a regulação da temperatura e humidade, que as variações dimensionais dos tecidos na lavagem não ultrapassem 1% (Ramos, 2011).

2.6.5.4 RAMULAGEM

A ramulagem é o processo de termofixação mais utilizado na etapa de acabamento final de tecidos e malhas, pois permite processar com flexibilidade a largura e o comprimento pretendido pelo cliente. O equipamento utilizado para este fim é a râmola, que é o secador mais utilizado no acabamento final de artigos têxteis, sendo este um processo de acabamento mecânico (Ferreira, 2015; Ramos, 2011).

2.6.5.5 DECATISSAGEM

O objetivo desta operação de acabamento final é eliminar o brilho dos tecidos, melhorar o toque e a estabilidade dimensional das fibras que compõe os tecidos, através da ação do vapor. Este processo é frequentemente utilizado no acabamento de tecidos de lã. O princípio geral desta operação consiste em enrolar firmemente o tecido num tambor perfurado revestido a algodão, fazendo passar vapor e depois ar frio pelos tecidos. Pela ação do vapor e da pressão, o tecido é estabilizado e o brilho é reduzido enquanto que o toque e o aspeto geral do tecido são melhorados (Ladchumananandasivam, 2011; Ramos, 2011).

2.6.6 REVISTA E ENROLAMENTO

Nesta etapa são feitas as verificações finais dos artigos, na qual são avaliados diversos parâmetros de qualidade do produto. Esta etapa consiste em inspecionar visualmente os artigos produzidos, com a ajuda de equipamentos de detecção de defeitos, de modo a garantir as conformidades dos processos e as especificações indicadas pelo cliente (Ramos, 2011).

Apesar de ser uma etapa realizada quando todo o processo está concluído, após o tingimento é feita também uma primeira revista do artigo, para que seja possível efetuar eventuais correções antes de se iniciarem os processos de acabamento (Ramos, 2011).

O processo de enrolamento consiste em enrolar os tecidos acabados em “fardos”, com ajuda de equipamento próprio, após estes serem previamente validados na fase de revista, permitindo assim o direcionamento dos mesmos para a etapa de confecção.

2.7 PRODUÇÃO MAIS LIMPA – P+L

Alkaya et al. (2012) define o termo Produção Mais Limpa (P+L) como uma abordagem ambiental preventiva, destinada a aumentar a eficiência de recursos e de processos, e reduzir a geração de resíduos e poluição nas fontes emissoras. Este conceito pode ser resumido como uma série de estratégias, práticas e condutas económicas, ambientais e técnicas de promoção do desenvolvimento sustentável, que evitam ou reduzem a emissão de poluentes no meio ambiente, por meio de ações de prevenção ou através de alternativas de reutilização ou reciclagem (Bastian & Rocco, 2009).

A adoção e implementação de práticas P+L permite às empresas obterem ganhos ambientais significativos que se traduzem em relevantes resultados financeiros (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial [SENAI-RS], 2003). Trata-se, portanto, de um conceito de produção mais eficiente, económica e com menor impacto ambiental, que inclui medidas para conservar matérias-primas, água e energia e medidas para reduzir na fonte a quantidade e a toxicidade de todas as emissões e resíduos emitidos no ar, terra e água (Alkaya et al., 2012).

Segundo Cavalcante et al. (2013) este conceito não requer necessariamente o uso de tecnologias avançadas uma vez que inclui processos simples, podendo assim abranger um número maior de organizações, que não detêm o pleno desenvolvimento tecnológico nas suas infraestruturas.

Segundo Bastian & Rocco (2009), a implementação de práticas de P+L numa empresa pode resultar em:

- redução de custos de produção;
- aumento da competitividade e perspectivas de atuação no mercado interno e externo;
- diminuição dos riscos de acidentes ambientais;
- melhoria das condições de segurança e saúde ocupacional;
- melhoria da imagem da empresa;
- maior acesso a linhas de financiamento;
- melhoria do relacionamento com os órgãos ambientais.

A P+L é um processo de gestão que abrange diversos patamares da empresa, desde a administração até aos colaboradores. A aplicação deste conceito numa empresa não só implica mudanças organizacionais, técnicas e operacionais, como também mudanças culturais que necessitam uma boa comunicação para serem abrangidas e incorporadas no dia-a-dia de cada colaborador (Bastian & Rocco, 2009).

3 ASPETOS E IMPACTES AMBIENTAIS

Neste capítulo são abordados os aspetos e potenciais impactes ambientais considerados mais relevantes para o estudo, tendo em conta os recursos, matérias primas e processos envolvidos em cada etapa produtiva. As empresas do setor com aspetos ambientais mais significativos são, naturalmente, as que apresentam processos produtivos associados à fase de ultimateção, tais como tinturaria, estampania e acabamentos, onde a utilização destes recursos é mais exaustiva.

3.1 ÁGUA

A água é um recurso de extrema importância e bastante utilizado nos processos de ultimateção têxtil, especialmente em instalações associadas à tinturaria e estampania, que envolvem a lavagem do artigo têxtil e de quadros, sendo também utilizada nos processos de acabamento a húmido e também na tecelagem, na etapa de encolagem. Para além destes processos referidos, a água é também utilizada em processos auxiliares ao processo produtivo, em caldeiras de vapor e em processos de refrigeração, podendo ainda ser utilizada para humedificação do ar ambiente. Também e não menos relevante, este recurso é vital para o funcionamento de qualquer empresa no que diz respeito ao consumo humano, seja este feito em cantinas, refeitórios, sanitários, vestiários, bebedouros e entre outros, servindo ainda para outras atividades, mais propriamente para lavagem de pavimentos, equipamentos, veículos e sistemas de rega (Centro Tecnológico Têxtil e Vestuário [CITEVE], 2012).

De um modo geral, a água utilizada para processos produtivos e para processos auxiliares pode ser captada através de cursos de água (rio, ribeiros, lagos, etc.) e através de águas subterrâneas, em poços e/ou furos. Por norma, a água destinada ao consumo humano é proveniente da rede de distribuição e abastecimento pública, embora possa também ser captada de um furo e/ou poço destinado a esse fim. A maioria das empresas do setor possuem os 2 tipos de fornecimento de água, superficial e subterrânea, apesar de predominar a captação de água subterrânea, de um modo geral. É importante salientar ainda que as empresas abastecidas pela água proveniente da rede de distribuição utilizam a mesma exclusivamente para consumo humano.

A existência de um tratamento prévio da água destinada a fins industriais antes da sua utilização efetiva nos processos é comum entre as empresas do setor têxtil, algo que se

verifica com maior frequência quando se trata de água captada superficialmente. Este pré-tratamento pode ser efetuado numa ETA (Estação de Tratamento de Água) ou numa EPTA (Estação de Pré-Tratamento de Água), através de um processo de tratamento físico-químico por coagulação-floculação, ou apenas por filtração (areia e/ou carvão ativado), sendo que em alguns casos é efetuado o doseamento de hipoclorito de sódio antes do processo de filtração por carvão ativado, cuja intenção é a desinfecção da água captada.

O consumo de água neste setor depende das características de todo o processo produtivo, que difere entre as empresas do setor, especialmente nas que praticam processos de ultimização. Essas variáveis estão relacionadas com a tipologia dos corantes usados (claros, médios, escuros, brilhantes, intensos, etc.), tipos de fibras trabalhadas (fibras simples ou misturas de fibras) e o tipo de matéria-prima (rama, fio, tecido, malha ou peça confeccionada) (CITEVE, 2012).

Tabela 1 – Gamas de valores de consumo específico de água na indústria têxtil

Referência	Consumo específico de água (m ³ /ton)
(CITEVE, 2012)	35 - 325
(Shaikh, 2009)	60,5 – 177,2
(Robinson et al., 2001)	200 - 400
(Alkaya et al., 2012)	20 - 350
(EPA, 1997)	5 - 608
(Correia et al., 1994)	± 113
(Feitkenhauer & Meyer, 2001)	± 117
(Hassemer, 2006)	100 - 300
(Rezende et al., 2009)	± 100
(Leão, 2002)	± 150

A atividade têxtil é bastante consumidora de água e a sua utilização tem vários custos associados, que vão desde o pré-tratamento, da energia para captação, geralmente realizada através de bombas alimentadas por energia elétrica, até à taxa de recursos hídricos (TRH). Tal realidade desafia as empresas a focarem-se e apostar na reciclagem e na reutilização deste recurso, sendo que as águas envolvidas na refrigeração são as mais reutilizadas por parte da maioria destas empresas, onde algumas chegam também

a reciclar e reutilizar efluentes líquidos com níveis de poluição mais reduzidos, como são exemplo as águas de lavagem dos artigos têxteis.

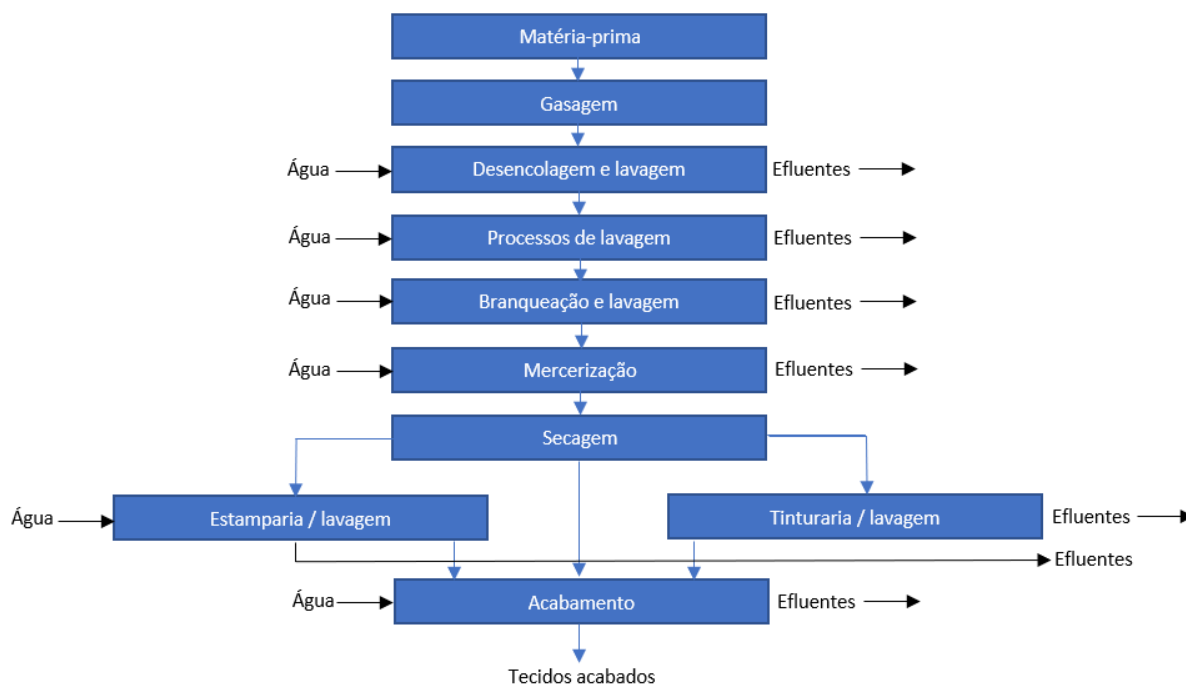


Figura 8 - Processos de ultimização têxtil que requerem o uso de água e que geram efluentes líquidos (Adaptado: Beltrame, 2000)

Na António de Almeida & Filhos SA, a água industrial bruta é captada na margem direita do rio Vizela, com o auxílio de bombas elétricas, e antes de entrar na cadeia produtiva é devidamente tratada de forma a estar pronta a ser utilizada nas várias etapas do processo industrial sem comprometer a qualidade e a eficiência dos processos. Inicialmente, a água captada é encaminhada para um tanque de água bruta onde passa por um tratamento com hipoclorito. À saída do tanque de água bruta para o decantador, a água é tratada com policloreto de alumínio e soda cáustica, num tratamento por floculação. Após o tratamento no decantador a água segue para 3 filtros de areia e 3 filtros de carvão ativado, cujo objetivo é a retenção de flocos em suspensão e a limpeza de excesso de químicos na sua composição. Por último, a água é bombeada para o tanque de água tratada, cuja capacidade é 1000 m³, que por gravidade abastece a produção e ainda a rede de incêndio.

3.2 EFLUENTES LÍQUIDOS

Os efluentes líquidos gerados nas indústrias de ultimização têxtil são um aspeto ambiental de bastante relevância para o setor (Schönberger & Schäfer, 2003). Resumidamente, estes efluentes podem resultar da atividade humana, os chamados efluentes líquidos domésticos, podem ser gerados durante a cadeia produtiva e podem também resultar de processos de arrefecimento de banhos, denominados por efluentes de refrigeração. Todos estes efluentes são uma consequência direta do elevado consumo de água nesta indústria, especialmente em processos de ultimização como a tinturaria, estamparia e acabamentos a húmido, podendo algum volume de efluentes resultar do processo de encolagem envolvido na etapa de tecelagem (CITEVE, 2012).

Quando resultam da cadeia produtiva, os efluentes líquidos industriais são, por norma, descarregados num coletor municipal ou intermunicipal, ou descarregados diretamente em meio hídrico após tratamento.

Na António de Almeida & Filhos SA, a monitorização do volume de água residual gerado é feita através de um contador eletromagnético, sendo a recolha de dados efetuada por um técnico da TRATAVE – Tratamento de Águas Residuais do Ave, S.A., que recolhe mensalmente a leitura do caudalímetro instalado na empresa. As águas residuais geradas no processo industrial da empresa são lançadas para o Sistema Integrado de Despoluição do Vale do Ave (SIDVA), gerido pela TRATAVE, que é a entidade responsável pela gestão e exploração do serviço público de drenagem, depuração e destino final das águas residuais industriais e domésticas provenientes do SIDVA.

Geralmente, a descarga do efluente no coletor municipal ou intermunicipal é feita após um pré-tratamento numa EPTAR, envolvendo a equalização de caudais, neutralização de pH e ajuste de temperatura. Quando as empresas efetuam tratamento o mesmo tem de conferir ao efluente características físico-químicas que cumpram o estabelecido em legislação específica sendo necessário a obtenção de uma licença de descarga diretamente em meio hídrico.

Durante o processo de tratamento de efluentes líquidos são geradas grandes quantidades de resíduos denominados por lamas. Esses resíduos requerem um tratamento, reciclagem e disposição adequados uma vez que a sua composição altamente tóxica pode causar grandes impactos ambientais em meios hídricos e ecossistemas (Júnior, 2013).

Tabela 2 - Gamas de valores de descarga específica de efluentes líquidos na indústria têxtil

Referência	Volume específico de descarga (m ³ /ton)
(CITEVE, 2012)	45 - 450
(Visvanathan et al., 1999)	35 - 365

Existem operações que, embora não estejam diretamente ligadas ao processo de produção, são essenciais para o desenvolvimento da produção contínua. É o caso de algumas limpezas feitas com solventes e agentes desengordurantes, que constituem fontes de emissão de efluentes líquidos de origem difusa (Alkaya et al., 2012).

É importante perceber que o volume de efluentes líquidos é maioritariamente gerado em processos de tinturaria e estamparia, com características que variam de acordo com os métodos de tingimento de fios e tecidos. Segundo Leão (2002) 88% do volume de água consumido para a produção de uma tonelada de produto é rejeitado e os restantes 12% são perdidos por evaporação.

Os efluentes líquidos têxteis contêm muitos componentes diferentes, tais como: corantes e produtos químicos, espessantes e dispersantes, álcalis e sais, metais e ácidos. A quantidade e a composição das águas residuais dependem fortemente da composição, do tipo de substrato têxtil, dos processos produtivos e dos produtos químicos aplicados. Por norma, os efluentes têxteis são fortemente coloridos, alcalinos e de elevada salinidade. Por conter compostos não biodegradáveis, apresentam valores elevados de CQO, sendo que a CBO₅ é por norma baixa. A principal característica do efluente é a cor, resultante do processo de coloração dos artigos, seguindo-se da carga orgânica, que varia com o tipo de fibra trabalhada, e a concentração de metais, relacionada com a utilização de corantes (Alkaya et al., 2012; CITEVE, 2012; Schönberger & Schäfer, 2003). Tal composição apresenta inúmeros problemas para o tratamento destes efluentes numa ETAR, uma vez que nessas estações os processos de tratamento são biológicos e não destinados à decomposição de moléculas orgânicas complexas. A forte presença de metais na composição das águas residuais têxteis é responsável pela inibição da atividade microbiana, podendo em alguns casos provocar falhas nos sistemas de tratamento biológico (Alkaya et al., 2012).

A caracterização dos efluentes líquidos é feita através da medição de parâmetros que variam consoante o destino de descarga do efluente. A frequência de medição dos parâmetros e a caracterização dos efluentes são definidos pela autorização ou licença de descarga de cada empresa. Na seguinte tabela encontram-se os parâmetros considerados mais característicos e as suas gamas de valores, considerando a descarga de efluentes em coletor, nas empresas do Setor Têxtil e do Vestuário (STV) com ultimateção:

Tabela 3 - Parâmetros e gamas de valores característicos dos efluentes líquidos descarregados em coletores (Fonte: CITEVE, 2012)

Parâmetro	Gama de valor
pH (escala Sørensen)	4,7 - 11,8
CBO ₅ (mg/l O ₂)	9,0 - 2 580
CQO (mg/l O ₂)	102 - 11 000
SST (mg/l)	<3,0 - 2 500
Condutividade (µS/cm)	200 – 11 900
Cloretos (mg/l)	19,5 - 3 800

Relativamente aos efluentes líquidos que sofrem um tratamento prévio na ETAR das empresas do STV com ultimateção, para descarga direta em meio hídrico, os parâmetros mais característicos e as suas gamas de valores encontram-se na tabela seguinte.

Tabela 4 - Parâmetros e gamas de valores característicos dos efluentes líquidos descarregados diretamente em meio hídrico (Fonte: CITEVE, 2012)

Parâmetro	Gama de Valor
pH (escala Sørensen)	7,0 - 8,6
CBO ₅ (mg/l O ₂)	<3,0 - 46
CQO (mg/l O ₂)	34,0 - 255,0
SST	2,6 - 200
Detergentes aniónicos (mg/l)	<0,1 - 0,6
Azoto Total (mg/l N)	<2,3 - 17,0
Fósforo Total (mg/l P)	0,6 - 5,1

A tabela seguinte apresenta a composição dos efluentes líquidos gerados nos processos têxteis considerados mais significativos.

Tabela 5 - Características dos efluentes gerados por tipo de processo. (Fonte: Alkaya et al., 2012; Varadarajan & Venkatachalam, 2016)

Processo	Composição do Efluente Líquido
Desencolagem	CBO, aditivos, enzimas, oxidantes, lubrificantes, biocidas.
Lavagem	Desinfetantes e resíduos de inseticidas: NaOH, detergentes, gorduras, óleos, pectina, cera, lubrificantes para tricô, acabamentos rotativos, solventes usados
Branqueação	Agentes branqueadores oxidantes, agentes branqueadores redutores, pH alto
Mercerização	pH alto, NaOH, amónia líquida altamente concentrada
Tingimento	Metais, sais, surfactantes, tóxicos, eletrólitos, corantes, CBO, CQO, sulfureto, acidez/alcalinidade, solventes usados, espessantes, sequestradores, oxidantes, redutores
Estamparia	Sólidos suspensos, ureia, solventes, corantes, metais, calor, CBO
Acabamentos (húmido)	CBO, CQO, sólidos em suspensão, tóxicos, solventes, sais inorgânicos

Na **Tabela 6** encontram-se valores obtidos por vários autores a fim de caracterizar qualitativamente as águas residuais resultantes do processo produtivo têxtil.

Tabela 6 - Caracterização qualitativa das águas residuais têxteis

Referência	Parâmetro					
	pH	Condutividade (µS/cm)	CBO ₅ (mg/L)	CQO (mg/L)	SST (mg/L)	Cloretos (mg/L)
(CITEVE, 2012)	4,7 – 11,8	200 – 11 900	9,0 – 2 580	102,0 – 11 000	<3,0 – 2 500	19,5 – 3 800
(Al Sadi et al., 2015)	7 – 9	-	80 – 6 000	150 – 12 000	15 – 8 000	1 000 – 1 600
(Fazal et al., 2018)	8 – 9	± 6 980	50 - 550	250 – 8000	100 – 700	100 - 500
(Lim et al., 2010)	3,85 – 11,40	690 – 13 810	-	231,67 – 990	22,67 - 150	-
(Alkaya et al., 2012)	7 - 11	-	± 550	± 850	-	-

a. pH

O pH ou potencial de hidrogénio, é um parâmetro importante utilizado na caracterização da qualidade dos efluentes líquidos uma vez que condiciona a ocorrência de reações químicas do meio (Beltrame, 2000). Este parâmetro indica se um determinado efluente é ácido (<7), neutro (=7) ou alcalino (>7). As empresas são responsáveis pelo pré-tratamento dos seus efluentes antes destes serem descarregados num coletor ou em meio hídrico, que consiste basicamente na neutralização do pH, que deve estar compreendido entre 5 e 9, embora o mais próximo possível de 7 (Beltrame, 2000; Freitas, 2002). No Setor Têxtil e do Vestuário, os processos de branqueação, tingimento e acabamentos são responsáveis pelos elevados valores de pH encontrados nas águas residuais típicas desta indústria.

b. Condutividade

A condutividade é um parâmetro muito utilizado por várias indústrias a fim de caracterizar a qualidade dos efluentes gerados, visto tratar-se de um indicador de alterações durante o processo produtivo (Dan et al., 2003). A condutividade traduz a capacidade de um efluente líquido conduzir corrente elétrica devido à presença de iões condutores no efluente. A condutividade deverá ser diretamente proporcional à quantidade de sais dissolvidos presentes no efluente (Cerqueira, 2006; Freitas, 2002). Valores elevados de

condutividade contribuem para que haja uma redução na eficiência do tratamento biológico do efluente (Dan et al., 2003).

Este parâmetro é característico do Setor Têxtil e do Vestuário uma vez que, durante o processo de tingimento de artigos têxteis, o cloreto de sódio (NaCl) é bastante utilizado. É comum os valores deste parâmetro excederem o limite de descarga definido, embora atualmente não seja economicamente viável para as empresas do setor a implementação de um tratamento que vise a redução do seu valor. Por norma, muitas das empresas do setor negociam o valor limite superior da condutividade com a entidade gestora de forma a cumprirem este parâmetro quando comparado com o seu valor limite (CITEVE, 2012).

d. CBO₅ (Carência Bioquímica de Oxigénio, 5 dias)

A Carência Bioquímica de Oxigénio, em 5 dias (CBO₅), mede a quantidade de oxigénio consumido, durante um período de 5 dias, necessário para a degradação bioquímica de material orgânico e para a oxidação de materiais inorgânicos, presentes nas águas residuais (Bisschops & Spanjers, 2003).

Na indústria têxtil, a descolagem é um dos processos que mais contribui para o aumento da CBO₅.

d. CQO (Carência Química de Oxigénio)

Segundo Bisschops & Spanjers (2003) a Carência Química de Oxigénio (CQO) é um parâmetro amplamente utilizado para caracterização de águas residuais, e corresponde à quantidade total de oxigénio necessário para oxidar toda a matéria orgânica e transformá-la em dióxido de carbono (CO₂), em água e em matéria inorgânica oxidável.

Assim como a CBO₅, a operação de descolagem contribui também para o aumento dos valores de CQO nas águas residuais resultantes deste processo.

e. SST (Sólidos Suspensos Totais)

Segundo Bisschops & Spanjers (2003) a determinação do teor de sólidos das águas residuais é importante, especialmente quando se pretende a reutilização dessa mesma água. Os Sólidos Suspensos Totais (SST), são partículas de origem orgânica ou inorgânica que permanecem em suspensão nas águas residuais devido à turbulência da água ou devido à sua própria densidade, inferior ou igual à densidade da água.

g. Cloretos

O alto teor de cloretos é uma característica relevante dos efluentes têxteis, sendo a sua presença no efluente decorrente dos banhos de tingimento, onde são utilizadas diferentes concentrações de cloreto de sódio para os diferentes processos de tingimento e lavagem (Beltrame, 2000; Chagas, 2009).

3.3 PRODUTOS QUÍMICOS

De todas as indústrias existentes, o setor têxtil é um dos mais significativos consumidores de produtos químicos. No complexo processo de ultimação têxtil é utilizada uma grande quantidade e diversificada gama de produtos químicos, com diferentes propriedades e classificações, nomeadamente em processos de preparação (pré-tratamento), branqueação, tingimento, estamparia e acabamento de artigos. Relativamente a processos de fiação, tecelagem e confeção, as quantidades de produtos químicos utilizadas são muito pouco significativas (Beltrame, 2000; CITEVE, 2012).

A utilização de corantes depende do tipo de fibra trabalhada e das características do tingimento ou estamparia que se pretende obter, o que implica o uso de diversos tipos de corantes, desde reativos, ácidos, dispersos, entre outros. O tipo de fibra e tratamento pretendido tem ainda influência na utilização de um vasto leque de substâncias químicas, como são exemplos a soda cáustica, o peróxido de hidrogénio, o ácido acético, a soda solvay, e entre outros (CITEVE, 2012).

O uso de produtos auxiliares, que normalmente consistem em misturas de substâncias químicas, varia fortemente em função do processo e tratamento que se pretende executar. Estes produtos podem funcionar como sequestrantes, amaciadores, espessantes, molhantes, entre outros (CITEVE, 2012).

A utilização de produtos químicos está ainda envolvida em processos industriais auxiliares tais como processos de tratamento da água captada, de efluentes líquidos e da água das caldeiras de vapor, sendo também usados para operações de manutenção de instalações e equipamentos (solventes e produtos de limpeza, óleos de lubrificação, etc.)

A quantidade consumida de produtos químicos pode variar bastante pois depende muito do tipo de acabamento que é dado ao tecido. No entanto, verifica-se que 90% do consumo total de produtos químicos está associado ao uso de substâncias químicas e produtos auxiliares. Segundo CITEVE (2012) o consumo específico total de produtos químicos pode variar entre 110 e 730 kg/ton, sendo que o consumo específico de corantes pode assumir valores entre 7 e 90 kg/ton. Relativamente ao consumo específico

de substâncias químicas e produtos auxiliares, este pode estar compreendido entre 100 e 700 kg/ton.

A informação disponível relativamente à gamas de valores para o consumo específico de produtos químicos no setor é bastante reduzida.

As águas residuais resultantes dos banhos tingimento são compostas por corantes não fixados, auxiliares de tingimento, sais, metais, álcalis e ácidos (Schönberger & Schäfer, 2003). O tratamento e remoção destas substâncias presentes nas águas residuais do processo de tingimento constitui um grande problema no setor.

Atualmente, estima-se a disponibilidade de 2000 tipos de corantes diferentes para a indústria têxtil. Esta grande diversidade é justificada uma vez que cada tipo de fibra a ser colorida requer corantes com características e propriedades bem definidas e também devido às exigências do mercado consumidor relativamente a tonalidades e estabilidade da cor dos artigos (Guaratini & Zanoni, 2000). Segundo Schönberger & Schäfer (2003) todas as classes de corantes usadas atualmente em processos de ultimação têxtil não podem ser substituídas, uma vez que cada classe tem os seus benefícios peculiares em comparação com outras.

Segundo Guaratini & Zanoni (2000) a classificação dos corantes está relacionada com a sua composição química ou com o método pelo qual os corantes são fixados à fibra têxtil em processos de tingimento. De acordo com o método de fixação podem ser classificados como: reativos, diretos, azóicos, ácidos, dispersivos, à cuba, pré-metalizados, de enxofre e branqueadores.

Apesar de haver uma grande variedade de corantes têxteis, a António de Almeida & Filhos utiliza nos seus processos apenas corantes do tipo reativo.

Os corantes reativos apresentam na sua constituição um elemento cromóforo (C), responsável pela sua cor, e um grupo reativo (R), eletrofílico, capaz de formar ligações covalentes e de grande resistência com os grupos hidróxilo das fibras de celulose, que conferem ao corante elevada solidez à lavagem. A reação química é processada diretamente através da substituição do grupo nucleofílico pelo grupo hidróxilo presente na celulose. Propriedades como a reatividade, afinidade, solubilidade e brilho dos corantes são influenciadas pela sua própria estrutura química. Os corantes reativos são altamente solúveis em água e estabelecem uma ligação covalente entre o corante e a fibra têxtil, o que permite uma maior estabilidade da cor no tecido tingido comparativamente a outros tipos de corantes, onde o processo de tingimento requer ligações de maior intensidade.

Estes corantes são essencialmente utilizados em processos de estampagem por termofixação a seco ou vaporização, e em processos de tingimento húmido semi-contínuo (Pad-Batch), contínuo e descontínuo de fibras algodão, lã e fibras de poliamida. Quando o tingimento das fibras é feito com estes corantes é necessário considerar os seguintes fatores: reatividade do corante, temperatura do processo, razão de banho de tingimento, concentração do eletrólito, pH do banho e o seu pré-tratamento. (Guaratini & Zanoni, 2000).

Esta classe de corantes requer uma especial atenção, não só por ser bastante utilizada em processos de tingimento têxtil como também por dificultar o tratamento de efluentes líquidos gerados. Tal dificuldade é justificada pela pouca absorção destes corantes pela biomassa e por serem pouco degradados em condições anaeróbias, em estações de tratamento. Desta forma, estes corantes apresentam-se como uma grande preocupação ambiental devido à sua baixa eficiência de fixação nas fibras, que resulta em perdas significativas durante o banho de tingimento causadas por reação paralelas indesejáveis de hidrólise, que posteriormente podem ser libertados em ecossistemas aquáticos e contribuir para a contaminação dos mesmos (Guaratini & Zanoni, 2000).

Segundo Schulze-Rettmer (1996) o grau de fixação dos corantes reativos encontra-se na gama de valores 55 - 97%. Os principais aspetos ecológicos associados à classe de corantes reativos são: grau de fixação parcialmente baixo, fonte de AOX, corantes hidrolisados, alta quantidade de sais (cloreto de sódio, sulfato de sódio), surfactantes, antiespumantes (Bastian & Rocco, 2009; Schönberger & Schäfer, 2003).

3.4 EFLUENTES GASOSOS

Neste setor, a origem de efluentes gasosos pode estar associada a processos produtivos e/ou a processos industriais auxiliares. Os efluentes gasosos gerados no processo produtivo são maioritariamente emitidos nas etapas de ultimação de tecidos, nomeadamente em processos de tinturaria e estamparia, secagem de tecidos, ramulagem, gasagem, calandragem, polimerização e ainda na fase de tecelagem, no processo de encolagem. Em processos industriais auxiliares, a emissão de efluentes gasosos deve-se essencialmente à produção de vapor e termofluído em caldeiras, sendo que outras fontes podem também contribuir para a produção destes efluentes, como é o caso dos geradores de emergência. Uma vez que a existência de processos de cogeração nesta indústria transformadora é algo comum, estes efluentes podem também resultar desses processos (CITEVE, 2012).

É importante ter em consideração que existem equipamentos de produção que podem ser abastecidos com termofluido ou vapor fornecidos pelas caldeiras, como por exemplo as rãmolas e os secadores. Estes equipamentos podem ainda estar equipados com queimadores próprios onde estão envolvidos processos de combustão direta, onde por norma é utilizado gás natural ou gás de petróleo liquefeito (GPL). De um modo geral, as empresas têxteis possuem essencialmente caldeiras que utilizam gás natural como combustível, havendo casos em que a utilização de nafta, um derivado do petróleo, ou o GPL podem também servir como fonte energética para o seu funcionamento (CITEVE, 2012).

Relativamente à caracterização dos efluentes gasosos, por norma são monitorizados parâmetros nos processos que envolvem combustão, tais como partículas, monóxido de carbono (CO), compostos orgânicos voláteis (COV's), compostos orgânicos voláteis não metânicos (COVNM's), óxidos de azoto (NO_x) e, no caso de utilização de nafta como combustível, óxidos de enxofre (SO₂). Para os restantes processos sem combustão envolvida normalmente são controlados parâmetros tais como as partículas, nomeadamente em processos sem água envolvida ou de artigos secos, e os COV's. No entanto, outros parâmetros também podem ser caracterizados de acordo com o tipo de processo envolvido ou por solicitação de entidades competentes (CITEVE, 2012).

É necessário ter também em conta os efluentes gasosos que apresentam na sua constituição gases de efeito estufa (GEE), como o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e os gases fluorados. A caracterização dos efluentes gasosos é feita através da análise de todas as fontes fixas de emissão, em termos de concentração dos parâmetros referidos anteriormente e de caudais mássicos emitidos, o que permite a avaliação da carga poluente emitida para a atmosfera. Estes valores variam de acordo com os equipamentos utilizados e das condições de operação dos processos. Para este efeito, os equipamentos considerados mais relevantes são as caldeiras, rãmolas, secadores, máquinas de termofixar, secadeiras de cilindro, gaseadeiras, encoladeiras e cogeração (CITEVE, 2012).

Na tabela seguinte encontram-se algumas das gamas de valores de parâmetros para caracterização dos efluentes gasosos, especificadas por equipamentos considerados mais relevantes:

Tabela 7 - Gama de valores para concentração e respetivos VLE's (Portaria 675/09 e 677/09), de acordo com o tipo de equipamento. (Fonte: CITEVE, 2012)

Equipamento		Parâmetro		
		Monóxido de Carbono (CO)	Óxidos de Azoto (NOx)	Compostos Orgânicos Voláteis (COV)
Caldeiras	Concentração (mg/Nm ³)	0,6 - 1 147,0	37,0 - 315,2	<1,0 - 93,8
	Caudal mássico (kg/h)	0,00009 - 6,6	0,004 - 1,3	0,0001 - 0,3
	VLE (mg/Nm ³)	500	300	200
Râmolos	Concentração (mg/Nm ³)	-	0,8 - 246,0	0,4 - 1 268
	Caudal mássico (kg/h)	0,00005 - 6,10	0,003 - 11,3	0,0005 - 2,0
	VLE (mg/Nm ³)	-	500	200
Secadeiras	Concentração (mg/Nm ³)	-	<2,0 - 20	0,7 - 45,2
	Caudal mássico (kg/h)	0,00006 - 0,8	0,002 - 0,05	0,0006 - 0,2
	VLE (mg/Nm ³)	-	500	200
Gaseadeiras	Concentração (mg/Nm ³)	-	0,02 - 230,0	2,0 - 124,0
	Caudal mássico (kg/h)	0,00015 - 1,6	0,000099 - 0,14	0,006 - 0,1
	VLE (mg/Nm ³)	-	500	200

Na tabela seguinte encontram-se os processos responsáveis pela geração de efluentes gasosos com composição significativa em termos de impacto ambiental.

Tabela 8 - Composição dos efluentes gasosos gerados nos diferentes processos de ultimateção (Fonte: Alkaya et al., 2012)

Processo	Composição do Efluente Gasoso
Desencolagem	COV's
Processos de lavagem	COV's e solventes de limpeza
Gasagem	Emissões de CO ₂ , gases de escape dos queimadores
Tingimento	COV's
Estamparia	Emissões de CO ₂ , solventes, ácido acético da secagem e cura de emissões de fornos, gases de combustão, material particulado
Acabamentos (húmido)	Emissões de CO ₂ , COV's, contaminantes dos produtos químicos, vapores de formaldeído, gases de combustão, material particulado

3.5 RESÍDUOS

Uma vez que são gerados em praticamente todas as etapas do processo produtivo e nos processos auxiliares a estes, os resíduos são um aspeto ambiental relevante para o setor. Estes resíduos podem ser de origem industrial, resultantes das etapas de produção, ou podem ser de origem doméstica, resultantes da atividade humana (CITEVE, 2012).

Genericamente, ao longo da cadeia produtiva são gerados resíduos têxteis e resíduos de embalagens, como cartão, papel, plástico, têxtil, metal e madeira. Nos processos de manutenção são também geradas sucatas, que consistem em restos de máquinas, equipamentos, peças e acessórios. A maioria destes resíduos são em metal, óleos usados, lâmpadas, pilhas, baterias e absorventes têxteis contaminados. Nos armazéns de matéria-prima, produto acabado e de produtos químicos, são essencialmente gerados resíduos de embalagens (CITEVE, 2012).

Em toda a empresa são geradas também resíduos de papel, como folhas, revistas, jornais e catálogos, tintas de impressoras, resíduos de equipamento elétrico e eletrónico e resíduos urbanos resultantes da atividade humana diária. Nas empresas que possuem

cantina ou refeitório são, naturalmente, gerados resíduos alimentares, resultantes da preparação e consumo de comida pelos trabalhadores (CITEVE, 2012).

A classificação de resíduos é feita de acordo com a lista europeia de resíduos (LER). A tabela seguinte apresenta os tipos de resíduos gerados no STV bem como o código LER atribuído para a sua classificação.

Tabela 9 - Tipos de resíduos gerados no STV, por código LER (Fonte: CITEVE, 2012)

Tipo de resíduo	Código LER
Resíduos de fibras têxteis não processadas: 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
Óleos usados: óleos de motor e resultantes da lubrificação de máquinas e equipamentos	13 02 08
Resíduos de embalagens de papel e cartão: cones de fio, tubo dos rolos de malha e tecido, embalagens de acondicionamento de diversos materiais, desde material de escritório a corantes, 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 de diversos materiais, como sejam sacas plásticas, filme, paletes danificadas, etc.	15 01 02
Resíduos de embalagens de madeira: essencialmente paletes danificadas e caixas de madeira para acondicionamento de máquinas ou peças de máquinas	15 01 03
Resíduos de embalagens de metal: cintas e arames dos fardos de algodão	15 01 04
Resíduos de embalagens têxteis: usados, por exemplo, nos fardos de algodão	15 01 09
Absorventes, materiais filtrantes, panos de limpeza e vestuário de proteção contaminados	15 02 02
Papel e cartão: diferentes materiais em papel, por exemplo, folhas de papel, revistas, jornais, catálogos, etc. e papel gerado nas mesas de corte	20 01 01
Plástico: gerado, por exemplo, nas mesas de corte	20 10 39
Metais: essencialmente sucata que inclui restos de peças metálicas de máquinas, equipamentos, peças, acessórios, arames, etc.	20 01 40

Na **Tabela 10** encontram-se os processos responsáveis pela geração de resíduos considerados mais significativos em termos de impacto ambiental.

Tabela 10 - Caracterização dos resíduos gerados nos diferentes processos de ultimateção
(Fontes: *Alkaya et al., 2012; Bastian & Rocco, 2009*)

Processo	Resíduos gerados
Tingimento	Resíduos de embalagens, resíduos de produtos químicos, rastilhos
Estamparia	Pastas de imprimir, telas, embalagens diversas, rastilhos
Acabamentos (húmido)	Pedaços e aparas de tecido, resíduos de embalagens, rastilhos, resíduos de produtos químicos de banho de acabamento (exemplo: amaciadores de água)

Tabela 11 – Gama de valores dos resíduos gerados no STV em Portugal (Fonte: *CITEVE, 2012*)

Resíduos gerados no STV - Gama de valores	
Quantidade anual de resíduos gerados	29 - 740 (ton/ano)
% enviada para valorização	79%

3.6 RUÍDO AMBIENTAL

No setor têxtil, o ruído emitido para o exterior das instalações de uma empresa é um aspeto ambiental a ter em consideração, sendo mais crítico em fases do processo produtivo relacionadas com a fiação, tecelagem e ultimateção, muito influenciado pelo uso de equipamentos auxiliares e processos de cogeração. É importante perceber quais as fontes de ruído existentes, relacionando-as com as etapas de produção existentes: fiação, tecelagem, tricotagem, tinturaria, estamparia, acabamentos, confeção e corte (CITEVE, 2012).

Para tal identificação é necessário ter em consideração os seguintes fatores:

- Funcionamento de caldeiras;
- Funcionamento de sistemas de ar comprimido;
- Funcionamento de sistemas de aspiração e de despoejamento;
- Funcionamento de sistemas de ar condicionado;
- Funcionamento de sistemas de entrada e saída de ar;
- Funcionamento dos equipamentos associados a cada processo produtivo;
- Estações de tratamento de água industrial e águas residuais;
- Circulação de empilhadores e outros veículos nas áreas exteriores de empresa, com especial atenção ao tipo de localização das instalações (georreferenciação, confrontações e área);
- Qualidade do isolamento sonoro das infraestruturas do edifício;
- Contabilização e estado de conservação de janelas e portas exteriores, visto que o ruído emitido para o exterior se propaga principalmente através de aberturas;
- Período laboral (descontínuo ou contínuo);

3.7 ENERGIA

A energia é um recurso indispensável para o quotidiano da sociedade bem como para os processos produtivos industriais. Devido aos processos produtivos que implica, a Indústria Têxtil e do Vestuário (ITV) é uma indústria altamente consumidora de energia. O uso racional da energia é uma das formas das indústrias elevarem a sua capacidade de competir no mercado e pode ser conseguido através da eficiência energética, com a melhoria da qualidade do consumo energético e com a diminuição do nível de consumo energético (Gomes, 2013; Silva, 2013).

Assim como a grande maioria das empresas tradicionais da ITV, a António de Almeida & Filhos S.A é considerada como sendo uma empresa consumidora intensiva de energia. No processo produtivo da empresa destacam-se os consumos de gás natural e de energia elétrica, as fontes de energia utilizadas nas instalações e ao longo de todo o processo produtivo da empresa.

Em geral, a energia é utilizada na indústria têxtil na forma de (Serra et al., 2012):

- Eletricidade, consumida na operação de máquinas e equipamentos industriais, produção, iluminação e outros equipamentos de escritório;

- Combustíveis líquidos ou gasosos, como nafta, propano ou gás natural para equipamentos de energia térmica, como caldeiras a vapor e óleo térmico, ou equipamentos de produção.

O consumo de energia elétrica pode ser classificado como consumo primário ou consumo secundário, de acordo com a sua finalidade. As etapas de fiação, tecelagem, acabamentos a húmido e a fase de confeção são classificadas como atividades de consumo primário de energia. Os sistemas de aquecimento e refrigeração, saneamento, transporte e aplicações externas são classificados como processos de consumo secundário de energia (EMS, 2007).

Segundo Palamutcu (2010) o consumo energético varia ao longo do processo produtivo, sendo que algumas etapas consomem mais energia do que outras, de acordo com as suas próprias características. As várias etapas do processo de ultimização têxtil requerem diferentes tipos de energia, uma vez que algumas etapas requerem mais eletricidade enquanto outras requerem mais energia térmica. Na AAF, a energia térmica é gerada em caldeiras alimentadas a gás natural e água para a produção de vapor, que posteriormente é utilizado como energia térmica em determinados processos, como por exemplo, no setor da tinturaria e em processos de termofixação. Palamutcu (2010) refere ainda que a variação sazonal do clima ao longo do ano também é um parâmetro importante para o consumo de energia elétrica em sistemas de ar condicionado.

Os processos de pré-tratamento, branqueamento, tingimento, acabamentos e processos de secagem-fixação consomem quantidades consideráveis de calor na forma de água quente, vapor e ar quente. A grande maioria das máquinas e equipamentos de acabamento a húmido requerem a utilização de energia elétrica. Comparativamente às outras fases da cadeia produtiva têxtil, o consumo total de energia elétrica na etapa de ultimização é por norma mais baixo (Palamutcu, 2010).

A redução do consumo energético e a melhoria da qualidade do consumo energético não só possibilita a minimização dos consumos de energia elétrica e gás natural como também minimiza o consumo de outros recursos necessários ao processo produtivo.

Segundo Alkaya et al. (2012) reduções no consumo de água também têm impacto na redução do consumo energético total das empresas têxteis.

Tabela 12 – Consumo mensal de gás natural, em 2012, nas 10 principais empresas de ultimação do Vale do Ave (Fonte: Nunes et al., 2013)

Ano 2012	Consumo total de gás natural Nm ³ /mês
Janeiro	164 404,89
Fevereiro	98 481,12
Março	145 948,86
Abril	182 780,61
Maiο	165 137,68
Junho	161 578,70
Julho	177 343,74
Agosto	93 097,88
Setembro	188 018,17
Outubro	156 708,88
Novembro	219 285,66
Dezembro	159 854,81
Total	1 912 641,00

3.8 ENQUADRAMENTO LEGAL

A António de Almeida & Filhos - Têxteis, SA, é portadora do Título Único Ambiental (TUA) nº TUA20190806000303. A empresa está obrigada a cumprir o disposto no seu TUA, bem como toda a legislação e regulamentos vigentes nas partes que lhes são aplicáveis. Este título compreende todas as decisões de licenciamento aplicáveis ao pedido efetuado, devendo ser integrado no respetivo título de licenciamento da atividade económica.

Em seguida serão apresentadas as medidas/condições a cumprir pela empresa relativamente a:

- **Recursos hídricos:**

Captação:

- ✓ Origem - rede pública: registar o consumo mensal /anual de água discriminando, quando possível, por utilizações (processo industrial, lavagens e consumo doméstico);

- ✓ Origem - Captação: registar o consumo mensal/anual de água das captações existentes na instalação e discriminando, quando possível, por utilizações (processo industrial, lavagens, rega);
- ✓ Registar o consumo específico de água utilizada no processo industrial por produto acabado (expresso em m³ de água consumida / ton de produto acabado), explicitando a forma de determinação dos valores apresentados;
- ✓ Dar cumprimento às condições gerais e específicas previstas nas Autorizações de Utilização dos Recursos Hídricos do TUA;

Rejeição em coletor:

- ✓ As águas residuais industriais da instalação são descarregadas, após pré-tratamento na EPTAR da instalação, no SIDVA - Sistema Integrado de Despoluição do Vale do Ave, gerido pela empresa TRATAVE, S.A. O tratamento final será efetuado na ETAR da Rabada, em Santo Tirso. Os efluentes pluviais (não contaminados) são encaminhados para o solo. O autocontrolo das emissões para a água deverá ser efetuado de acordo com o especificado no Quadro 9 da Licença Ambiental (LA), de acordo com as condições de descarga impostas pelo SIDVA, sem prejuízo das condições de ligação que possam ser futuramente impostas por outra entidade que o venha a substituir;
- ✓ Registar o número de horas mensal/anual correspondente à descarga de águas residuais industriais;
- ✓ Registar os volumes mensais/anuais de efluente descarregado e das leituras do respetivo medidor de caudal;
- ✓ Deverão ser registados os valores de concentração medidos (mg/l) e a respetiva carga poluente (expressa em massa/unidade de tempo – kg /ano);
- ✓ Registar as emissões específicas de águas residuais industriais descarregadas mensal/anual expressas em m³ de efluente/ton de produto acabado e em kg de poluente/tonelada de produto acabado), incluindo a metodologia seguida para o cálculo de todos os valores apresentados;
- ✓ Registar o autocontrolo a realizar às águas residuais industriais tratadas, nos termos da autorização da entidade gestora (TRATAVE) do sistema de recolha e tratamento das águas residuais;

- ✓ Sempre que se verificarem alterações nas condições de descarga impostas à instalação pela entidade gestora do sistema de recolha e tratamento das águas residuais, deverá ser incluída cópia dos documentos relevantes no Relatório Ambiental Anual (RAA) respetivo;

- **Resíduos:**

- ✓ Assegurar que nos locais de armazenamento se verifique a disposição dos mesmos por tipologia de resíduo e com a identificação dos códigos LER;
- ✓ Sistematizar os quantitativos de resíduos/LER gerados no processo produtivo evidenciando a etapa onde são produzidos;
- ✓ Efetuar o registo da produção específica de resíduos do processo produtivo (quantidade de resíduos gerados /quantidade de produto acabado);
- ✓ Deverá garantir a existência de parques/zonas para o armazenamento temporário de resíduos em número suficiente face à produção de resíduos na instalação, não podendo em situação alguma existir resíduos não acondicionados;
- ✓ Garantir que todo e qualquer resíduo produzido e/ou existente na instalação (espaços interiores e exteriores) deve ser recolhido, identificado, separado, acondicionado e encaminhado para destino final adequado à sua tipologia;
- ✓ Promover a valorização de resíduos por fluxos ou fileiras;

- **Ruído Ambiental:**

- ✓ Realizar nova avaliação de ruído e apresentar o respetivo relatório de ensaio, se: tiverem sido registadas reclamações relativas a ruído; ocorrerem alterações na instalação que possam ter interferência direta com os níveis sonoros anteriormente existentes; o aumento de equipamentos com emissões sonoras para o exterior; o aumento do número de horas de funcionamento de equipamentos ou alteração da sua disposição, que faça prever o aumento do nível sonoro no(s) recetor(es) sensível(eis);
- ✓ Incluir relatório síntese sobre os resultados obtidos na avaliação de ruído ambiental realizada, incluindo as conclusões obtidas;
- ✓ Caso da avaliação de ruído se conclua que é necessário proceder à implementação de medidas de minimização, deverá(ão) posteriormente ser efetuada(s) nova(s) caracterização(ões) de ruído, de forma a verificar o cumprimento dos critérios de incomodidade e de exposição máxima;

- **Emissões gasosas:**

- ✓ O operador deve adaptar-se aos requisitos e obrigações constantes do Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de junho de 2018, relativo ao regime de emissões para o ar nos prazos aí definidos;
- ✓ Realizar a manutenção periódica de todos os equipamentos;
- ✓ Registar o número de horas de funcionamento, associado a cada fonte de emissão de poluentes para a atmosfera;
- ✓ Identificar para cada parâmetro a monitorizar: os valores de concentração medidos, procedendo a uma comparação com os Valores Limite de Emissão (VLE), os caudais mássicos e a respetiva carga poluente (expressa em ton ou kg/ano), incluindo a metodologia seguida para o cálculo de todos os valores apresentados;
- ✓ Identificar para cada parâmetro a monitorizar: emissões específicas, expressas em massa (ex. tonelada) por unidade de produção (ex. tonelada de produto acabado), incluindo a metodologia seguida para o cálculo de todos os valores apresentados;
- ✓ A frequência de monitorização dos parâmetros definidos para as fontes de emissão pontual da instalação poderá ser alterada desde que cumpra os requisitos constantes do Artigo 15.º do DL n.º 39/2018, de 11 de junho;

- **Energia:**

- ✓ Registar o consumo mensal/anual das diferentes formas de energia utilizada, evidenciando os equipamentos/etapas de processo onde é utilizada (incluindo geradores de emergência);
- ✓ Registar o consumo específico de energia (quantidade de energia consumida /quantidade de produto acabado);

4 METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada a metodologia adotada na realização deste trabalho, onde inicialmente é feito um enquadramento sobre os dados utilizados em matéria de produção e consumo de matérias-primas e recursos utilizados no processo de ultimateção de artigos têxteis-lar. Uma vez que se trata de um estudo de racionalização de consumos, é também feita uma caracterização da produção da empresa, em termos de quantidades produzidas.

Em seguida, é abordada a caracterização dos aspetos ambientais relevantes para o estudo. Para cada aspeto ambiental é apresentado o método utilizado bem como os parâmetros analisados e ainda os cálculos necessários para obtenção dos resultados apresentados.

É ainda apresentada neste capítulo uma lista com os indicadores ambientais escolhidos para a caracterização do desempenho ambiental da empresa, bem como os métodos de cálculo utilizados.

4.1 ENQUADRAMENTO

Os dados recolhidos e presentes neste relatório foram disponibilizados pela empresa e dizem respeito ao histórico de dados dos últimos anos em matéria de produção global, consumo de água, produção de efluentes líquidos, emissões atmosféricas, consumo energético e produção de resíduos.

De forma a estudar e avaliar a tendência dos consumos da empresa, houve a necessidade de definir um ano de referência e uma base temporal que permitisse comparar os resultados obtidos. Foi então definido como ano de referência o ano de 2019, de forma a avaliar as tendências de consumo de recursos ao longo de um ano, e um intervalo temporal de 2015 a 2019, de forma a estudar os consumos de recursos em termos absolutos e relativos nos últimos anos. Para o ano de referência, os dados recolhidos foram tratados numa base mensal, e para os últimos 5 anos, o tratamento foi feito a partir dos valores médios, numa base anual.

A informação recolhida em termos de histórico de dados encontra-se disponível nos **Apêndices A, B, C, D, E, F e G.**

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

Os dados recolhidos em matéria de produção foram trabalhados globalmente, não especificando o tipo de artigo produzido, isto é rama, fio e tecido. A produção global da instalação é considerada como sendo o somatório da produção da tinturaria de rama com a produção da tinturaria de fio e com a produção da tinturaria de tecido/tela.

Equação 1 - Cálculo da produção global da instalação, em toneladas

$$\text{Produção global (ton)} = [\text{Tinturaria rama (ton)} + \text{Tinturaria fio (ton)} + \text{Tinturaria tela (ton)}]$$

(1)

Uma vez que em 2017 a empresa cessou a atividade de tinturaria de fio, de 2017 a 2019, a produção global da instalação é considerada como sendo o somatório da produção da tinturaria de rama com a produção da tinturaria de tecido/tela.

Os dados recolhidos em matéria de produção das tinturarias de rama e de fio foram apresentados em kg, como é possível consultar no **Apêndice A**. Para o devido tratamento de toda a informação relativa à produção foi necessário traduzir a produção da tinturaria de tecido de metros para kg e posteriormente para toneladas, em termos de produção global. A equação seguinte representa o fator de conversão utilizado pela instalação em termos de gramagem, de metros para quilogramas, para a produção da tinturaria de tecido/tela.

Equação 2 – Fator de conversão da quantidade de tecido tingido, de metros para quilogramas.

$$\text{Tecido (kg)} = \text{Tecido (m)} \times \text{gramagem} \left(\frac{\text{g}}{\text{m}^2} \right) \times \text{largura média tecido (m)}$$

(2)

Onde:

- Tecido (m): tecido tingido em metros;
- Gramagem (g/m^2): 120 g/m^2 ;
- Largura média do tecido (m): 2,7 metros

4.3 CONSUMO DE ÁGUA

No tratamento de informação relativa ao consumo de água foram analisados os dados relativos aos valores médios específicos e aos valores totais. Para o ano de referência, esta análise foi feita numa base temporal mensal, sendo que para os últimos 5 anos, a avaliação foi feita numa base temporal anual. A taxa de reutilização de água na empresa é considerada 0% uma vez que a água industrial não volta a ser utilizada no processo produtivo.

O cálculo do consumo específico de água na empresa, isto é, o volume de água utilizada para a produção de uma quantidade de artigo, foi elaborado de acordo com a seguinte equação:

Equação 3 – Cálculo do consumo específico de água industrial.

$$\text{Consumo específico de água (m}^3\text{/ton)} = \frac{\text{Consumo de água industrial (m}^3\text{)}}{\text{Quantidade produzida (ton)}}$$

(3)

Durante o processo produtivo da empresa, a água industrial pode ser utilizada de forma direta e indireta, de acordo com a sua finalidade. Esta é utilizada diretamente em processos de pré-tratamento, branqueação, lavagem, tingimento, estamperia e acabamentos a húmido. Por outro lado, é utilizada de forma indireta em processos auxiliares ao processo produtivo, em caldeiras de vapor, processos de refrigeração e de cogeração.

Uma vez que a empresa não contabiliza individualmente o consumo de água industrial por tipo de processo, não foi possível quantificar individualmente a água consumida em cada processo.

A distribuição da finalidade do consumo de água total na empresa no ano de referência é apresentada na **Figura 8**.

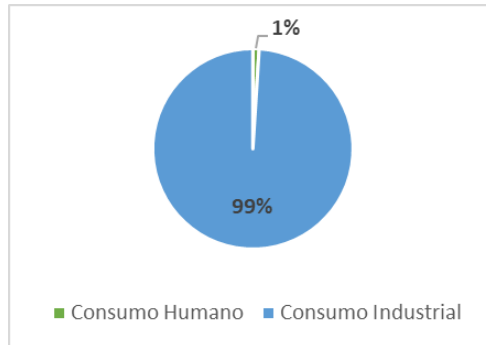


Figura 9 - Distribuição da finalidade do consumo de água total na empresa, em 2019

A água para consumo humano é proveniente da rede de abastecimento público e representa aproximadamente 1% da água total consumida pela empresa, pelo que, visto tratar-se de um estudo focado nos processos de ultimação, apenas é contabilizado o consumo de água industrial.

Toda a informação recolhida para esta análise encontra-se no **Apêndice B**.

4.4 EFLUENTES LÍQUIDOS

O cálculo do volume específico de efluente descarregado, em m^3/ton , considerou-se a produção global como sendo o somatório da tinturaria de rama, da tinturaria de fio e da tinturaria de tecido. Uma vez que a empresa deixou a tinturaria de fio em 2017, os resultados a partir deste ano relativamente à produção apenas consideram o somatório da produção da tinturaria de rama com a tinturaria de tecido.

Equação 4 – Cálculo do volume específico de efluente descarregado, em m^3/ton .

$$\text{Volume específico de efluente descarregado } \left(\frac{m^3}{ton}\right) = \frac{\text{Volume de efluente descarregado } (m^3)}{\text{Quantidade produzida } (ton)}$$

(4)

O cálculo da percentagem de efluente total descarregado foi elaborado de acordo com a seguinte equação:

Equação 5 – Cálculo da percentagem de efluente total descarregado.

$$\% \text{ de efluente descarregado} = \frac{\text{Volume de efluente descarregado (m}^3\text{)}}{\text{Volume de água industrial consumida (m}^3\text{)}} \times 100$$

(5)

A análise qualitativa dos efluentes resultantes do processo produtivo teve como base a análise dos seguintes parâmetros: condutividade, pH, CBO₅, CQO, relação CQO/CBO₅, SST e cloretos.

Os valores de concentração destes parâmetros foram diretamente retirados dos boletins de análise das águas residuais, realizados por um laboratório externo acreditado. Para além da sua análise, estes valores permitiram ainda calcular a carga poluente de cada parâmetro.

O cálculo da carga poluente anual de cada parâmetro avaliado foi elaborado de acordo com a seguinte equação:

Equação 6 – Cálculo da carga poluente, em kg/ano, de um determinado parâmetro presente nas águas residuais.

$$\text{Carga poluente (kg/ano)} = \frac{\text{Valor médio concentração parâmetro} \times \text{Volume total de efluente rejeitado}}{1000}$$

(6)

Onde:

- Valor médio concentração parâmetro (mg/L) = valor médio da concentração de um determinado parâmetro, obtido nas 4 monitorizações trimestrais, para o ano em estudo;
- Volume total de efluente rejeitado (m³) = volume total de efluente descarregado, para o ano em estudo;
- 1000 = fator de conversão de unidades (mg para kg; litros para m³);

A condutividade e o pH não constam do estudo da carga poluente dos parâmetros avaliados uma vez que não são apresentados em termos de concentração.

Toda a informação recolhida para esta análise encontra-se disponível no **Apêndice C**.

4.5 CONSUMO DE PRODUTOS QUÍMICOS

A caracterização do consumo de produtos químicos utilizados nas várias etapas de ultimateção da empresa foi realizada com base no histórico de produção e na análise do inventário de produtos químicos e produtos auxiliares fornecido pela empresa.

Partindo deste princípio, foi possível:

- Identificar, por categoria e tipologia, grande parte dos produtos químicos e auxiliares utilizados no processo produtivo, dos quais se destacam os corantes, alcalinos, amaciadores, oxidantes e produtos auxiliares;
- Calcular, por categoria, a quantidade total consumida no ano de referência, e comparar com os consumos de anos anteriores;
- Calcular e avaliar os consumos específicos dos principais produtos químicos relevantes para o estudo, que representam a quantidade de produtos químicos necessários para o processamento de um dado volume de produção.

O cálculo do consumo específico de produtos químicos foi elaborado de acordo com a seguinte equação:

Equação 7 – Cálculo do consumo específico de produtos químicos.

$$\text{Consumo específico de PQ (kg/ton)} = \frac{\text{Consumo de PQ (kg)}}{\text{Quantidade produzida (ton)}}$$

(7)

Para esta análise foi também elaborado um quadro através dos dados fornecidos pelo inventário de produtos químicos da empresa, onde foram apenas contabilizados os principais produtos químicos e auxiliares considerados relevantes em matéria de processos envolvidos na ultimateção dos artigos têxteis. Desta forma, os produtos químicos utilizados para o tratamento das águas e em laboratório de testes não foram contabilizados para o estudo.

A análise do inventário permitiu ainda identificar os produtos por categoria e por instalação ou fase do processo onde os mesmos são utilizados, através da análise das FDS (fichas de dados de segurança) de determinados produtos, permitindo assim

relacionar estes consumos com os parâmetros estudados em matéria de efluentes líquidos e também com as variadas fases do processo produtivo.

É importante salientar que durante o processo de identificação dos produtos químicos por categoria, alguns produtos não foram classificados devidamente devido à falta de informação relativa aos mesmos, pelo que, a estes produtos foi atribuída a categoria de produto auxiliar.

Toda a informação recolhida para esta análise encontra-se disponível no **Apêndice D**.

4.6 EMISSÕES GASOSAS

Relativamente às emissões gasosas, os dados disponibilizados correspondem a valores de concentração de determinados poluentes, bem como aos seus respetivos caudais mássicos, medidos à saída das chaminés por uma entidade externa acreditada, por forma a dar cumprimento ao estipulado no Título Único Ambiental (TUA) da empresa.

A análise das fontes de emissões gasosas apenas contabilizou as fontes fixas uma vez que em termos quantitativos são estas as fontes relevantes para o estudo, pelo que desta forma as fontes difusas não constam do estudo.

Na **Tabela 12** é apresentado o número de fontes fixas por instalação ou processo industrial a que estão associadas.

Tabela 13 - Número de fontes fixas por instalação/processo industrial.

Instalação associada	Nº de fontes fixas
Acabamentos	5
Estamparia	8
Produção de vapor	3
Revista tecido acabado	2
Tinturaria rama	2
Tinturaria tela	13
Total	33

A empresa possui um total de 33 fontes fixas de emissões gasosas, sendo que a tinturaria de tela e a estamparia são as instalações que possuem mais fontes fixas, 13 e 8, respetivamente.

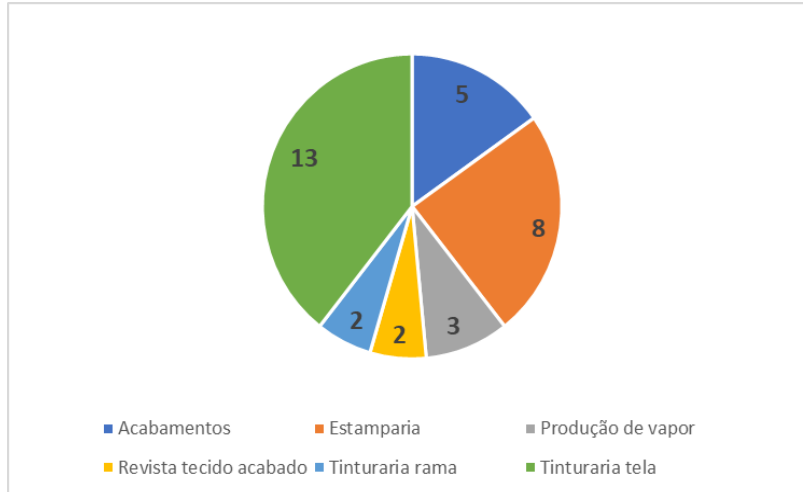


Figura 8 – Número de fontes fixas por instalação/processo industrial.

Na **Tabela E.1** do **Apêndice E** encontram-se todas as fontes fixas de acordo com a instalação associada, bem como o código interino utilizado para identificação dessas mesmas fontes e o seu regime de monitorização plurianual, definido no plano de obrigações legais e ações a cumprir pela empresa. Alguns equipamentos apresentam mais do que uma fonte fixa, pelo que, ao seu código foram acrescentadas as letras do alfabeto, devidamente ordenadas, por via a facilitar a sua identificação.

Para o estudo das emissões gasosas foram avaliados os seguintes parâmetros: CO, NOx, COVS e o Percloroetileno. A escolha destes parâmetros apenas foi influenciada pela informação disponibilizada nos relatórios da monitorização, que por sua vez, seguem o plano plurianual de monitorizações das fontes emissoras gasosas.

A monitorização destas fontes de emissão é feita em regimes anuais diferentes, de acordo com o Plano de Ações Legais, que estabelece diferentes regimes consoante o tipo e performance da fonte emissora. Na **Tabela E.2** do **Apêndice E** encontram-se todas as fontes fixas monitorizadas anualmente, desde 2015 a 2019.

Os valores do caudal mássico e da concentração dos parâmetros envolvidos no estudo, foram recolhidos com base nos relatórios anuais das monitorizações de cada fonte fixa.

É importante referir que esta avaliação foi influenciada por alguns fatores que devem ser tidos em conta, tais como:

- Alguns relatórios de monitorização avaliados não apresentam valores para o parâmetros CO, NOx, COV e Percloroetileno, uma vez que o valor obtido está fora da gama de validação do método de ensaio utilizado;

- Todas as fontes avaliadas são de funcionamento contínuo;

Realizou-se ainda uma análise mais detalhada das fontes fixas, desta vez por tipo de equipamento e por poluente monitorizado, que permitiu compreender qual dos equipamentos e máquinas apresenta maior impacto ambiental em matéria de emissões atmosféricas. Esta análise possibilitou assim avaliar as fontes que necessitam de um cuidado especial e/ou de eventuais medidas de redução das suas emissões.

Para esta avaliação apenas foram abordados os equipamentos considerados mais relevantes na cadeia produtiva. Desta forma foram analisados os caudais mássicos dos poluentes monitorizados para as caldeiras a gás natural, as râmolas, com e sem combustão direta, as secadeiras e as gaseadeiras.

Nas **Figuras E.1, E.2 e E.3 do Apêndice E** é possível visualizar o layout das fontes emissoras identificadas em cima, permitindo assim compreender qual a disposição dos equipamentos e das fontes fixas estudadas. A grande maioria das fontes de emissões gasosas encontram-se no Pavimento 0 das instalações da empresa, uma vez que se trata do piso onde se encontram a maioria das máquinas e equipamentos de produção.

Toda a informação recolhida para a análise deste aspeto ambiental encontra-se disponível no **Apêndice E**.

4.7 CONSUMO ENERGÉTICO

A avaliação do consumo energético da empresa apenas contabilizou os consumos totais e específicos de gás natural e de energia elétrica, uma vez que estas são as grandes fontes energéticas necessárias à produção. Apesar da empresa também consumir gasóleo, esta fonte de energia não foi abordada na caracterização deste aspeto ambiental uma vez que o gasóleo apenas é utilizado como combustível para o transporte de veículos.

Relativamente à energia elétrica, o estudo do consumo energético refere-se apenas às etapas de ultimateção, sendo que, o consumo energético envolvido na captação de água não entra para o estudo.

Para ambas as fontes de energia, o cálculo do consumo total e específico foi elaborado numa base mensal para o ano de referência, e numa base anual para os últimos 5 anos, tendo sido utilizados os valores médios anuais.

O cálculo do consumo específico de energia elétrica, que corresponde à energia elétrica necessária para produzir uma determinada quantidade de produto, foi elaborado de acordo com a seguinte equação:

Equação 8 – Cálculo do consumo específico de energia elétrica, em kWh/ton de artigo produzido.

$$\text{Consumo específico de energia elétrica (kWh/ton)} = \frac{\text{Consumo de energia elétrica (kWh)}}{\text{Quantidade de artigo produzida (ton)}}$$

(8)

O cálculo do consumo específico de gás natural, que corresponde à quantidade de gás natural necessária para produzir uma determinada quantidade de produto, partiu da seguinte equação:

Equação 9 - Cálculo do consumo específico de gás natural, em Nm³/ton de artigo produzido.

$$\text{Consumo específico de gás natural (Nm}^3\text{/ton)} = \frac{\text{Consumo de gás natural (Nm}^3\text{)}}{\text{Quantidade de artigo produzida (ton)}}$$

(9)

Uma vez que não foi possível recolher informação relativa ao consumo energético por processo, os resultados obtidos dizem respeito a todo o processo produtivo, desde a entrada da matéria-prima até à fase de revista e enrolamento, pelo que, não foi possível individualizar e estudar o consumo específico por etapa de produção.

Toda a informação recolhida para esta análise encontra-se disponível no **Apêndice F**.

4.8 PRODUÇÃO DE RESÍDUOS

A caracterização dos resíduos gerados no processo de ultimação da empresa foi realizada com base na informação recolhida através do histórico de produção e através da análise do histórico dos Mapas Integrados de Registo de Resíduos (MIRR's), para o ano de referência e para os últimos 5 anos envolvidos no estudo. Toda a informação recolhida e tratada permitiu estudar a produção de resíduos, total e específica, associada à cadeia produtiva da empresa.

Assim como para os aspetos ambientais referidos anteriormente, o estudo da produção de resíduos foi feito para o ano de referência e para o intervalo temporal entre 2015 e 2019, inclusive.

A produção específica de resíduos, que corresponde à quantidade de resíduos gerados durante a produção de uma determinada quantidade de produto, foi calculada de acordo com a equação seguinte:

Equação 10 - Cálculo da produção específica de resíduos, em kg/ton de artigo produzido.

$$\text{Produção específica de resíduos (kg/ton)} = \frac{\text{Quantidade de resíduos gerados (kg)}}{\text{Quantidade de artigo produzida (ton)}}$$

(10)

Uma vez que este estudo incidiu na fase de ultimização de artigos têxteis, os resíduos gerados que estão diretamente associados ao processo produtivo foram abordados com especial atenção comparativamente aos resíduos totais gerados na empresa. Desta forma, a quantidade de resíduos gerada em processos de manutenção e transporte, apenas é contabilizada no cálculo da taxa de resíduos enviados para operações de valorização de resíduos.

A informação recolhida para caracterizar este aspeto ambiental permitiu ainda determinar a fração de resíduos encaminhada para valorização e para eliminação, quer para o ano de referência quer para os anos anteriores. Não foi possível estudar a produção específica de resíduos perigosos uma vez que não foram identificados registos relativos a esta informação durante o tratamento dos dados recolhidos.

Toda a informação recolhida para esta análise encontra-se disponível no **Apêndice G**.

4.9 CÁLCULO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO AMBIENTAL

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OECD) descreve um indicador ambiental como sendo um parâmetro ou um resultado de um parâmetro que indica o estado do ambiente (OECD, 2001). Segundo Padilha (2009) a OECD utiliza indicadores ambientais com o objetivo de verificar a tendência de evolução e progresso relativamente às preocupações ambientais. Conhecer o quê e quanto se consome e se emite em cada fase do processo facilita a identificação das oportunidades e o estabelecimento de prioridades de gestão ambiental (Bastian & Rocco, 2009).

Na **Tabela 13** encontram-se os indicadores de desempenho ambiental calculados tendo em conta os aspetos ambientais abordados anteriormente: água, efluentes líquidos, produtos químicos, emissões gasosas, energia e produção de resíduos.

Tabela 14 - Indicadores de desempenho ambiental calculados.

Aspeto ambiental	Indicador Ambiental	Unidades
Água	Consumo específico	m ³ /ton
	Consumo específico de energia elétrica	kWh/ton
Energia	Consumo específico de gás natural	Nm ³ /ton
	Caudal mássico CO	kg/h
Efluentes gasosos	Caudal mássico NO _x	kg/h
	Caudal mássico COV	kg/h
	Produção específica de resíduos (produção)	kg/ton
Resíduos	Taxa de resíduos enviados para valorização (totais)	%
	Volume específico de efluente descarregado	m ³ /ton
Efluentes líquidos	% de efluente descarregado	%
	Carga poluente por parâmetro	kg/ano
	Consumo específico	kg/ton
Produtos químicos	Consumo específico	kg/ton

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados bem como analisados todos os resultados obtidos em matéria de produção, consumo de recursos e matérias-primas, de acordo com a metodologia apresentada no quarto capítulo, referente aos aspetos e indicadores de desempenho ambiental associados ao processo de ultimação da empresa.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

Os resultados relativos à caracterização da produção foram divididos em duas alíneas: a primeira referente ao ano de referência e a segunda referente aos últimos 5 anos envolvidos no estudo.

Em seguida são apresentados os resultados obtidos em matéria de produção da empresa.

I. Ano de referência

A figura seguinte apresenta a evolução da quantidade total produzida pela AAF, em toneladas, em 2019.

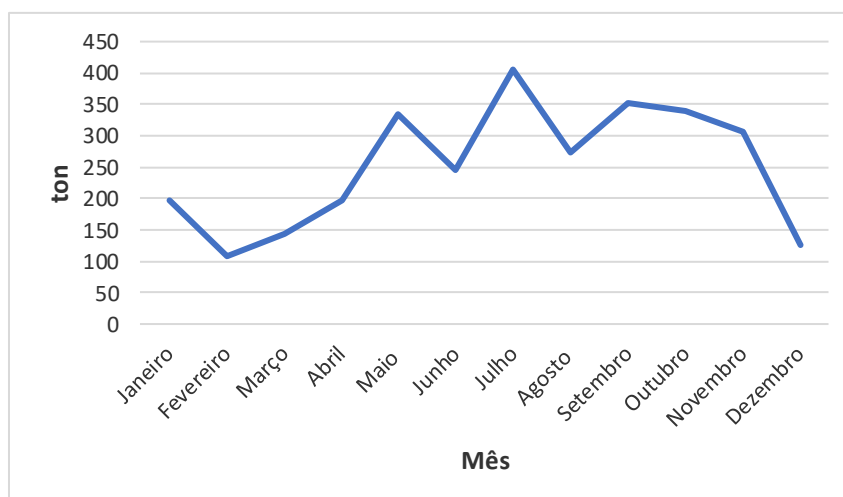


Figura 10 - Evolução da quantidade total produzida, em toneladas, no ano de referência

Em 2019, o ano de referência, a quantidade total produzida pela empresa aumentou durante o segundo semestre do ano, como se verifica a partir da **Figura 10**, tendo atingido o pico em julho, aproximadamente 400 toneladas.

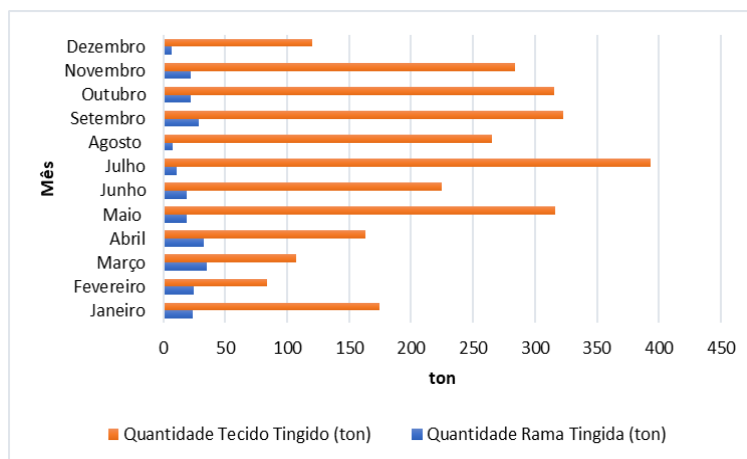


Figura 11 - Evolução da quantidade total produzida de rama e de tecido, em ton, no ano de referência

A análise da **Figura 11** permite compreender que, em 2019, a empresa produziu tecido em maiores quantidades do que rama. De toda a produção desse ano, a produção de tecido representou 92% da produção total da empresa, sendo os restantes 8% relativos à produção de rama.

II. 2015 - 2019

A informação relativa à produção nos últimos 5 anos encontra-se disponível no **Apêndice A**.

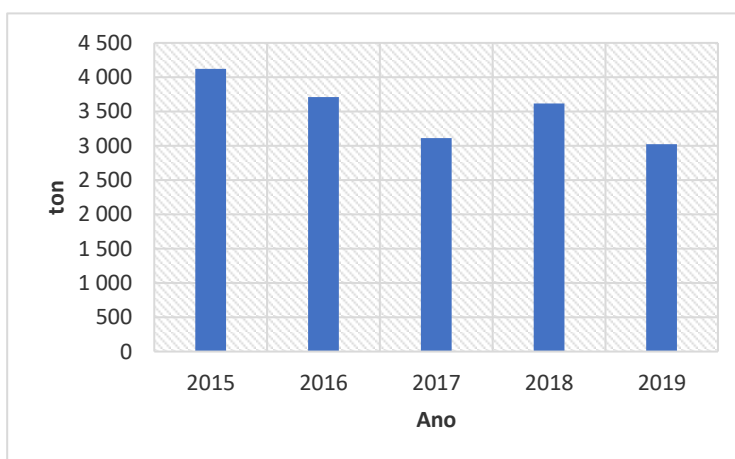


Figura 12 - Evolução da quantidade total produzida, em toneladas, nos últimos 5 anos

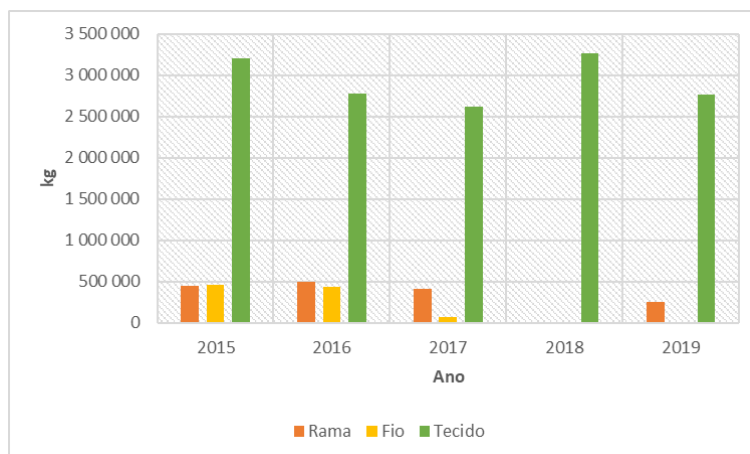


Figura 13 - Evolução da quantidade total produzida de rama, fio e tecido, em kg, nos últimos 5 anos

A **Figura 12** apresenta a evolução da quantidade total produzida pela empresa, em toneladas, desde 2015 até 2019. Verifica-se que, à exceção de 2018, a António de Almeida & Filhos tem diminuindo a quantidade total produzida anualmente. Em 2015, a empresa produziu sensivelmente 4 000 toneladas por ano, e em 2019, produziu aproximadamente 3 000 toneladas de artigo.

A **Figura 13** apresenta a evolução da quantidade total produzida de rama, fio e tecido, em quilogramas, ao longo dos últimos 5 anos. Facilmente se verifica que a produção de tecido tem grande peso na quantidade total produzida anualmente pela AAF. Comparando a evolução da quantidade total de tecido produzida (**Figura 13**), com a evolução da quantidade total de artigos (rama+fio+tecido) produzida (**Figura 12**), verifica-se que estas apresentam uma evolução bastante semelhante.

Pela **Figura 13** verifica-se também que a quantidade de fio tingido passou a ser zero desde 2018, uma vez que a empresa deixou o processo de tingimento de fio em 2017.

5.2 CONSUMO DE ÁGUA

Neste capítulo apenas se encontram os resultados obtidos em matéria de produção e consumo de água. Para mais informação relativa a esta análise consultar **Apêndice B**.

I. Ano de referência

As figuras seguintes apresentam a evolução do consumo específico de água industrial e da quantidade produzida, em toneladas, ao longo do ano de referência.

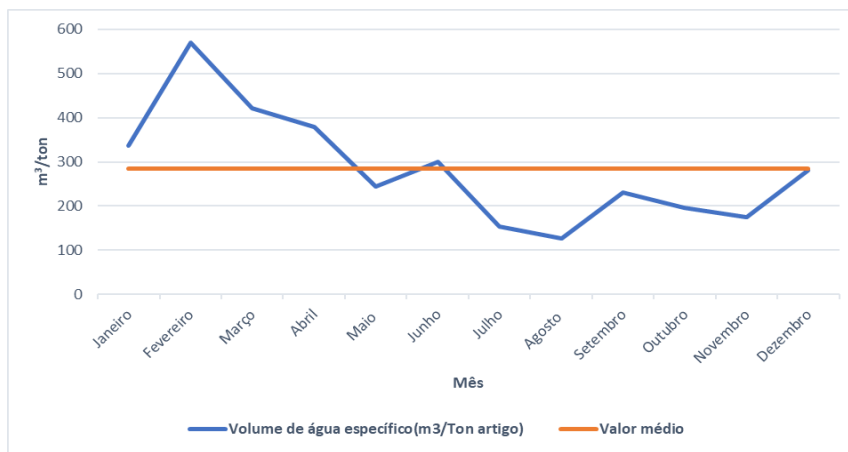


Figura 14 - Evolução do consumo específico de água industrial, em m³/ton de artigo, em 2019

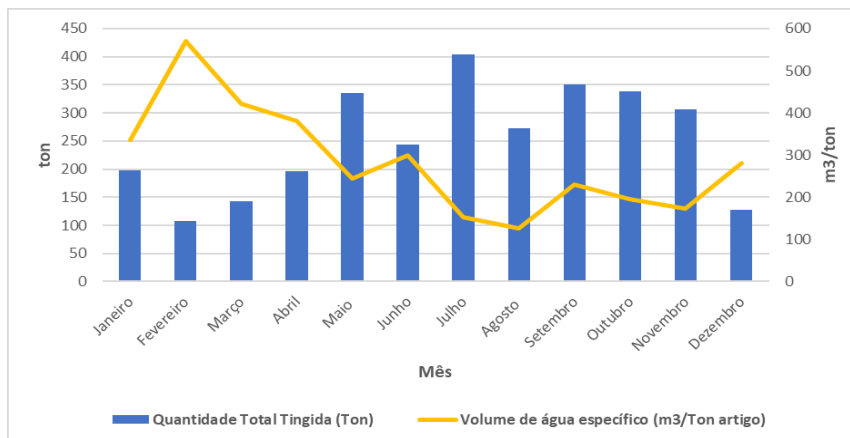


Figura 15 - Evolução da produção, em ton, e do consumo específico de água industrial, em m³/ton de artigo, em 2019

Em 2019, a empresa consumiu em média 285 m³ de água por cada tonelada de artigo produzida, sendo que a quantidade média de artigo produzido foi cerca de 252 toneladas mensais. Durante o segundo semestre do ano, o volume mensal de água consumida necessária para produzir uma tonelada de artigo foi, regra geral, inferior ao consumo

médio específico de água, tendo acompanhado a evolução da quantidade produzida pela empresa ao longo do ano, que por sua vez, aumentou no segundo semestre.

A **Figura 15** mostra a influência da quantidade produzida, em toneladas, no volume específico de água industrial consumida, em m^3/ton , ao longo do ano de referência. Observa-se que o consumo específico de água diminuiu com o aumento da quantidade produzida, revelando assim uma relação de proporcionalidade inversa entre o consumo de água por cada tonelada de artigo tingido e a quantidade total tingida pela empresa.

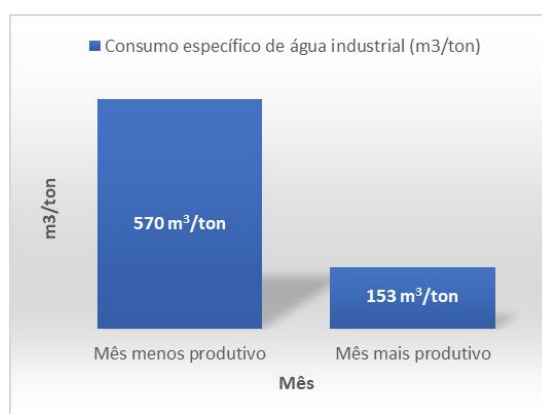


Figura 16 - Volume de água industrial consumido por tonelada de artigo produzido no mês menos produtivo e no mês mais produtivo

Comparando os resultados de fevereiro e julho, através da **Figura 16** os meses com menor e maior produtividade, respetivamente, observa-se uma significativa discrepância no consumo específico de água industrial. Em fevereiro, a empresa produziu cerca de 108 toneladas e, por cada tonelada de artigo produzida, registou um consumo de aproximadamente 570 m^3 de água. Por outro lado, em julho, a empresa obteve uma produção de cerca de 404 toneladas, sendo que por cada tonelada de artigo produzido nesse mês, foram precisos 153 m^3 de água.

II. 2015 - 2019

Os valores médios são apresentados numa base anual no período compreendido entre 2015 e 2019.

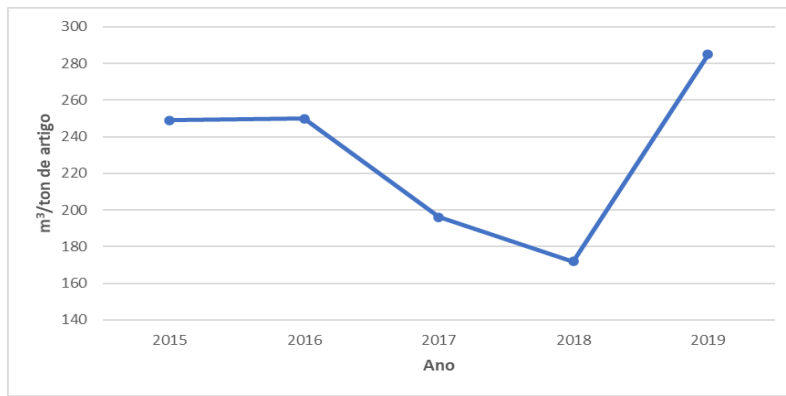


Figura 17 - Evolução do consumo médio específico de água industrial, em m³/ton, nos últimos 5 anos

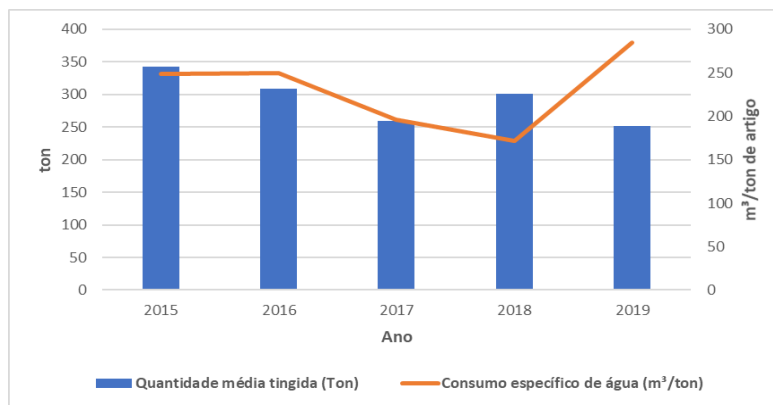


Figura 18 - Evolução da produção, em ton, e do consumo médio específico de água industrial, em m³/ton de artigo, nos últimos 5 anos

Entre 2015 e 2019, o consumo médio específico de água e a quantidade média de artigo produzida foram sofrendo algumas variações, como se pode verificar através da **Figuras 17 e 18**. Entre 2015 e 2018, apesar de ter sido registado um ligeiro aumento de 2015 para 2016 (249 para 250 m³/ton), regra geral, nesse intervalo temporal a quantidade média de água consumida pela empresa para a produção de uma tonelada de artigo diminui, bem como a quantidade média produzida, à exceção de 2018, onde se verificou um aumento.

Por sua vez, o consumo médio específico de água aumentou significativamente no ano de referência, onde se verificou um consumo médio de 285 m³ por cada tonelada de artigo tingido, o valor mais elevado dos últimos 5 anos, ao invés da quantidade média tingida, que atingiu o valor mais baixo desde 2015, aproximadamente 252 toneladas.

Tendo como base o ano de referência, fez-se uma análise mais detalhada da evolução do consumo médio específico de água industrial nos últimos anos, onde foram

comparados os valores deste indicador ambiental para todos os anos do estudo, comparando-os com o valor do ano de referência.

Verificou-se então que o consumo médio específico de água em 2019 aumentou 14% relativamente a 2015 e 2016, aumentou 45% relativamente a 2017 e aumentou 66% relativamente ao ano anterior, 2018.

5.3 EFLUENTES LÍQUIDOS

Neste capítulo apenas se encontram os resultados obtidos em matéria de produção e efluentes líquidos. Para mais informação relativa a esta análise consultar **Apêndice C**.

I. Ano de referência

As figuras seguintes apresentam os resultados obtidos em matéria de efluentes líquidos, em 2019.

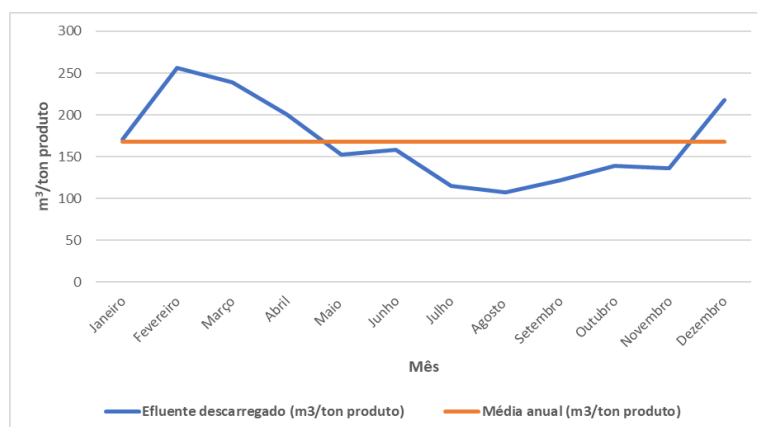


Figura 19 - Evolução do volume específico de efluente descarregado, em m³/ton de produto, em 2019

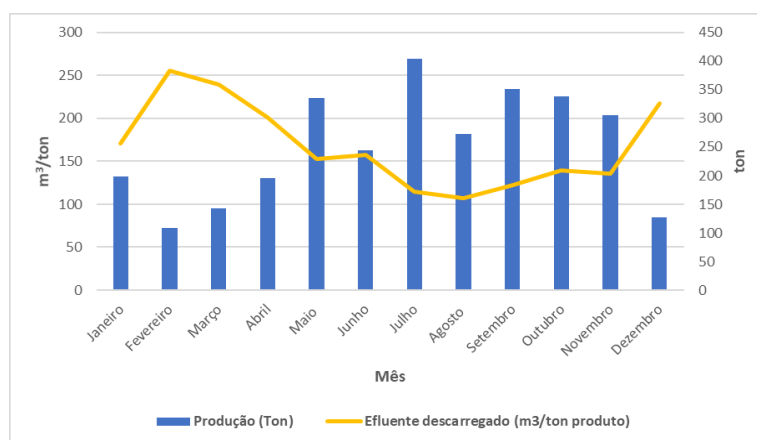


Figura 20 - Evolução da produção, em toneladas, e do volume específico de efluente descarregado, em m³/ton de artigo, em 2019

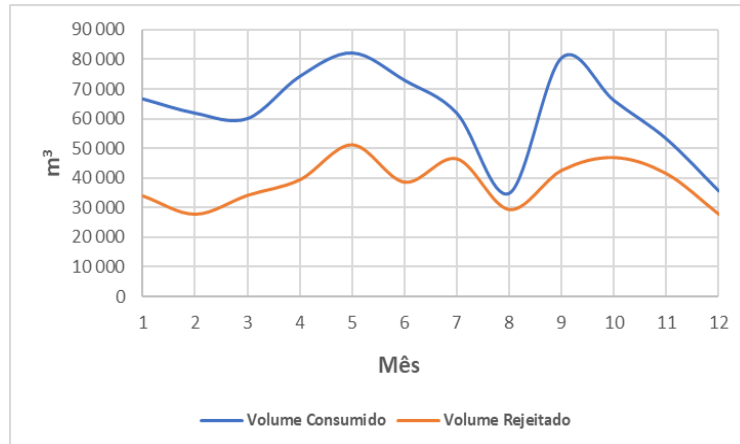


Figura 21 - Comparação entre a evolução do volume total de água consumido e de efluente descarregado, em m³, em 2019

As **Figuras 19 e 20** mostram a influência da quantidade produzida no volume específico de efluente descarregado para o ano de referência. Analisando o comportamento da curva do volume específico de efluente descarregado em função da quantidade produzida, observa-se uma clara tendência para a diminuição do volume específico de efluente rejeitado quando ocorre um aumento na quantidade produzida.

É possível observar que os meses menos produtivos correspondem também aos meses que geram um maior volume de efluente descarregado por tonelada de artigo produzido.

A **Figura 21** mostra a evolução do volume total de água consumido em função do volume total de efluente descarregado, em 2019. Observa-se que, ao longo do ano, houve sempre uma diferença considerável entre estas duas variáveis, à exceção do intervalo temporal entre julho e agosto, onde esta diferença foi substancialmente reduzida, o que indica que neste intervalo temporal a empresa atingiu um ponto ótimo entre o volume de água consumido e o volume de água rejeitado.

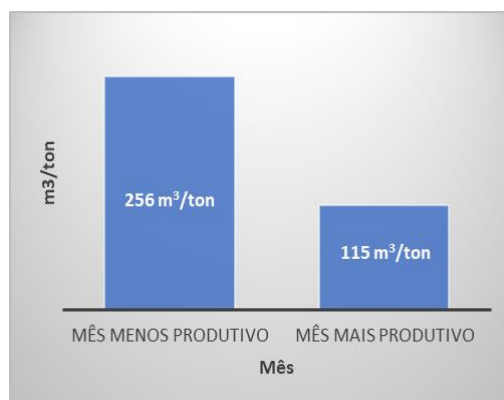


Figura 22 - Comparação entre o volume de efluente rejeitado por tonelada de artigo produzido no mês menos produtivo e no mês mais produtivo

Comparando os resultados dos meses com menor e maior produtividade em 2019 apresentados na **Figura 22**, fevereiro e julho respetivamente, observa-se uma significativa discrepância no volume de efluente rejeitado por tonelada de artigo produzida, assim como se verificou no consumo específico de água.

Produziu-se quase 4 vezes mais em julho comparativamente a fevereiro. Em termos absolutos, apesar do volume total de efluente descarregado em julho ter sido superior, 46 599 m³, ainda assim atingiu um valor relativamente afastado do dobro do volume total de efluente descarregado em fevereiro, 27 658 m³.

O volume específico de efluente descarregado em julho, 115 m³/ton, reduziu para mais de metade do volume específico de efluente rejeitado em fevereiro, 256 m³/ton, valor esse inferior à média do volume de efluente descarregado por tonelada de produto produzida no ano de referência, 168 m³/ton.

II. 2015 - 2019

Para esta análise foram considerados os valores médios anuais, em matéria de produção e de volume de efluente descarregado.

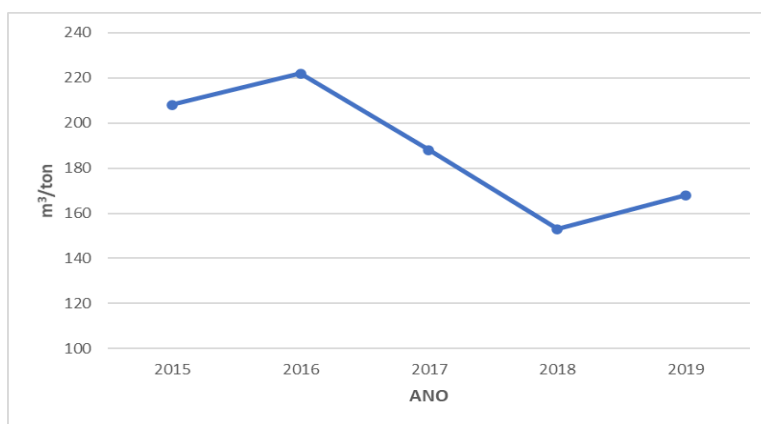


Figura 23 - Volume médio específico de efluente rejeitado, em m³/ton, nos últimos 5 anos

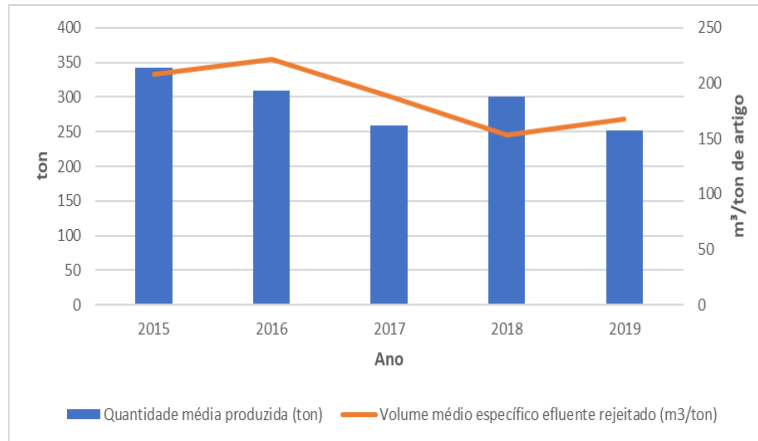


Figura 24 - Evolução da produção, em ton, e do volume médio específico de efluente descarregado, em m³/ton de artigo, nos últimos 5 anos

Como se pode verificar através das **Figuras 23 e 24**, entre 2015 e 2019, o volume médio específico de efluente descarregado e a quantidade média de artigo produzida sofreram algumas variações.

Entre 2015 e 2017, apesar da quantidade média de artigo produzida ter diminuído, por outro lado, o volume médio específico de efluente descarregado aumentou de 2015 para 2016 e diminuiu em 2017. Nos anos seguintes, de 2017 para 2018 o volume médio descarregado por cada tonelada de artigo produzida voltou a diminuir, ao contrário da quantidade média produzida pela empresa, que registou um aumento relativamente ao ano anterior. De 2018 para o ano de referência 2019, a empresa voltou a registar uma diminuição na quantidade de artigo produzida e, por sua vez, um aumento do volume médio específico de efluente descarregado.

Analisando os dados de anos anteriores relativamente à produção e ao volume de efluentes rejeitado, que se encontram nos **Apêndices A e C**, respetivamente, verifica-se que o mês menos produtivo é por norma o mês com menor volume total de efluente rejeitado, como seria expectável. No entanto, é também possível verificar que nos últimos 5 anos, o mês mais produtivo nunca coincidiu com o mês com maior volume total de efluente descarregado.

Verificou-se também que o volume médio específico de efluente descarregado no ano de referência reduziu cerca de 20% relativamente a 2015, reduziu 24% relativamente a 2016, 11% relativamente a 2017 e, contrariando a tendência, aumentou em 10% relativamente a 2018. As reduções percentuais no volume médio específico de efluente

descarregado são um ótimo indicador de desempenho ambiental, uma vez que nos indicam que por tonelada de produto, a empresa descarregou menos volume de efluente comparativamente a um dado ano, como por exemplo 2019 comparativamente a 2016, revelando assim uma minimização da descarga de efluentes para a TRATAVE.

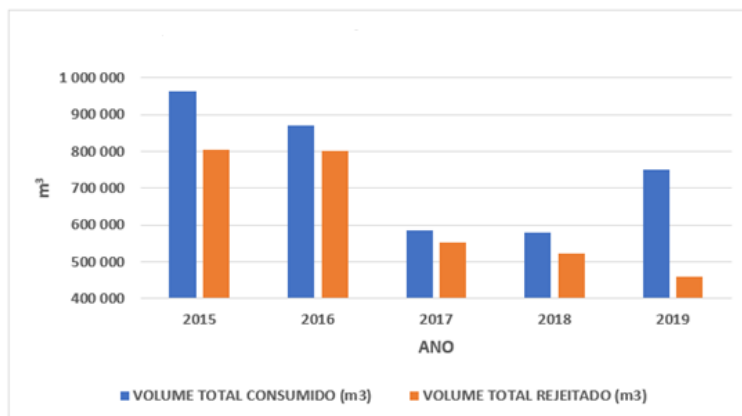


Figura 25 - Comparação entre o volume total de água consumido e o volume total de efluente rejeitado, nos últimos 5 anos

Por observação da **Figura 25** verifica-se que, em termos absolutos, ao longo dos últimos 5 anos o volume total de água consumida pela empresa tem vindo a diminuir, à exceção de 2019, onde se verificou um aumento significativo do volume de água utilizado na produção, aumento esse de cerca de 171 716 m³ de água, comparativamente ao ano anterior. No que diz respeito ao volume de efluente rejeitado observa-se uma diminuição consistente ao longo dos últimos 5 anos, inclusive em 2019, apesar do aumento do volume de água utilizada para fins produtivos, que pode ser explicado por um aumento da quantidade de água utilizada para produção de vapor, em caldeiras, e eventuais perdas durante o seu funcionamento.

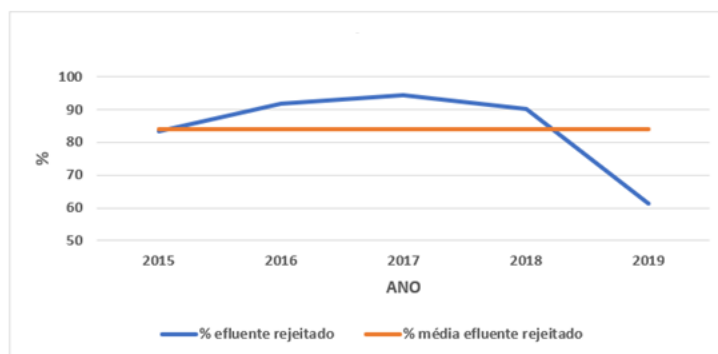


Figura 26 - Percentagem de efluente descarregado nos últimos 5 anos

Avaliando a percentagem de efluente rejeitado, através da **Figura 26**, verifica-se que em 2019 ouve uma significativa diminuição da quantidade de efluente rejeitado comparativamente ao volume de água consumida. Nos últimos 5 anos, a percentagem média de efluente rejeitada é considerada satisfatória, cerca de 84% da água utilizada é rejeitada para posterior tratamento. Em 2015, a percentagem de efluente rejeitada foi 1% mais baixa do que a média dos 5 anos, no entanto em 2019, ouve uma queda acentuada na relação entre o volume consumido e o volume rejeitado, onde apenas 61% da água utilizada no processo produtivo foi rejeitada para a TRATAVE.

As **Figuras 27 e 28** representam, respetivamente, a evolução do custo específico associado ao tratamento de efluentes líquidos no ano de referência e nos últimos 5 anos.

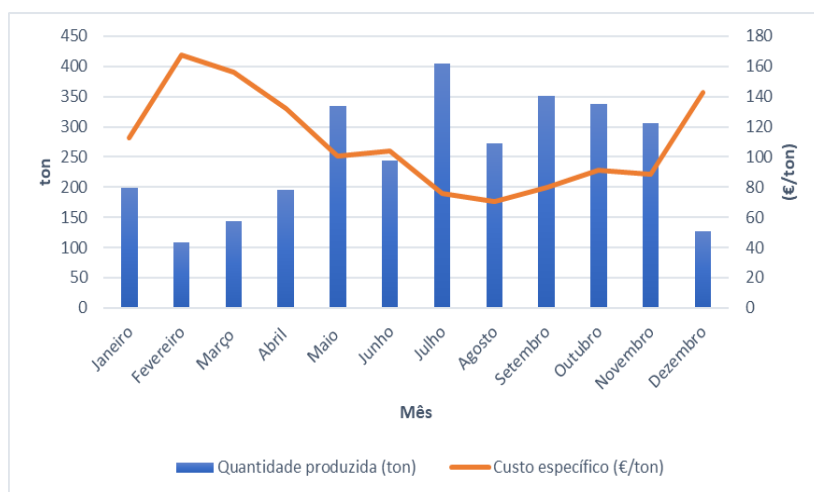


Figura 27 - Evolução da produção, em toneladas, e do custo específico de tratamento de efluentes, em €/ton, no ano de referência

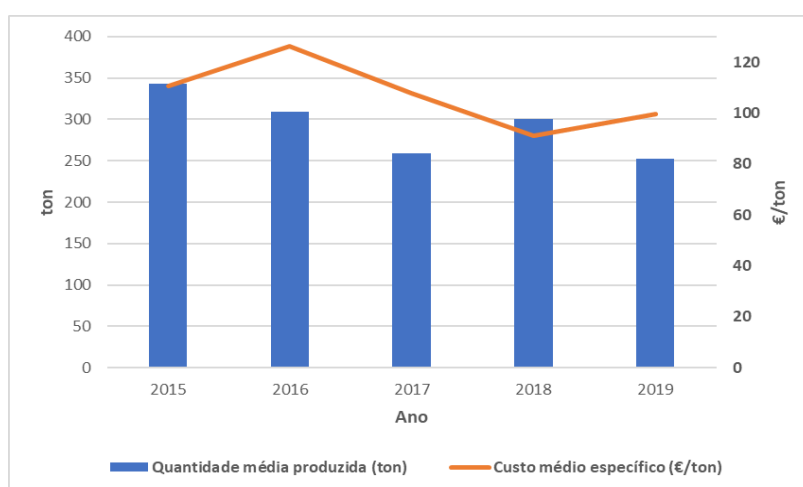


Figura 28 - Evolução da produção, em toneladas, e do custo médio específico de tratamento de efluentes, em €/ton, nos últimos 5 anos

Por observação da **Figura 27**, verifica-se que o custo específico de tratamento de efluentes em 2019 diminuiu com o aumento da quantidade produzida, evidenciando uma relação de proporcionalidade inversa entre estas duas variáveis. No mesmo ano, a empresa teve um custo médio de 110€ por cada tonelada de artigo produzido.

Verifica-se também que as curvas do custo médio específico de tratamento de efluentes e do volume médio específico de efluente descarregado, quer em 2019 quer nos últimos 5 anos, apresentam um comportamento bastante semelhante entre si, o que demonstra a existência de uma relação de proporcionalidade direta entre estas duas variáveis. Nos últimos 5 anos a empresa tem apresentado um custo médio de 107€/ton de artigo produzido (**Figura 28**). Como seria expectável, este custo está dependente do volume de efluente que é descarregado para a TRATAVE, pelo que quanto maior for esse volume maior será o custo médio associado ao seu tratamento.

I. Ano de referência

Os dados utilizados para a análise qualitativa das águas residuais resultantes do processo produtivo da empresa encontram-se no **Apêndice C**.

Na tabela seguinte são apresentados os valores dos principais parâmetros analisados para o estudo da qualidade dos efluentes da empresa.

Tabela 15 - Caracterização do efluente bruto gerado na empresa no ano de referência

Parâmetro	Valor	VMA	Unidades
Condutividade @ 20 °C	1 947,5	3 000	µS/cm
pH	8,9	5,5 – 9,5	escala Sörensen
CBO ₅	119,3	500	mgO ₂ /L
CQO	346,5	2 000	mgO ₂ /L
SST	379,6	1 000	mg/L
Cloretos	210,0	1 500	mgCl ⁻ /L

À exceção dos cloretos, os valores apresentados na **Tabela 14**, são o resultado do valor médio de 4 medições trimestrais, uma vez que os cloretos apenas foram monitorizados no primeiro trimestre de 2019. Verifica-se que todos os parâmetros se encontram abaixo dos valores máximos admissíveis fixados, o que evidencia que, no ano de referência, a empresa cumpriu o estipulado na sua licença de descarga.

Nota: O valor máximo admissível (VMA) para cada parâmetro foi fixado na licença de descarga da empresa, de onde foram retirados os valores apresentados na **Tabela 14**.

II. 2015 – 2019

A evolução das características do efluente bruto no intervalo temporal de 2015 a 2019 encontram-se representadas na figura seguinte.

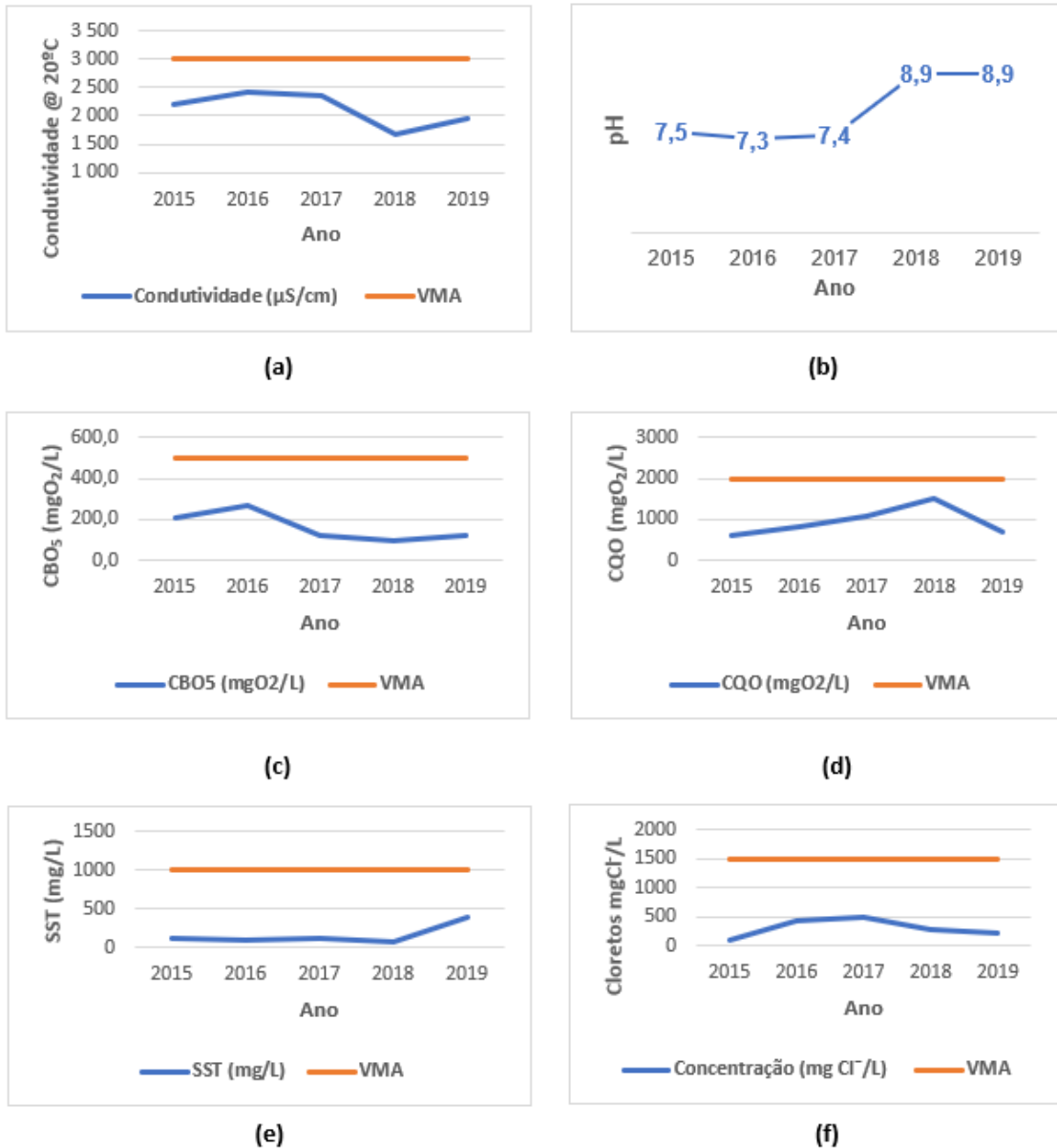


Figura 29 - Caracterização dos efluentes brutos gerados na empresa ao longo dos últimos 5 anos, em termos de: (a) condutividade, (b) pH, (c) carência bioquímica de oxigénio (CBO₅), (d) carência química de oxigénio (CQO), (e) sólidos suspensos totais (SST) e (f) cloretos.

A **Figura 29.a)** representa a evolução da condutividade do efluente bruto ao longo dos últimos 5 anos. A condutividade é um parâmetro que aumenta com o uso de NaCl nos processos de tingimento por esgotamento, nomeadamente nos processos de tingimento de rama e nos processos de tingimento de fio. Ao longo dos últimos anos, este parâmetro foi sofrendo algumas variações embora nunca tenha ultrapassado o valor máximo admissível estabelecido (3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Por observação do gráfico verifica-se que entre 2015 e 2017 os valores da condutividade do efluente bruto mantiveram-se relativamente estáveis, próximos de 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A partir de 2017 até ao ano de referência registou-se uma descida entre 2017 e 2018 e um ligeiro aumento de 2018 para 2019, ainda assim distante dos valores registados entre 2015 e 2017.

Em 2017 a empresa deixou a tinturaria de fio, diminuindo assim o impacto do NaCl na condutividade do efluente bruto. O fim da tinturaria de fio fez com que diminuísse também alguma parte do consumo de NaCl e outros eletrólitos utilizados nos processos de tingimento por esgotamento, justificando assim a queda dos valores médios de condutividade de efluente rejeitado em 2018 e 2019.

Os processos de branqueamento, tingimento e acabamentos químicos contribuem para a alcalinidade do pH do efluente bruto. Apesar de nos últimos 5 anos os valores do pH estarem compreendidos entre 5,5 – 9,5, o intervalo dos valores máximo e mínimo admissíveis para este parâmetro, por análise da **Figura 29.b)** observa-se ainda assim uma subida considerável do pH em 2018 e em 2019. Este aumento deve-se ao facto de que em processos de tingimento mais alcalino, onde geralmente o pH é superior a 12, se verificar um elevado consumo de soda cáustica e soda solvay, e em processos de tingimento mais neutros, onde o pH é de aproximadamente 8,9, o caudal com que estes processos operam é maior do que o caudal a que operam os processos de tingimento com o pH neutro, isto é, mais próximo de 7. Devido ao efeito de diluição, o pH do efluente bruto baixa para valores menos alcalinos, diminuindo assim a adição de produtos que visem diminuir o pH do efluente antes deste ser enviado para a TRATAVE, de forma a serem cumpridos os limites de descarga. No entanto, é necessário a adição de ácido caso o pH se situe acima dos 9,5.

A **Figura 29.c)** representa a evolução da concentração da CBO_5 no efluente bruto, ao longo dos últimos 5 anos. Os valores da CBO_5 , a carga orgânica biodegradável presente no efluente, estão diretamente relacionados com o tipo de fibra utilizado no processo produtivo. Uma vez que a empresa utiliza principalmente fibras de origem natural, estes valores tendem a ser superiores aos valores de concentração de empresas que utilizem

fibras sintéticas. Nos últimos anos, a concentração deste parâmetro nunca excedeu o VMA fixado, 500 mgO₂/L, e manteve-se relativamente estabilizada desde 2017, entre valores aproximados a 100 mgO₂/L.

A **Figura 29.d)** representa a evolução da concentração média da CQO no efluente bruto, ao longo dos últimos 5 anos. Os níveis de concentração da CQO no efluente estão diretamente relacionados com o tipo de artigo produzido, principalmente com a cor do produto, com o tipo de processo de tingimento, com o grau de fixação do corante na fibra, com o uso de produtos auxiliares como encolantes, espessantes, ureia e entre outros produtos auxiliares não biodegradáveis. Apesar de nunca exceder o VMA estabelecido na sua licença de descarga, 2000 mgO₂/L, a concentração da CQO no efluente bruto aumentou gradualmente até 2018, onde inclusive atingiu o seu valor mais elevado desde 2015, 1500 mgO₂/L. No ano de referência esta tendência foi contrariada, tendo a concentração de CQO diminuído drasticamente, atingindo assim o seu valor mais baixo, 347 mgO₂/L, que pode ser explicado pelo tipo de corantes e outros produtos químicos utilizados durante as várias fases do processo produtivo.

A evolução da concentração média de SST no efluente bruto, ao longo dos últimos 5 anos, encontra-se na **Figura 29.e)** Os SST resultam principalmente de partículas não dissolvidas que, durante as lavagens após o processo de tingimento, são removidas do substrato têxtil. De um modo geral, as concentrações destas partículas no efluente bruto têm-se mantido estáveis e bastante abaixo do VMA definido para este parâmetro, à exceção do ano de referência, onde foi registado um aumento. Este aumento pode ter resultado das condições de amostragem, onde o tempo de arejamento do tanque foi menor que nas amostragens dos anos anteriores ou até mesmo da maneira como a amostragem foi efetuada.

Na **Figura 29.f)** está representada a evolução da concentração de cloretos no efluente bruto, ao longo dos últimos 5 anos. Os cloretos estão presentes na composição dos efluentes principalmente devido à utilização de NaCl durante os banhos de tingimento do substrato têxtil e também devido à utilização de produtos químicos que contêm iões cloreto na sua composição. Nos últimos 5 anos, a concentração destes iões tem estado bastante abaixo do VMA estabelecido, 1500 mgCl⁻/L.

A evolução da biodegradabilidade do efluente bruto da empresa ao longo dos últimos 5 anos encontra-se na **Figura 30**, através da relação CBO₅/CQO.

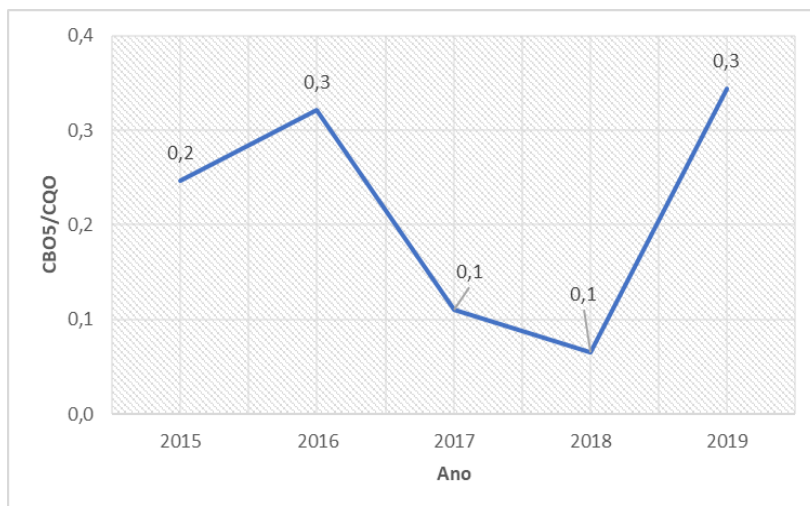


Figura 30 - Evolução da relação CBO₅/CQO do efluente bruto ao longo dos últimos 5 anos.

Nos últimos anos, os valores da relação CBO₅/CQO têm oscilado, embora tenham estado sempre compreendidos entre 0,1 e 0,3. Estes valores indicam que a biodegradabilidade do efluente bruto gerado no processo produtivo da empresa é baixa, em média 0,2, isto é, apenas 20% da carga poluente presente no efluente é biodegradável. O uso intensivo de variados produtos químicos, como por exemplo corantes reativos, é o principal motivo para a baixa biodegradabilidade das águas residuais geradas na empresa.

A figura seguinte mostra a evolução da carga poluente, em kg/ano, da CBO₅, da CQO, dos SST e dos cloretos, ao longo dos últimos 5 anos.

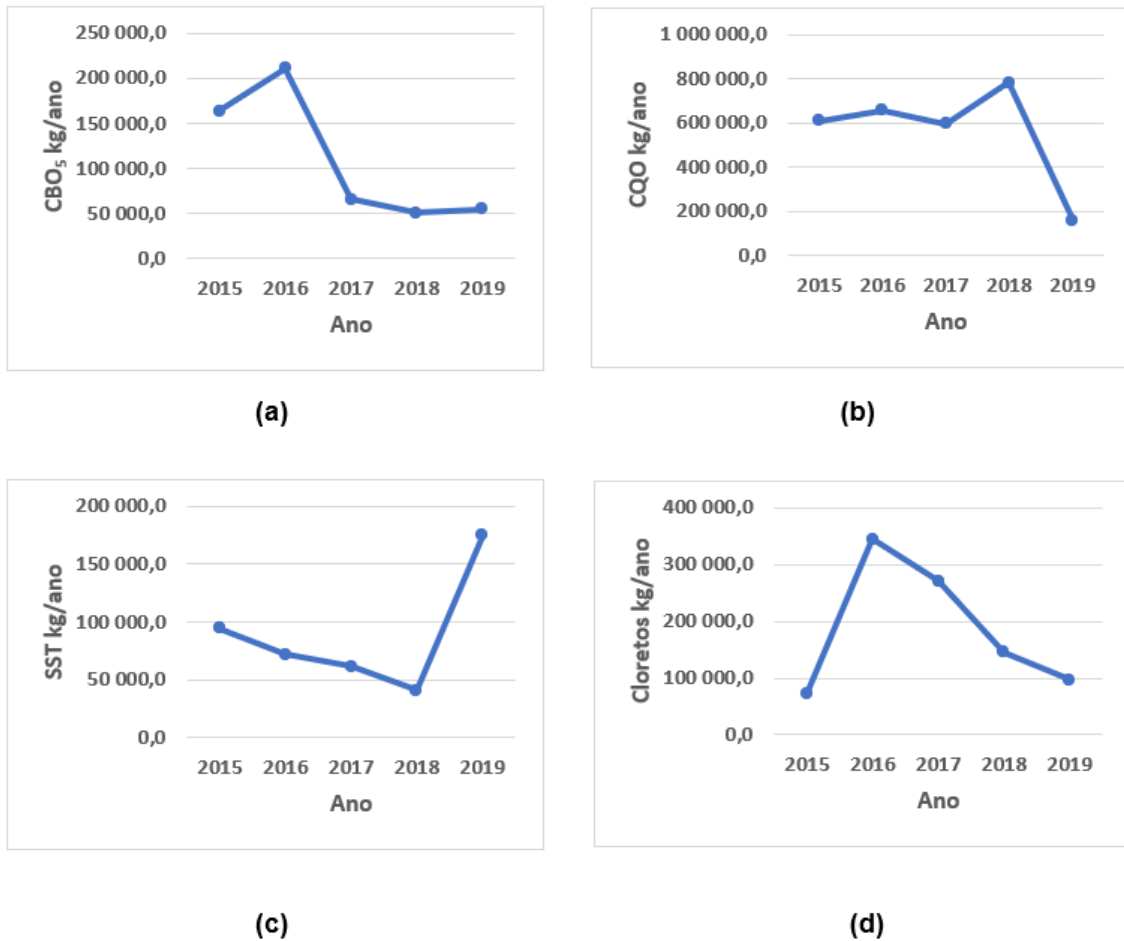


Figura 31 - Evolução ao longo dos últimos 5 anos da carga poluente dos parâmetros: (a) carência bioquímica de oxigênio (CBO₅), (b) carência química de oxigênio (CQO), (c) sólidos suspensos totais (SST) e (d) cloretos, nos últimos 5 anos

A evolução da carga poluente da CBO₅ nos últimos anos encontra-se na **Figura 31.a)** É possível observar um aumento considerável de 2015 a 2016, sendo que de 2016 a 2017 houve uma queda significativa na carga poluente deste parâmetro. De 2017 até ao ano de referência, a carga poluente da CBO₅ manteve-se estável, próxima de 5 000 kg/ano.

Quanto à CQO, a carga poluente manteve-se próxima de 600 000 kg/ano entre 2015 e 2017, como é possível observar através da **Figura 31.b)**, que representa a evolução da carga poluente da CQO nos últimos 5 anos. De 2017 a 2018, verificou-se um aumento considerável, sendo que, de 2018 a 2019 houve uma queda significativa da carga poluente de CQO, tendo inclusive atingido o valor mais baixo deste intervalo temporal, aproximadamente 200 000 kg/ano.

A **Figura 31.c)** representa a evolução da carga poluente dos SST nos últimos anos. Observa-se que até 2018, a carga poluente deste parâmetro foi diminuindo, tendo, no entanto, aumentado significativamente em 2019, atingindo o valor mais elevado dos últimos anos.

Quanto aos cloretos, a carga poluente destes iões aumentou consideravelmente de 2015 e 2016, atingido o valor mais alto, superior a 300 000 kg/ano, como é possível verificar pela **Figura 31.d)**. Nos anos seguintes até ao ano de referência, a carga poluente deste parâmetro foi sempre diminuindo.

5.4 CONSUMO DE PRODUTOS QUÍMICOS

Neste capítulo encontram-se os resultados obtidos em matéria de produção e de consumo de produtos químicos. Para mais informação relativa a esta análise consultar **Apêndice D**.

I. Ano de referência

A **Figura 32** representa a quantidade consumida, em kg e por categoria, de produtos químicos e auxiliares envolvidos no processo produtivo da empresa, em 2019.

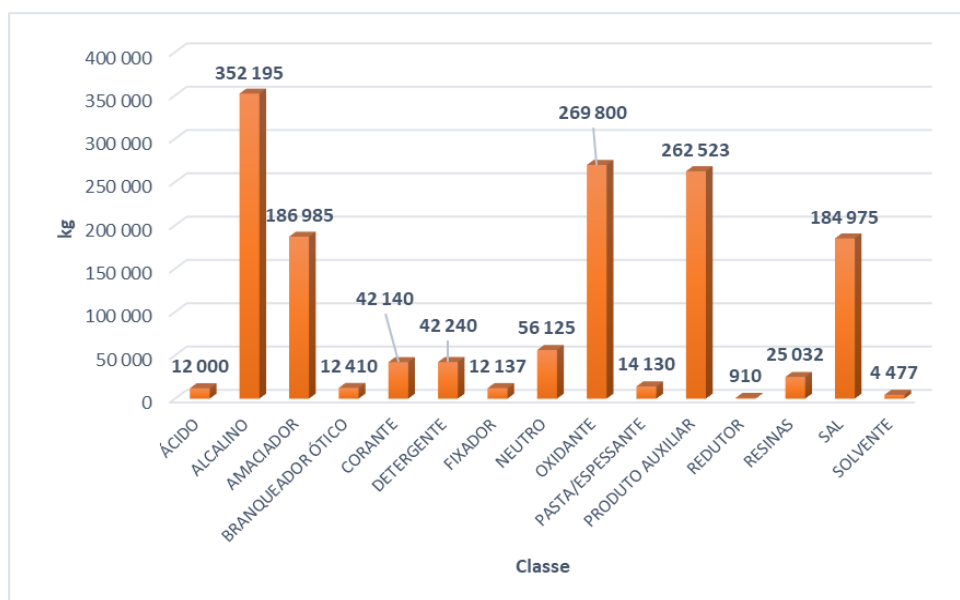


Figura 32 – Consumo de produtos químicos e auxiliares, por categoria, no ano de referência

A análise da **Figura 32** permitiu compreender que os produtos alcalinos, os oxidantes e os produtos auxiliares foram destacadamente os produtos químicos mais consumidos pela empresa em 2019, revelando a sua forte presença e importância no processo produtivo.

De acordo com o tipo e a quantidade consumida no ano de referência, decidiu-se estudar individualmente os produtos químicos considerados mais importantes e que apresentaram um consumo mais elevado em 2019, como é o caso da soda cáustica (alcalinos), água oxigenada (oxidantes), produtos auxiliares e corantes, de forma a perceber a sua relação com a produção.

A **Figura 33** representa a evolução do consumo específico de corantes, produtos auxiliares, soda cáustica e água oxigenada em função da quantidade produzida, ao longo do ano de referência

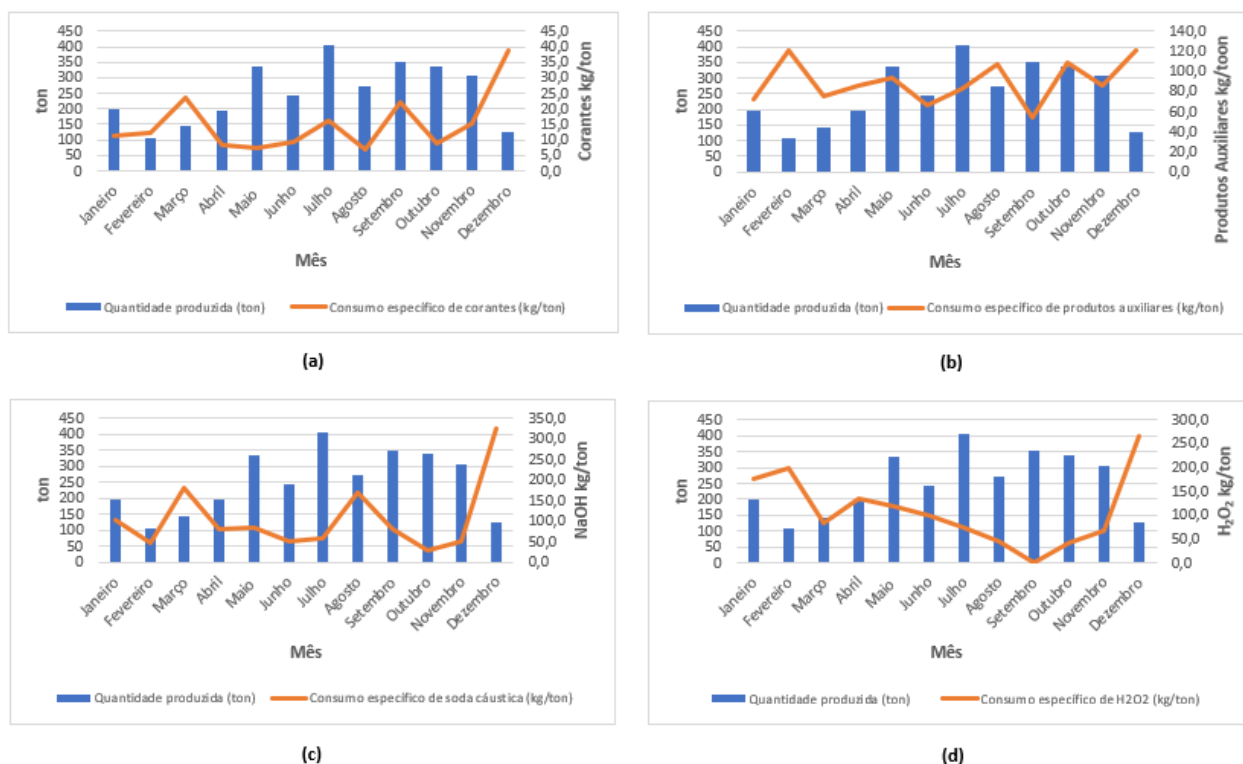


Figura 33 - Evolução, ao longo do ano de referência, do consumo específico de: (a) corantes, (b) produtos auxiliares, (c) soda cáustica e (d) água oxigenada

A maioria dos corantes utilizados no processo de tingimento da empresa são do tipo reativo. A empresa utiliza 10 gamas diferentes deste tipo de corantes e embora representem uma pequena fatia da totalidade de produtos químicos consumidos, os corantes merecem uma especial atenção visto apresentarem na sua composição

substâncias com impactos na qualidade do efluente rejeitado. A empresa registou, em 2019, um consumo médio de 15,1 kg de corantes por tonelada de artigo produzido. Por análise da **Figura 33.a)** observa-se que o consumo específico de corantes variou bastante ao longo do ano de referência, não revelando uma relação direta com a evolução da quantidade produzida ao longo do ano.

Relativamente aos produtos auxiliares, no ano de referência foi registado um consumo médio de 89,4 kg de produtos auxiliares por cada tonelada de artigo produzido. A evolução do consumo específico destes produtos ao longo de 2019 encontra-se na **Figura 33.b)**. Observa-se que, assim como os corantes, o consumo específico de produtos auxiliares apresenta grandes variações ao longo do ano e comparativamente com a evolução da quantidade produzida, não revelando uma relação direta com a evolução da quantidade produzida ao longo do ano.

A evolução do consumo específico de soda cáustica ao longo de 2019 encontra-se na **Figura 33.c)**. Em 2019, a empresa registou um consumo médio de 105,3 kg de soda cáustica por tonelada de artigo produzido. Assim como os corantes e os produtos auxiliares, o consumo específico de soda cáustica apresenta grandes variações ao longo do ano. A soda cáustica é fundamental para o processo de mercerização de tecidos, tornando os tecidos de algodão mais resistentes, mais brilhantes e com maior afinidade aos corantes utilizados em processos de tinturaria.

Quanto ao consumo específico de água oxigenada, em 2019 a empresa registou um consumo médio de 108,6 kg de H_2O_2 por cada tonelada de artigo produzido. A evolução do consumo específico de água oxigenada ao longo de 2019 encontra-se na **Figura 33.d)**. Verifica-se que, à semelhança dos produtos químicos abordados anteriormente, a evolução do consumo específico de H_2O_2 não evidencia uma relação direta com a evolução da quantidade produzida em 2019. A água oxigenada é bastante utilizada no processo de branqueação do substrato têxtil.

Nota: por falta de informação pormenorizada sobre os consumos de produtos químicos por processo, a análise destes consumos foi realizada com base no stock e nas encomendas destes produtos químicos em 2019. Por este motivo, relativamente à **Figura 33.d)**, o mês de setembro deve ser desprezado, uma vez que a quantidade consumida de água oxigenada não foi zero, como indicado na figura.

II. 2015 – 2019

As figuras seguintes representam a quantidade consumida, em kg e por categoria, de produtos químicos e auxiliares envolvidos no processo produtivo da empresa, de 2015 a 2019.

Toda a informação relativa aos resultados apresentados a seguir encontra-se no **Apêndice D**.

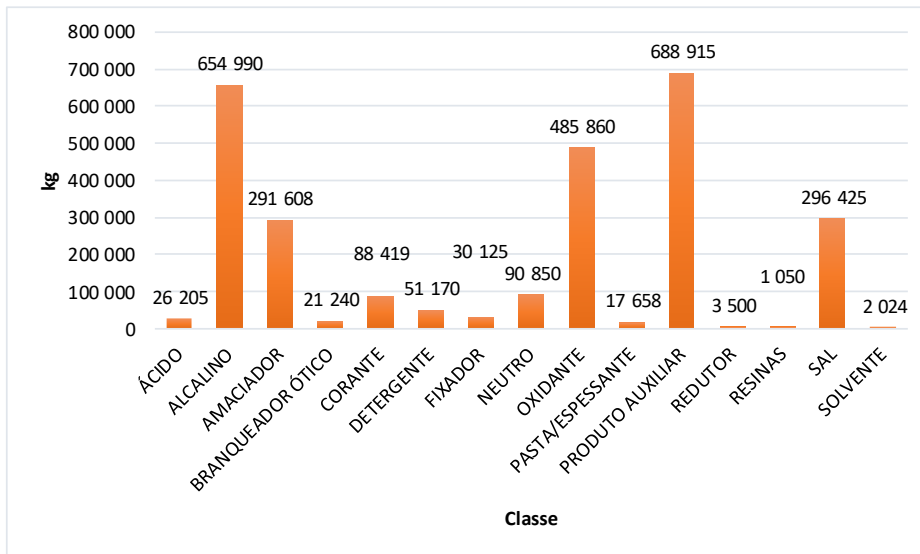


Figura 34 - Consumo de produtos químicos e auxiliares, por categoria, em 2018

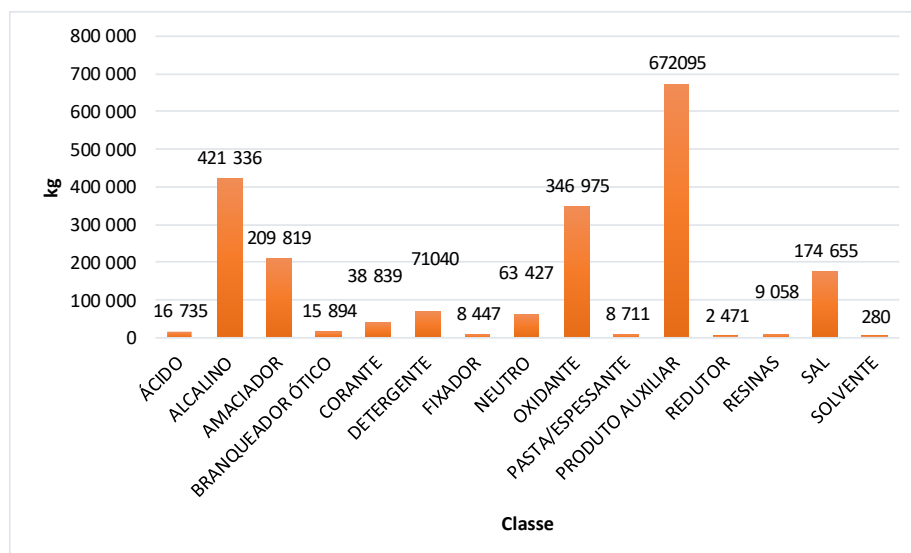


Figura 35 - Consumo de produtos químicos e auxiliares, por categoria, em 2017

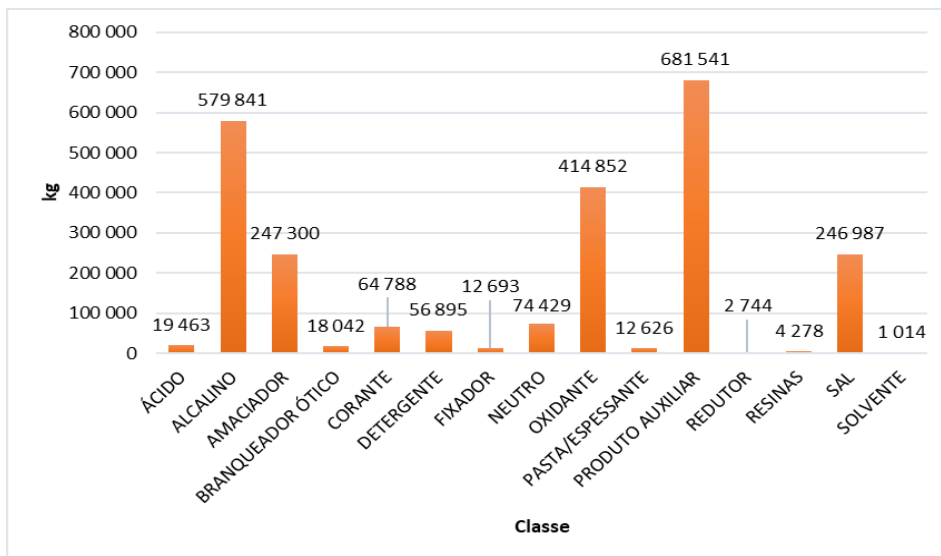


Figura 36 - Consumo de produtos químicos e auxiliares, por categoria, em 2016

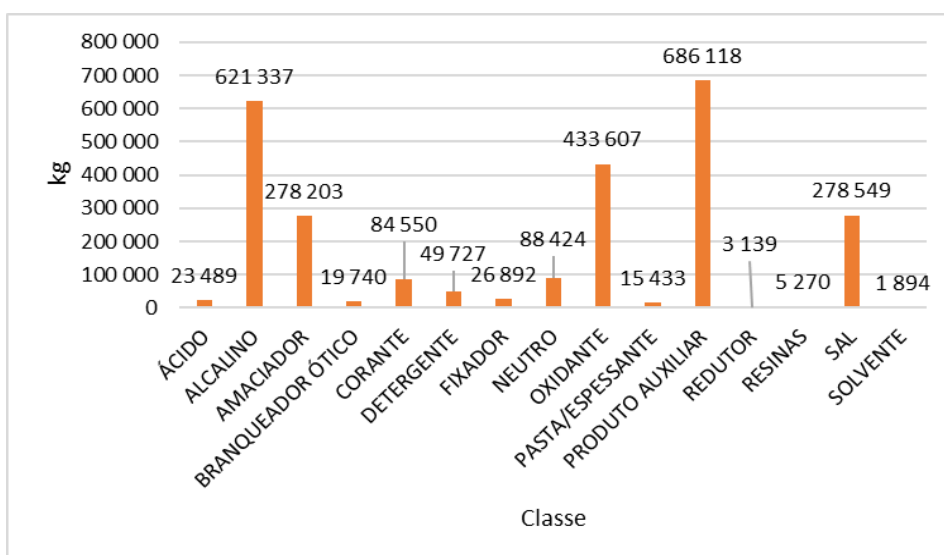


Figura 37 - Consumo de produtos químicos e auxiliares, por categoria, em 2015

Por observação das **Figuras 34, 35, 36 e 37**, verifica-se que, assim como no ano de referência, nos últimos anos as categorias de produtos químicos consumidos em maiores quantidades foram os alcalinos, oxidantes e os produtos auxiliares.

A **Figura 38** foi elaborada com base nos resultados apresentados na **Tabela D.7** do **Apêndice D**.

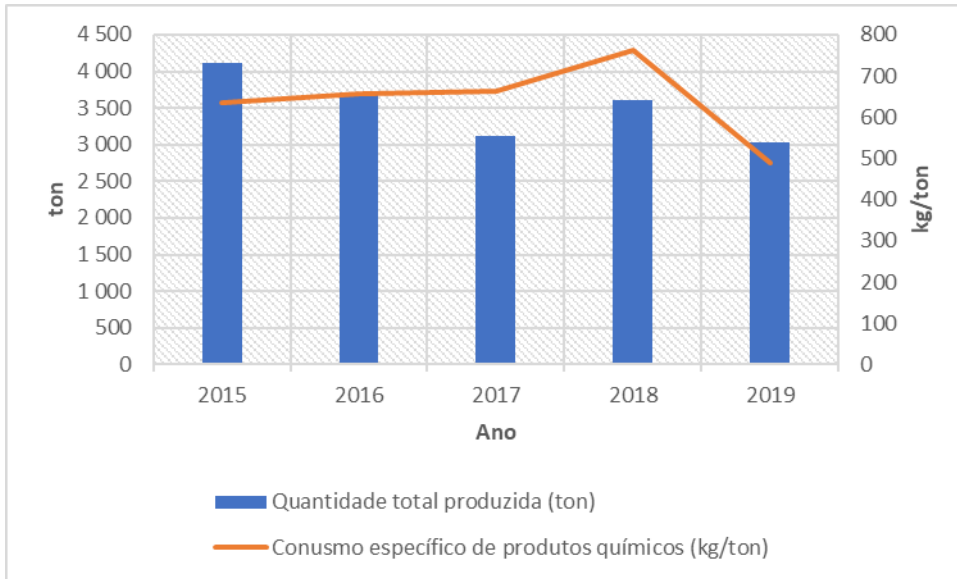


Figura 38 - Evolução do consumo médio específico de produtos químicos relativamente à produção, de 2015 a 2019

A **Figura 39** foi elaborada com base nos resultados apresentados na **Tabela D.8** do **Apêndice D**.

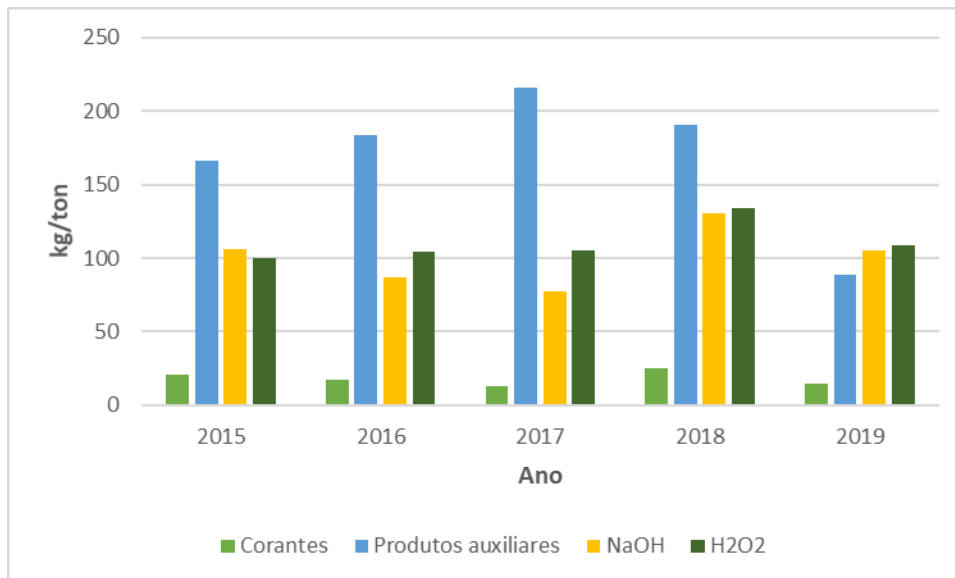


Figura 39 - Evolução do consumo médio específico de corantes, produtos auxiliares, soda cáustica e água oxigenada, de 2015 a 2019

Analisando a **Figura 38** observa-se que o consumo específico de produtos químicos ao longo dos últimos anos tem vindo a oscilar. Seria de esperar que quanto maior fosse a quantidade produzida menor fosse o consumo de produtos químicos por tonelada de artigo produzida, como se observou com o consumo específico de água. No entanto, verifica-se que não há uma relação inversa entre estas duas variáveis, uma vez que o consumo de produtos químicos está bastante dependente do tipo de artigo produzido, principalmente do tipo de cor (clara, média ou escura) e das propriedades dos artigos produzidos pretendidas pelos clientes, bastante importante para o consumo de produtos químicos em processos de tingimento e acabamento.

A **Figura 39** apresenta a evolução, ao longo dos últimos 5 anos, do consumo médio específico dos principais produtos químicos abordados neste estudo: corantes, produtos auxiliares, soda cáustica e água oxigenada.

Verifica-se que o consumo médio específico de corantes se tem mantido estável ao longo dos anos, em média 18 kg/ton. De todos os produtos químicos abordados, é o produto químico consumido em menores quantidades, necessário para a produção de uma tonelada de artigo.

Relativamente aos produtos auxiliares, verifica-se que estes são produtos químicos consumidos em maiores quantidades, em média 169 kg de produtos auxiliares são necessários para a produção de uma tonelada de artigo.

Nos últimos 5 anos, o consumo médio específico de soda cáustica tem vindo a aumentar. Em média, para a produção de uma tonelada de artigo, a empresa consome 101 kg de NaOH.

Já o consumo médio específico de água oxigenada manteve-se relativamente estável ao longo dos últimos anos, sendo que a empresa consome em média 111 kg H₂O₂ para a produção de uma tonelada de artigo.

5.5 EMISSÕES GASOSAS

Neste capítulo encontram-se os resultados obtidos em matéria de produção e de emissões gasosas. Para mais informação relativa a esta análise consultar **Apêndice E**.

I. Ano de referência

A **Figura 40** foi elaborada tendo em conta os resultados obtidos nas monitorizações das emissões gasosas realizadas em 2019, que seguem o Plano Plurianual de Monitorização das Fontes Atmosféricas da empresa, onde estão estabelecidos os regimes anuais das fontes a ser monitorizadas.

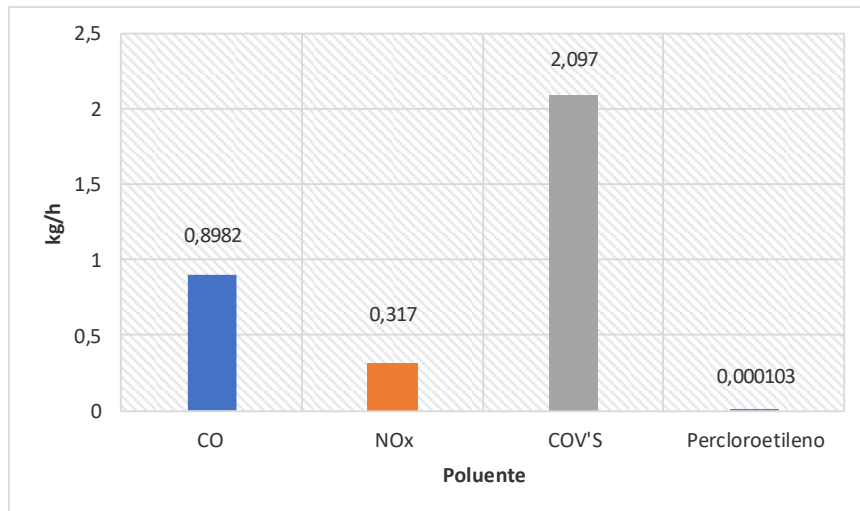


Figura 40 – Caudais mássicos de CO, NOx, COV e Percloroetileno, em kg/h, no ano de referência

Os resultados das monitorizações das fontes fixas em 2019, em termos de concentração e caudal mássico de poluentes, encontram-se na **Tabela E.2** e na **Tabela E.3**, respetivamente, do **Apêndice E**.

Através da **Figura 40** é possível observar que, no ano de referência, o caudal mássico total de CO foi 0,8982 kg/h, de NOx foi 0,317 kg/h, de COV foi 2,097 kg/h e de Percloroetileno foi 0,000103 kg/h.

Conclui-se que os compostos orgânicos voláteis foram o poluente com maior caudal mássico em 2019.

II. 2015 – 2019

A figura seguinte mostra a evolução dos caudais mássicos dos poluentes analisados, em kg/h, ao longo dos últimos 5 anos.

Os resultados obtidos para esta análise encontram-se no **Apêndice E**.

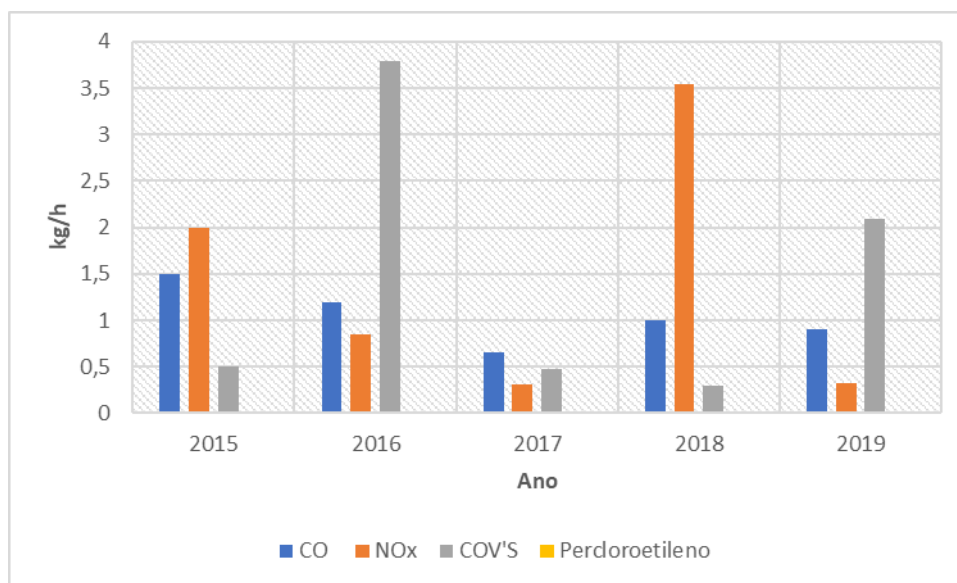


Figura 41 - Evolução dos caudais mássicos de CO, NOx, COV's e Percloroetileno, em kg/h, nos últimos 5 anos

Por análise da **Figura 41**, verifica-se que, de um modo geral, o caudal mássico de CO nos últimos anos tem vindo a diminuir, tendo atingido o valor mais baixo em 2017. Entre 2015 e 2019 o caudal mássico deste poluente esteve sempre compreendido entre 1,5 – 0,5 kg/h. O valor médio dos últimos 5 anos para o caudal mássico de CO foi 1,1 kg/h, valor esse ultrapassado em 2015 e 2016, embora por pouco.

Nos últimos anos, o caudal mássico de NOx também tem vindo a diminuir, à exceção de 2018, onde foi registado o valor mais elevado desde 2015, ligeiramente superior a 3,5 kg/h, valor esse superior à média dos últimos anos (1,4 kg/h).

Relativamente aos COV, o caudal mássico deste poluente tem sofrido algumas variações ao longo dos últimos anos. Em 2016, o caudal mássico deste poluente registou o seu valor mais elevado, superior a 3,5 kg/h e à média dos últimos anos (1,4 kg/h). Por outro lado, em 2018 foi registado o valor mais baixo de caudal mássico dos compostos orgânicos voláteis, abaixo de 0,5 kg/h e da média dos últimos anos.

Como é possível observar através da **Figura 41**, os caudais mássicos de Percloroetileno nos últimos anos tem sido bastante inferior aos caudais mássicos dos restantes poluentes, sendo, portanto, o poluente emitido em menores quantidades.

Em seguida será apresentada a análise, por tipo de equipamento, das concentrações de CO, NOx e COV's emitidas pelas caldeiras, râmolas, secadeiras e gaseadeiras da António de Almeida & Filhos SA.

a. Caldeiras

A empresa possui 3 caldeiras a gás natural: caldeira Termec 433 (FF3), caldeira Termec 1150 (FF4) e caldeira Steamblock (FF31).

Os poluentes monitorizados para estas fontes foram: o CO, NOx e os COV's.

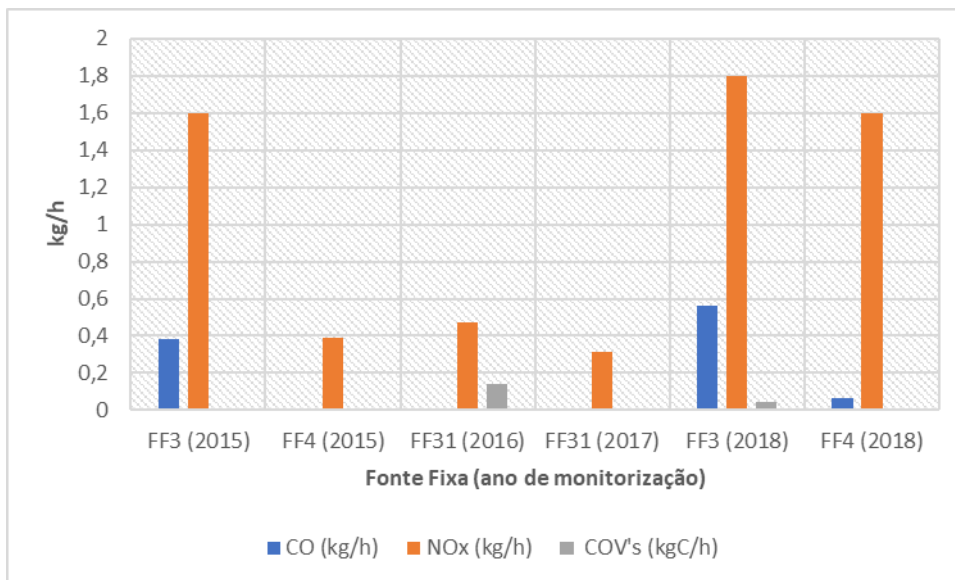


Figura 42 - Caracterização das caldeiras em termos de caudal mássico de: a) CO, b) NOx e c) COV's, em kg/h, nos últimos anos

É importante referir que algumas fontes fixas das caldeiras não apresentam nenhum valor para o caudal mássico de CO, NOx ou COV, apesar da monitorização ser feita para os três poluentes, uma vez que o valor obtido nas medições foi inferior à incerteza de medição.

A caldeira Termec 433 (FF3) foi monitorizada em 2015 e em 2018. Através da **Figura 42** é possível verificar que os caudais mássicos de CO, NOx e de COV aumentaram ligeiramente. No entanto, as concentrações destes poluentes mantiveram-se sempre abaixo do VLE fixado.

Relativamente à caldeira Termec 1150 (FF4), esta foi monitorizada em 2015 e em 2018. Observa-se que, assim como se verificou com a FF3, os caudais mássicos de CO e de NOx aumentaram, em especial o caudal mássico de NOx, que registou uma subida considerável. Ainda assim, os valores das concentrações destes parâmetros mantiveram-se sempre abaixo dos VLE fixados.

A caldeira Steamblock (FF31) foi monitorizada em 2016 e em 2017. A **Figura 42** permite observar que o caudal mássico de NOx e de COV diminuíram de um ano para o outro. Já as concentrações destes poluentes nunca excederam os VLE fixado.

Esta análise permitiu concluir que o principal poluente emitido por estes equipamentos é o NOx. Conclui-se também que todas as caldeiras da empresa cumprem os VLE fixados em termos de concentrações e, conseqüentemente, em termos de caudais mássicos de CO, NOx e COV.

b. Râmolas

A empresa possui 4 râmolas (3 Babcock e 1 Monforts), mas a Monforts apresenta duas fontes fixas, o que significa que no total foram avaliadas 5 fontes fixas.

Os poluentes monitorizados para estas fontes foram: o CO, NOx e os COV's.

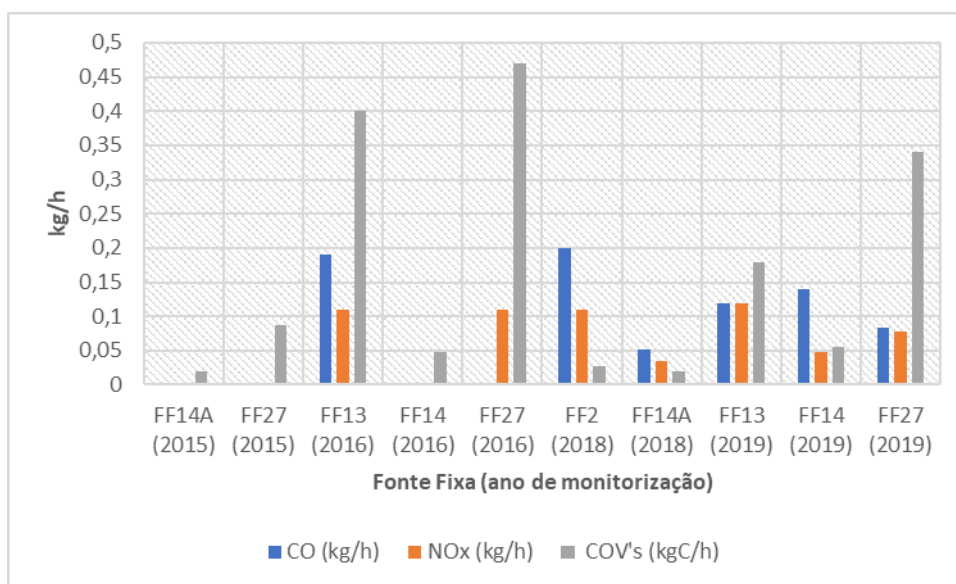


Figura 43 - Caracterização das râmolas em termos de caudal mássico de: a) CO, b) NOx e c) COV's, em kg/h, nos últimos anos

Pelo mesmo motivo que nas medições realizadas as caldeiras da empresa, algumas fontes fixas das râmolas não apresentam nenhum valor para o caudal mássico de CO, NOx ou COV.

Nos últimos 5 anos, a râmola Babcock 1 (FF2), apenas foi monitorizada em 2018. Apesar das concentrações de CO, NOx e COV nunca terem excedido os respetivos VLE, é importante referir que esta fonte apresentou o maior caudal mássico de CO de todas as râmolas monitorizadas nos últimos anos.

A FF14, a fonte 1 da râmola Monforts, foi monitorizada em 2016 e em 2019. Através da **Figura 43** observa-se que os caudais mássicos de CO, NOx e COV aumentaram. No entanto, as concentrações destes parâmetros nunca excederam os VLE fixados para os poluentes monitorizados.

A fonte 2 da râmola Monforts, a FF14A, foi monitorizada em 2015 e em 2018. Observa-se que, à exceção do caudal mássico dos COV, que se manteve igual, os caudais mássicos de CO e de NOx aumentaram de 2015 para 2018. Ainda assim, em termos de concentração, estes poluentes mantiveram-se sempre abaixo dos VLE fixados.

Relativamente à FF13, a râmola Babcock 2, esta foi monitorizada em 2016 e em 2019. A **Figura 43** permite observar que, à exceção do caudal mássico de NOx, que aumentou ligeiramente, os caudais mássicos de CO e de COV diminuíram de uma monitorização para a outra. Em termos de concentrações, estes poluentes nunca excederam os respetivos VLE fixados.

A râmola Babcock 3, a FF27, foi monitorizada em 2015, 2016 e em 2019. Apesar da concentração destes poluentes nunca ter excedido os respetivos VLE fixado, é importante referir que em 2016, a FF27 apresentou o maior caudal mássico em termos COV dos últimos 5 anos.

Esta análise permitiu concluir que o principal poluente emitido pelas râmolas são os COV, apesar de todas as râmolas da empresa cumprirem os VLE fixados em termos de concentrações e, conseqüentemente, em termos de caudais mássicos de CO, NOx e COV.

c. Secadeiras

A empresa possui 6 secadeiras: secadeira de cilindros a vapor (FF12 e FF12A), secadeira de rama grande (FF18), secadeira de cilindros a vapor pad steam (FF19 e FF19A), secadeira de rama pequena (FF24), secadeira de cilindros Kuster (FF30B) e secadeira de cilindros a vapor – WMAG (FF32). Apesar de possuir 6 secadeiras, são contabilizadas no total 8 fontes fixas, uma vez que a secadeira de cilindros a vapor e a secadeira de cilindros a vapor pad steam possuem 2 fontes cada.

Apenas foram estudados os valores para os COV's uma vez que a monitorização destes equipamentos segue o Plano Plurianual de Monitorização das Fontes Atmosféricas da empresa.

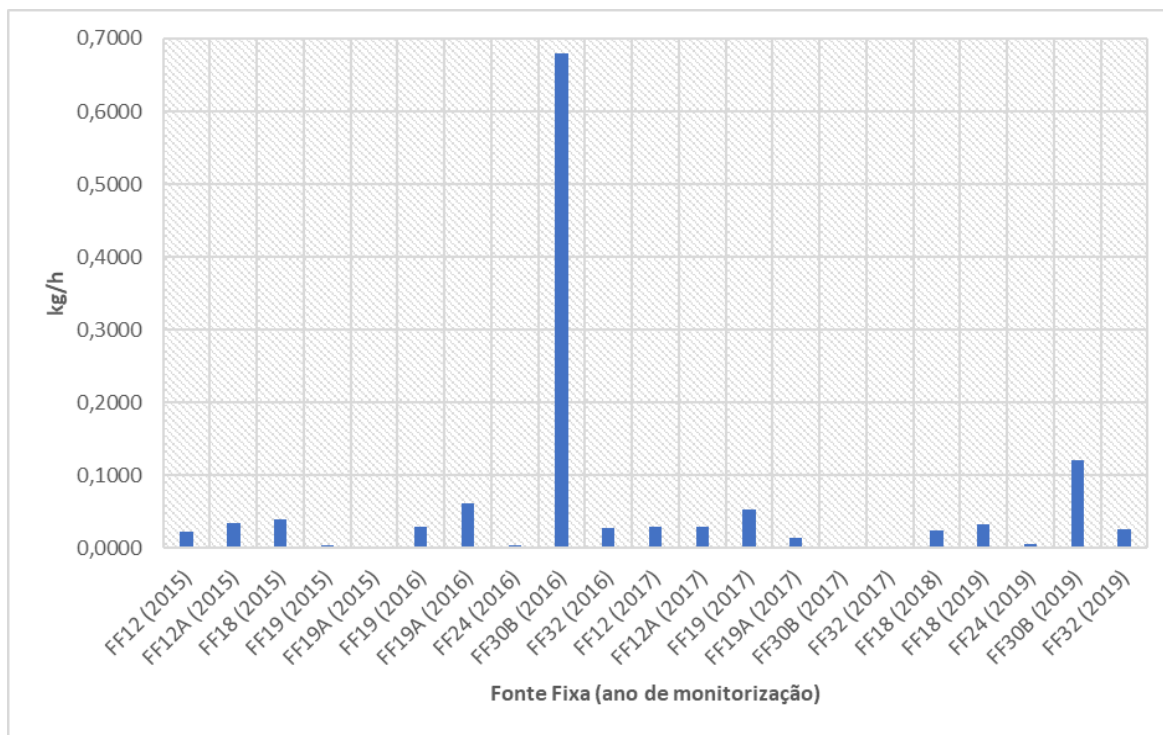


Figura 44 - Caracterização das secadeiras em termos de caudal mássico de COV's, em kg/h, nos últimos anos

É importante referir que as medições realizadas em 2017 das fontes FF30B e FF32 obtiveram valores inferiores à incerteza de medição.

Nos últimos 5 anos, a fonte que registou o maior caudal mássico de COV foi a fonte 3 da secadeira de cilindros Kuster (FF30B), em 2016. Ainda assim, a concentração deste poluente foi bastante abaixo do VLE fixado.

De um modo geral, como é possível observar através da **Figura 44**, os caudais mássicos de COV, à exceção das monitorizações de FF30B em 2016 e em 2019, mantiveram-se sempre abaixo de 0,1 kg/h. Em termos de concentrações, ao longo dos últimos 5 anos, nunca nenhuma fonte fixa excedeu o VLE definido para este poluente.

Esta análise permitiu concluir que a secadeira de cilindros Kuster (FF30B) é a principal fonte responsável pela emissão de compostos orgânicos voláteis na empresa. Conclui-se também que todas as secadeiras da empresa cumprem os VLE fixados em termos de concentrações e, conseqüentemente, em termos de caudais mássicos de COV.

d. Gaseadeiras

A empresa apenas possui uma gaseadeira, a FF6, utilizada na tinturaria de tela/tecido.

A monitorização destes equipamentos segue o Plano de Obrigações Legais e Ações. Apenas se encontram os valores de concentração de CO e dos COV's uma vez que não foi possível à entidade acreditada determinar a concentração de NOx, devido ao valor obtido nas medições ser inferior à incerteza de medição.

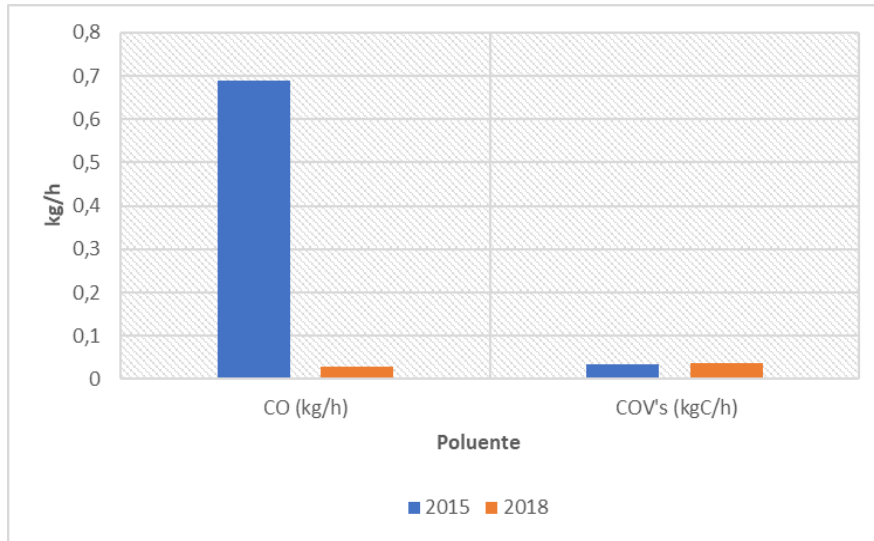


Figura 45 - Caracterização da gaseadeira (FF6) em termos de concentração de CO e COV, em mg/Nm³, em 2015 e 2018

Nos últimos 5 anos, a única gaseadeira da empresa, a FF6, apenas foi monitorizada em 2015 e em 2018. Analisando a **Figura 45** observa-se que o caudal mássico de CO diminuiu substancialmente de uma monitorização para a outra. Por sua vez, o caudal mássico de COV manteve-se praticamente igual nas duas monitorizações.

Em ambas as monitorizações, as concentrações de CO e de COV nunca excederam os respetivos VLE fixados.

Conclui-se que a gaseadeira da empresa cumpriu sempre os VLE fixados para os poluentes monitorizados, e conseqüentemente, os caudais mássicos de CO e de COV.

5.6 PRODUÇÃO DE RESÍDUOS

Neste capítulo apenas se encontram os resultados obtidos em matéria de produção e de resíduos. Para mais informação relativa a esta análise consultar **Apêndice G**.

I. Ano de referência

A percentagem de resíduos totais, por tipo, produzidos pela AAF em 2019 encontra-se na **Figura 46**.

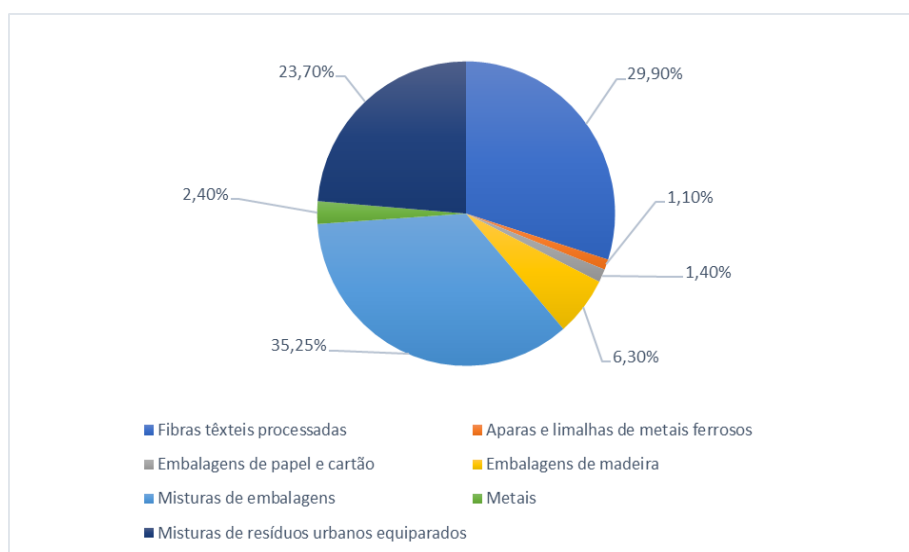


Figura 46 - Resíduos produzidos pela empresa no ano de referência

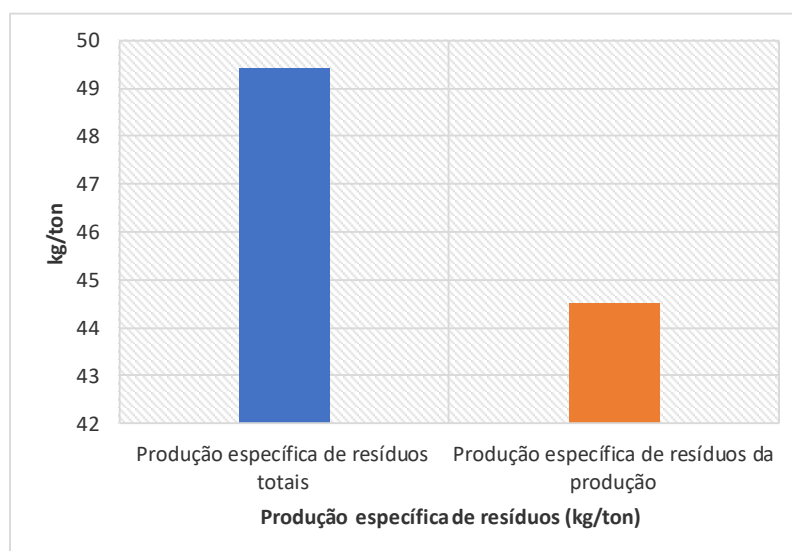


Figura 47 - Comparação entre a produção específica de resíduos totais gerados na empresa com a produção específica de resíduos gerados na produção, em kg/ton, no ano de referência

Como foi apresentado no subcapítulo 4.9 do capítulo 4, apesar de serem mencionados na **Figura 46**, os resíduos que não têm origem no processo produtivo, como é o caso dos resíduos resultantes de processos de manutenção, apenas são contabilizados neste estudo como termo de comparação com os resíduos gerados no processo produtivo.

Através da **Figura 46** verifica-se que, em 2019, da quantidade total de resíduos gerados na empresa, as misturas de embalagens foram os resíduos gerados em maior quantidade (35,25%), seguindo-se das fibras têxteis processadas (29,90%) e das misturas de resíduos urbanos equiparados (23,70%).

Em 2019 a empresa produziu no total cerca de 149,2 toneladas de resíduos, como é possível observar na **Tabela G.1** do **Apêndice G**. Da totalidade dos resíduos gerados na empresa, mais de 90% tiveram origem no processo produtivo, sendo que os restantes resíduos produzidos foram gerados em atividades de manutenção e transporte.

Analisando a **Figura 47** verifica-se que, para a produção de uma tonelada de produto a empresa gerou, na totalidade, 49,4 kg de resíduos. Relativamente aos resíduos gerados no processo produtivo, para a produção de uma tonelada de artigo resultaram em média 45 kg de resíduos tais como: fibras têxteis processadas, embalagens de papel e cartão, misturas de embalagens e misturas de resíduos urbanos equiparados.

Em 2019, a taxa de resíduos totais enviados para valorização foi 100%, o que indica que todos os tipos de resíduos gerados na empresa no ano de referência tiveram como destino uma das 13 operações de valorização de resíduos de acordo com a Portaria nº 209/2004 de 3 de março. Da totalidade de resíduos totais gerados no ano de referência, 6,3% foram enviadas para a operação de valorização R3 (Reciclagem/recuperação de compostos orgânicos que não são utilizados como solventes), 37,9% foram encaminhadas para a R12 (Troca de resíduos com vista a submetê-los a uma das operações enumeradas de R1 a R11) e 55,8% tiveram como destino a operação R13 (Acumulação de resíduos destinados a uma das operações enumeradas de R1 a R12).

II. 2015 – 2019

A **Figura 48** apresenta a evolução da quantidade total de resíduos produzidos na empresa, no intervalo temporal de 2015 a 2019.

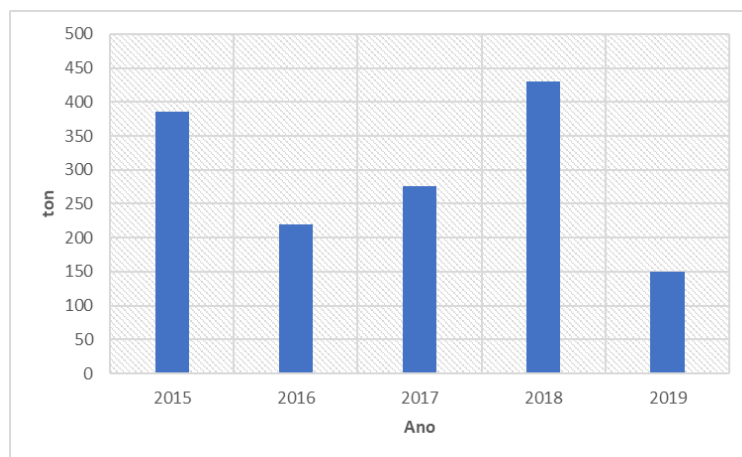


Figura 48 - Evolução da quantidade de resíduos totais produzidos, em toneladas, de 2015 a 2019

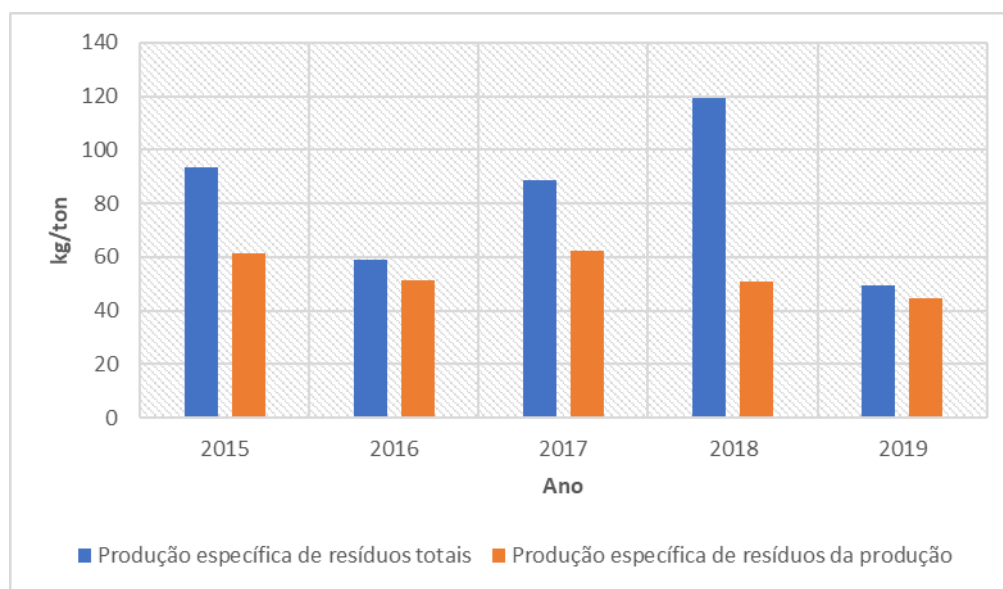


Figura 49 - Comparação entre a produção específica de resíduos totais gerados na empresa com a produção específica de resíduos gerados na produção, em kg/ton, de 2015 a 2019

Nos últimos 5 anos, a quantidade total de resíduos gerados na empresa tem sofrido algumas variações, como se pode verificar através da **Figura 48**. 2018 foi o ano que registou a maior quantidade de resíduos gerados neste intervalo temporal, 430,8 toneladas, seguindo-se 2015, que por pouco não atingiu a marca das 400 toneladas de resíduos. Por sua vez, no ano de referência a empresa gerou a menor quantidade total de resíduos dos últimos anos, 149,2 toneladas.

A **Figura 49** compara a produção específica de resíduos totais da empresa com a produção específica de resíduos com origem na produção. É notório que, ao contrário do que se verifica com a produção específica de resíduos totais, que foram oscilando ao longo dos últimos 5 anos, as quantidades específicas de resíduos com origem na produção têm-se mantido sensivelmente entre a gama de valores 40 – 65 kg/ton.

Nos últimos anos, para a produção de uma tonelada de artigo, a empresa gera em média 82 kg de resíduos totais e 54 kg de resíduos originários do seu processo produtivo.

Na tabela seguinte encontram-se as percentagens de resíduos enviados quer para operações de valorização, quer para operações de eliminação, de acordo com a Portaria nº 209/2004, no intervalo temporal de 2015 a 2019.

Tabela 16 - Taxa de resíduos totais enviados para valorização ou eliminação, nos últimos 5 anos

Ano	% enviada para valorização	% enviada para eliminação
2015	100	0
2016	100	0
2017	99,9	0,1
2018	99,9	0,1
2019	100	0

Nos últimos 5 anos, a percentagem de resíduos totais gerados enviados para operações de valorização foi, em média, 99,96% e os restantes 0,04% (lamas de outros tratamentos de águas residuais industriais, contendo substâncias perigosas) foram enviados para operação de eliminação D15 (Armazenagem enquanto se aguarda a execução de uma das operações enumeradas de D1 a D14) da Portaria nº 209/2004 de 3 de março. Este é um ótimo indicador uma vez que a esmagadora maioria dos resíduos gerados na empresa são encaminhados para operações de valorização de resíduos.

As operações R13, R12, R4 (Reciclagem/recuperação de metais e de ligas) e R3, são as operações para onde a empresa encaminha os resíduos gerados nas suas instalações,

sendo a R13 e a R12 as operações para onde são encaminhadas a maior parte dos resíduos gerados.

5.7 CONSUMO ENERGÉTICO

Neste capítulo apenas se encontram os resultados obtidos em matéria de produção e de consumo de energia. Para mais informação relativa a esta análise consultar **Apêndice F**.

I. Ano de referência

Na tabela seguinte encontram-se os consumo totais de gás natural e de energia elétrica em 2019, sendo estas as duas fontes de energia utilizadas no processo produtivo da empresa.

Tabela 17 - Consumo total de gás natural e de energia elétrica, no ano de referência

Fonte de Energia	Consumo Total	Unidades
Gás Natural	3 146 482	Nm ³
Energia Elétrica	5 119 898	kWh

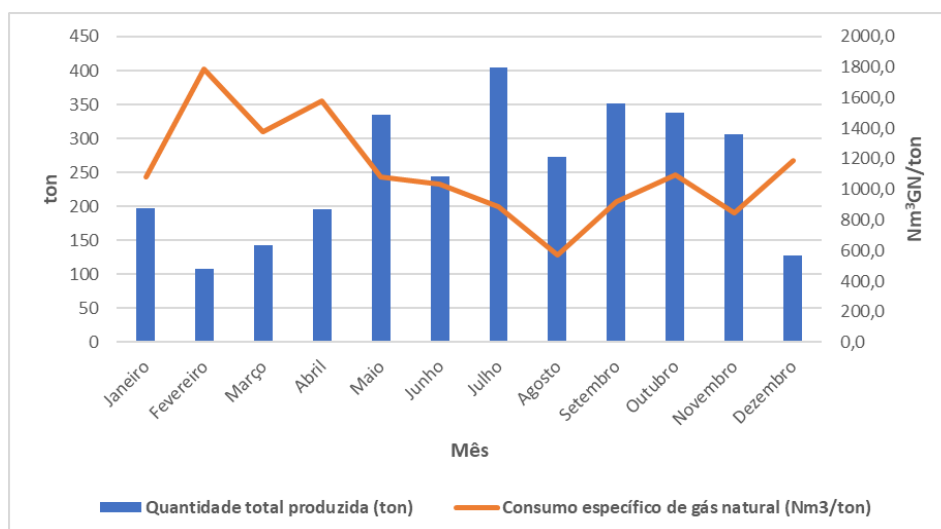


Figura 50 - Evolução do consumo específico de gás natural, em Nm³/ton de artigo produzido, ao longo de 2019

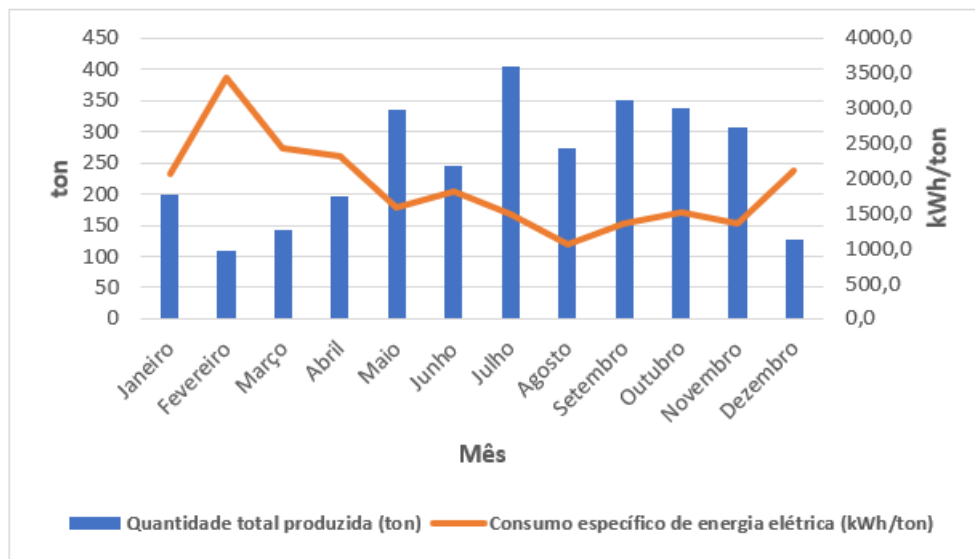


Figura 51 - Evolução do consumo específico de energia elétrica, em kWh/ton de artigo produzido, ao longo de 2019

Em 2019, a empresa registou um consumo médio específico de 1 120,5 Nm³ de gás natural e um consumo médio específico de 1 879,1 kWh de energia elétrica por cada tonelada de artigo produzido. No total, a empresa consumiu 3 146 482 Nm³ de gás natural e 5 119 898 kWh de energia elétrica, como indica a **Tabela 15**.

Por análise das **Figuras 50 e 51**, observa-se que, em 2019, assim como o consumo específico de água, o consumo específico de gás natural e de energia elétrica diminuiu com o aumento da quantidade produzida. O segundo semestre do ano registou um aumento da quantidade produzida e, por outro lado, uma diminuição do consumo específico de energia elétrica e de gás natural.

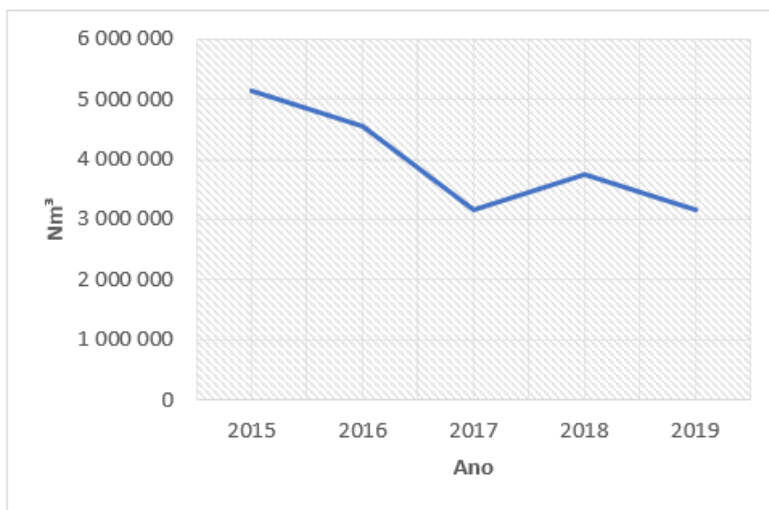
Verifica-se ainda que em fevereiro, o mês menos produtivo de 2019, foi simultaneamente o mês onde se registaram os valores de consumo específico de energia elétrica e de gás natural mais elevados, tal como se verificou com o consumo específico de água.

No ano de referência, as curvas dos consumos específicos de água, energia elétrica e gás natural apresentam um comportamento bastante semelhante quando comparados com a curva da evolução da quantidade produzida ao longo do ano. É então possível afirmar que o consumo específico de água tem uma relação de proporcionalidade direta com o consumo específico das duas fontes de energia utilizadas na empresa, uma vez que estas fontes energéticas estão diretamente relacionadas com a utilização de água em caldeiras, processos de tingimento, branqueação, acabamentos a húmido, entre outros processos da empresa.

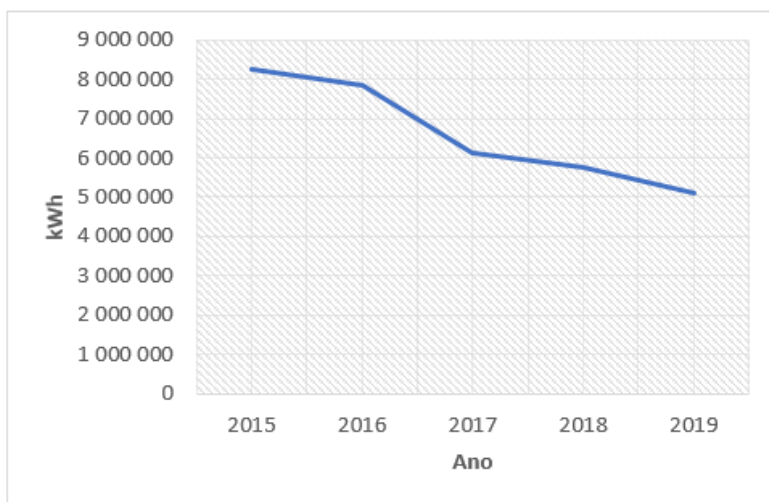
II. 2015 – 2019

Os dados recolhidos relativamente ao consumo total de gás natural e de energia elétrica nos últimos 5 anos encontram-se no **Apêndice F**.

A figura seguinte mostra a evolução do consumo total destas duas fontes energéticas desde 2015 até 2019, o ano de referência do estudo.



(a)



(b)

Figura 52 - Evolução, ao longo dos últimos 5 anos, do consumo total de: (a) gás natural e (b) energia elétrica

Por análise da **Figura 52** é possível observar que, ao longo dos últimos 5 anos, o consumo total de gás natural sofreu algumas oscilações, ao contrário do consumo total de energia elétrica, que foi consistentemente diminuindo desde 2015.

Entre 2015 e 2017, o consumo total de gás natural foi diminuindo, sendo que esta tendência foi contrariada de 2017 para 2018, onde foi registado um aumento, de 3 162 543 para 3 758 380 Nm³/ano, voltando a diminuir de 2018 para 2019, onde inclusive atingiu o valor mais baixo dos últimos 5 anos, 3 146 482 kWh. Por sua vez, o consumo total de energia elétrica registou uma descida consistente desde 2015, onde o consumo total desta fonte energética foi 8 265 220 kWh/ano, tendo atingido o valor mais baixo em 2019, 5 119 898 kWh/ano.

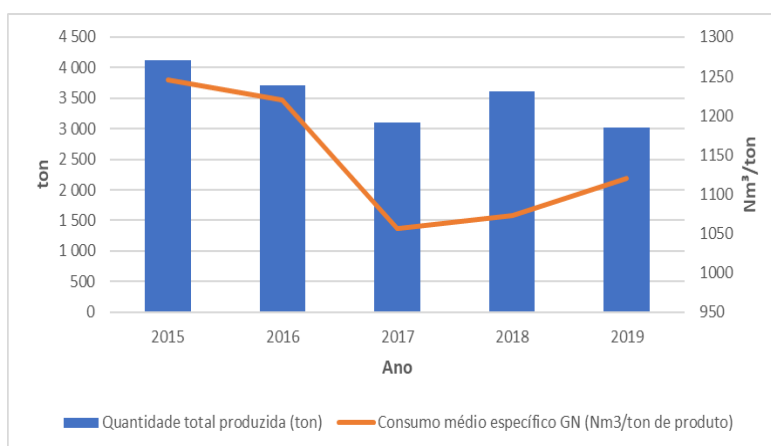


Figura 53 - Evolução do consumo médio específico de gás natural, em Nm³/ton de artigo produzido, ao longo dos últimos 5 anos

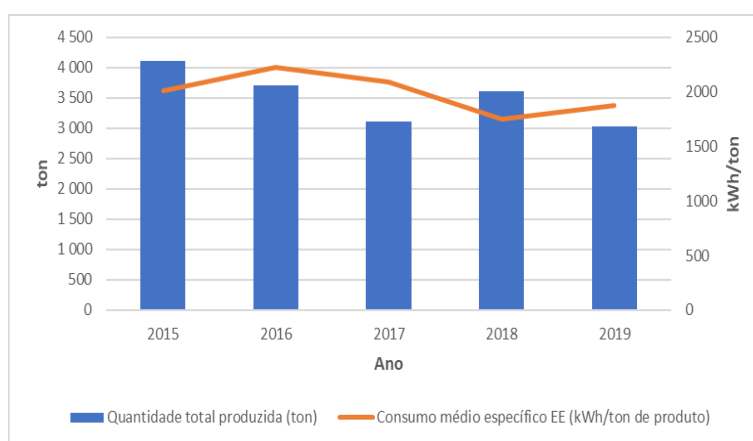


Figura 54 - Evolução do consumo médio específico de energia elétrica, em kWh/ton de artigo produzido, ao longo dos últimos 5 anos

A **Figura 53** representa a evolução do consumo médio de gás natural, em Nm³, por cada tonelada de artigo produzido, no intervalo temporal de 2015 a 2019. Assim como a quantidade produzida, o consumo médio específico de gás natural foi também variando ao longo dos últimos 5 anos.

Observa-se que o consumo médio específico de gás natural ao longo dos últimos anos tem acompanhado a evolução da quantidade total produzida, revelando uma relação de proporcionalidade direta entre estas duas variáveis. Destaca-se, no entanto, uma descida considerável do consumo específico de gás natural relativamente à descida da quantidade produzida de 2016 para 2017.

Conclui-se que, de um modo geral, o consumo específico desta fonte de energia tem vindo a diminuir nos últimos anos.

A **Figura 54** representa a evolução do consumo médio de energia elétrica, em kWh, por cada tonelada de artigo produzido, no intervalo temporal de 2015 a 2019. Assim como a quantidade produzida e o consumo médio específico de gás natural, o consumo médio específico de energia elétrica também foi variando ao longo dos últimos 5 anos.

É possível observar que a relação entre a quantidade total produzida e o consumo específico de energia elétrica é de proporcionalidade inversa, ao contrário do que se verificou para o gás natural. Nos últimos anos, a empresa, para a produção de uma tonelada de artigo, tem consumido energia elétrica na gama de valores 1 500 – 2 250 kWh.

Tendo como base o ano de referência, fez-se uma análise mais detalhada da evolução do consumo médio específico das duas fontes energéticas ao longo dos últimos anos, onde os valores deste indicador ambiental para todos os anos do estudo foram comparados com o valor do ano de referência. Verificou-se que o consumo médio específico de gás natural em 2019 reduziu em cerca de 10% relativamente a 2015, reduziu 8% relativamente a 2016, aumentou 6% relativamente a 2017 e 4% relativamente ao 2018.

Relativamente à energia elétrica, verificou-se que o consumo médio específico em 2019 reduziu 6% relativamente a 2015, reduziu 15% relativamente a 2016, reduziu 10% relativamente a 2017 e aumentou 8% relativamente a 2018.

5.8 CÁLCULO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO AMBIENTAL

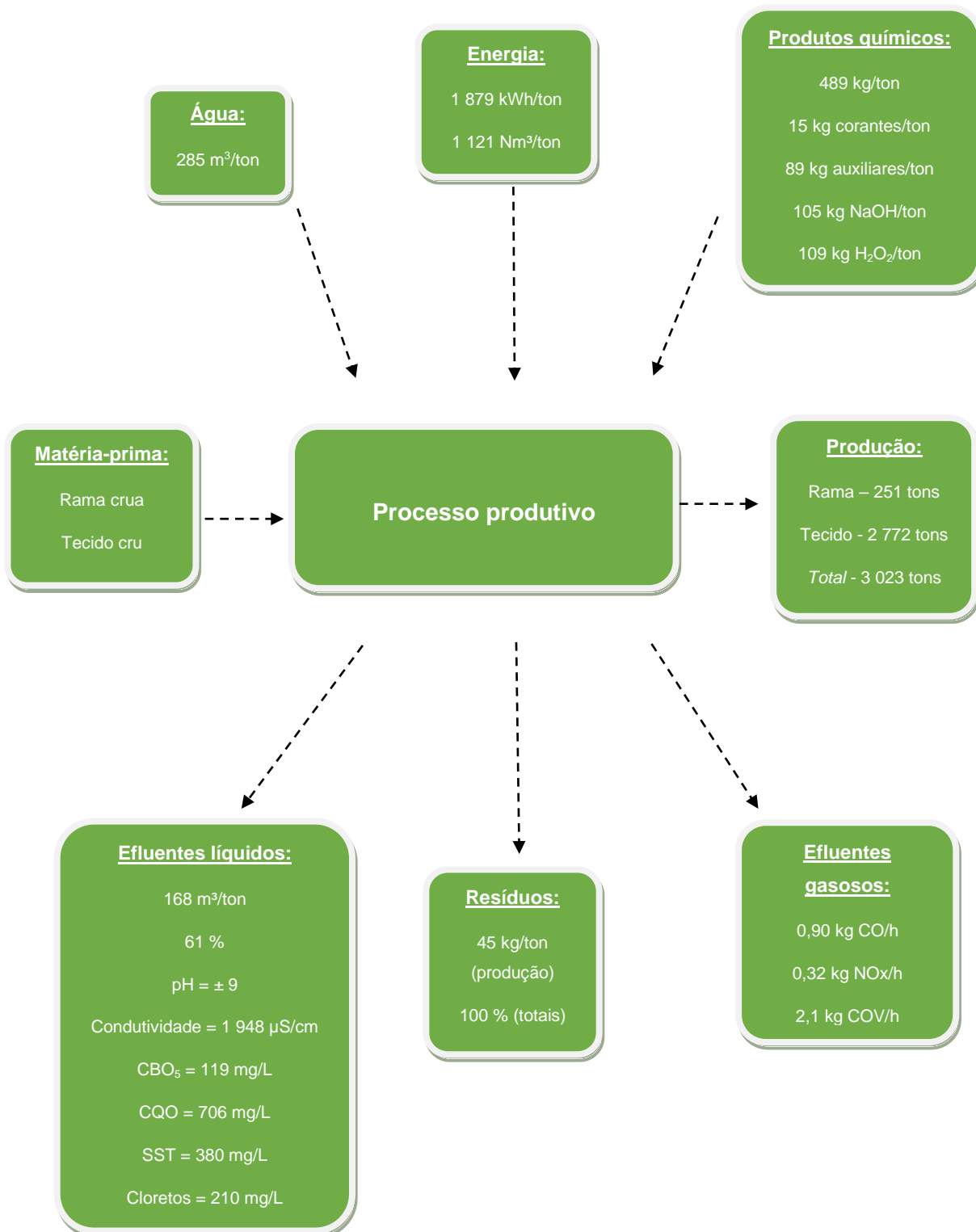
A tabela seguinte apresenta de forma resumida os valores obtidos dos indicadores de desempenho ambiental avaliados, para o ano de referência e para os últimos 5 anos.

Tabela 18 - Resultados obtidos para os indicadores de desempenho ambiental, no ano de referência e nos últimos 5 anos

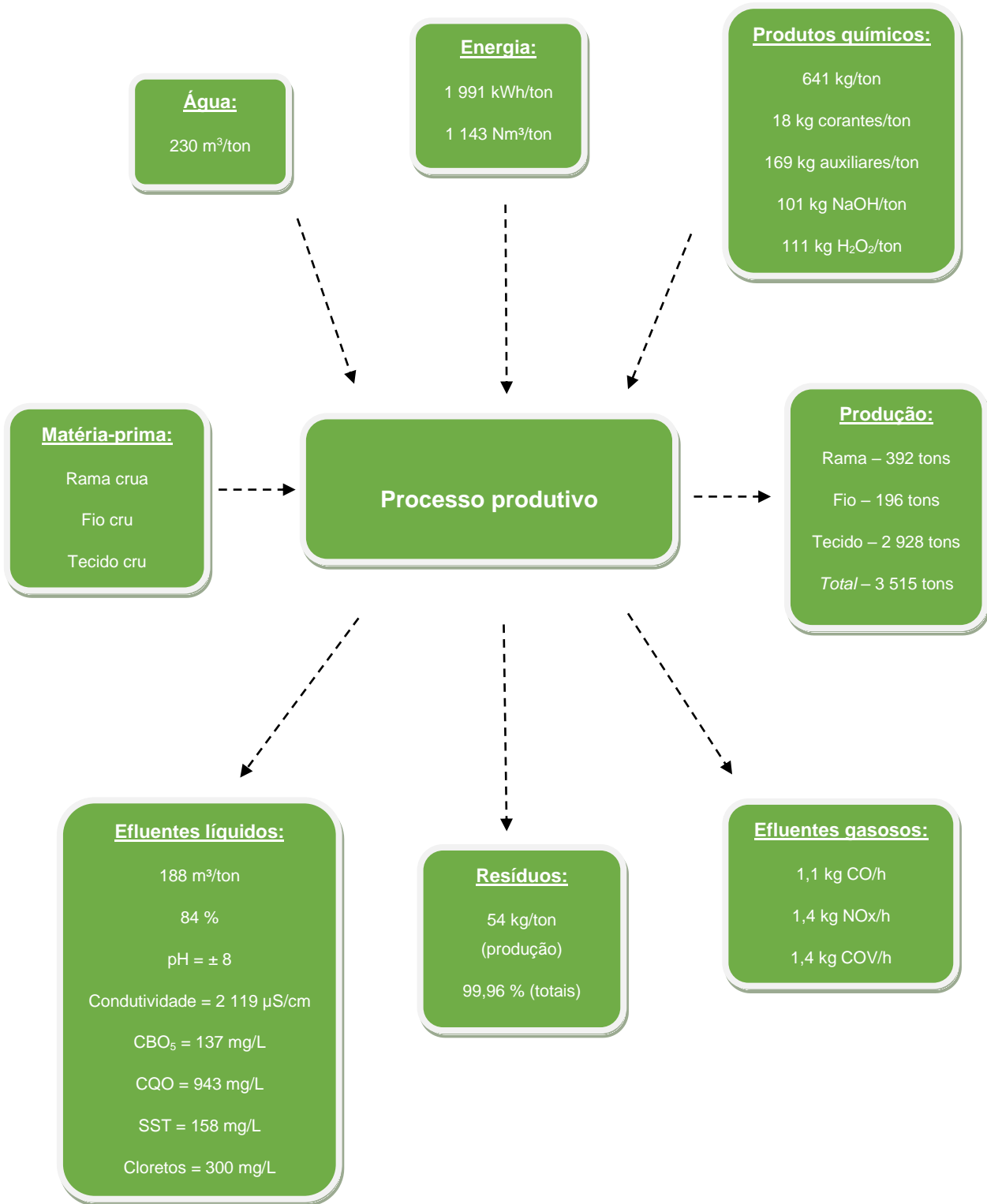
Aspeto ambiental	Indicador Ambiental	valor médio		Unidades
		2019	2015 - 2019	
Água	Consumo específico	285	230	m ³ /ton
Energia	Consumo específico de energia elétrica	1 879	1 991	kWh/ton
	Consumo específico de gás natural	1 121	1 143	Nm ³ /ton
Efluentes gasosos	Caudal mássico CO	0,90	1,1	kg/h
	Caudal mássico NOx	0,32	1,4	kg/h
	Caudal mássico COV	2,1	1,4	kg/h
Resíduos	Produção específica de resíduos (produção)	45	54	kg/ton
	Taxa de resíduos enviados para valorização (totais)	100	99,96	%
Efluentes líquidos	Volume específico de efluente descarregado	168	188	m ³ /ton
	% de efluente descarregado	61	84	%
	Carga poluente CBO ₅	54 850	106 824	kg/ano
	Carga poluente CQO	159 375	561 847	kg/ano
	Carga poluente SST	174 582	88 861	kg/ano
	Carga poluente cloretos	96 591	186 037	kg/ano
Produtos químicos	Consumo específico	489	641	kg/ton
	Consumo específico de corantes	15	18	kg/ton
	Consumo específico de produtos auxiliares	89	169	kg/ton
	Consumo específico de NaOH	105	101	kg/ton
	Consumo específico de H ₂ O ₂	109	111	kg/ton

5.9 BALANÇO GLOBAL DOS CONSUMOS E IMPACTES AMBIENTAIS

I. Ano de referência



II. 2015 – 2019



5.10 RESULTADOS OBTIDOS VS REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os resultados obtidos foram comparados com a revisão bibliográfica efetuada, tendo em especial consideração e ponto de referência um estudo realizado em 2012 pelo CITEVE, de onde foi possível recolher informação sobre as empresas do setor em Portugal com serviços de ultimateção.

Esta comparação é apresentada na tabela seguinte.

Tabela 19 – Comparação dos resultados obtidos com a revisão bibliográfica efetuada e identificação de oportunidades P+L

Aspeto ambiental	Indicador ambiental	Valor médio	Unidades	Resultado ***	Oportunidade P+L
Água	Consumo específico	230	m ³ /ton	≈ 7 vezes >	Sim
Efluentes líquidos	Volume específico	188	m ³ /ton	≈ 4 vezes >	Sim
	Condutividade	2 119	μS/cm	*	-
	pH	8,0	-	*	-
	CBO ₅	160,9	mgO ₂ /L	*	-
	CQO	943,1	mgO ₂ /L	*	-
	SST	157,6	mg/L	*	-
	Cloretos	300	mgCl ⁻ /L	*	-
	Biodegradabilidade	22	%	Baixo	Sim
Produtos químicos	Consumo específico (total)	641	kg/ton	≈ 6 vezes >	Sim
	Consumo específico corantes	18	kg/ton	≈ 3 vezes >	-
	Consumo específico produtos auxiliares	169	kg/ton	≈ 2 vezes >	-
	Consumo específico NaOH	101	kg/ton	-	Sim
	Consumo específico H ₂ O ₂	109	kg/ton	-	-
Emissões gasosas	Caudal mássico NOx – Caldeiras	0,62	kg/h	**	-
	Caudal mássico COV – Râmolos	0,14	kg/h	**	-
	Caudal mássico COV – Secadeiras	0,087	kg/h	**	-
	Caudal mássico CO – Gaseadeiras	0,14	kg/h	**	-
Resíduos	Quantidade anual de resíduos gerados	292	ton/ano	≈ 10 vezes >	-
	Produção específica de resíduos (produção)	54	kg/ton	-	-
	Taxa de resíduos enviados para valorização (totais)	99,96	%	Muito bom	-
Consumo energético	Consumo específico (gás natural)	1 143	Nm ³ /ton	-	Sim
	Consumo específico (energia elétrica)	1 991	kWh/ton	-	Sim

Notas: * = Cumpre valor máximo admissível (VMA);

** = Cumpre valor limite de emissão (VLE);

*** = Resultado comparativamente ao valor mínimo da gama de valores do estudo do CITEVE.

Verificou-se que a António de Almeida & Filhos apresenta valores de consumo específico de água bastante elevados comparativamente ao valor mínimo do estudo realizado pelo CITEVE em 2012. Apesar do consumo de água estar dependente das características do processo produtivo, que varia de empresa para empresa, como por exemplo o método de tingimento e o tipo de fibra utilizada, é notória uma margem de melhoria considerável em termos da quantidade de água necessária para a produção de uma tonelada de artigo.

A análise quantitativa dos efluentes líquidos permitiu identificar que, assim como o consumo específico de água, o volume de descarga específico apresenta valores consideráveis e suscetíveis de melhoria. A caracterização destes efluentes permitiu também concluir que, apesar de todos os parâmetros analisados estarem longe de ultrapassar os respetivos valores máximos admissíveis fixados na licença de descarga da empresa, o seu efluente bruto apresenta uma baixa biodegradabilidade, sendo esta uma característica a ter em consideração e onde a empresa pode melhorar o seu desempenho, uma vez que a baixa biodegradabilidade dificulta o tratamento biológico de efluentes na TRATAVE.

Apesar de haver pouca informação disponível relativamente à gama de valores para os consumos específicos de produtos químicos, comparando os resultados obtidos com os do estudo realizado pelo CITEVE verifica-se que a António de Almeida & Filhos apresenta um elevado consumo destes produtos para a produção de uma tonelada de artigo, sendo este fator visto como uma oportunidade de implementação de técnicas de produção mais limpa. É importante referir que a análise destes consumos foi elaborada com base no stock e encomendas de produtos químicos, pelo que na prática estes resultados devem ser considerados como aproximações à realidade.

Os resultados obtidos em termos de emissões gasosas permitiram verificar que, para além da empresa cumprir os valores limite de emissão estipulados no seu TUA, em termos de concentrações, os caudais mássicos dos poluentes estudados por tipo de equipamento encontram-se dentro da gama de valores do estudo efetuado pelo CITEVE.

As monitorizações das fontes atmosféricas seguem um plano plurianual, que estabelece diferentes regimes anuais consoante o tipo de poluente e performance das fontes fixas.

A quantidade de resíduos gerados nas empresas do setor depende da dimensão da empresa e das etapas envolvidas ao longo do processo produtivo. Os resultados obtidos permitiram verificar que a António de Almeida & Filhos produz anualmente uma quantidade de resíduos considerada reduzida tendo em conta a gama de valores do estudo do CITEVE. Destaca-se que a taxa de resíduos enviados para valorização é bastante elevada comparativamente à média das empresas do setor.

Pela análise do consumo de energia elétrica e gás natural nos últimos anos foi possível verificar que não existe necessariamente uma relação entre a energia consumida e a produção, sendo isto um indicador de que existem oportunidades de melhoria de eficiência energética que podem ser implementadas de modo a otimizar os processos existentes.

6 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo apresentam-se as conclusões mais relevantes a retirar do estudo desenvolvido, bem como algumas limitações do trabalho e um conjunto de sugestões de melhoria do desempenho ambiental da António de Almeida & Filhos, SA.

6.1 CONCLUSÕES SOBRE OS RESULTADOS OBTIDOS

O trabalho desenvolvido durante o estágio curricular permitiu analisar e identificar os principais aspetos e impactos ambientais associados ao processo produtivo da António de Almeida & Filhos SA, onde a mesma deverá melhorar o seu desempenho ambiental, a fim de reduzir o consumo de determinados recursos e minimizar conseqüentemente as suas perdas e desperdícios.

Nos últimos 5 anos, para a produção de uma tonelada de artigo, a empresa consumiu em média 230 m³ de água, valor este que revela um elevado consumo específico deste recurso em matéria de produção, tendo em conta a revisão bibliográfica efetuada. O elevado consumo específico de água, que é utilizada direta e indiretamente ao longo da cadeia produtiva, reflete-se também num consumo total anual de água bastante elevado, com influência direta no consumo energético da empresa, quer de gás natural, quer de energia elétrica. Em 2019, o ano de referência do estudo realizado, verificou-se que no mês menos produtivo, o consumo específico de água foi bastante superior ao consumo específico de água no mês mais produtivo, o que indica que a utilização de água pela empresa deve ser otimizada e que o atual processo produtivo está preparado para a produção de grandes quantidades de tecido e rama acabados, o que nem sempre se verifica ao longo do ano. Esta discrepância entre o consumo de água dos meses mais produtivos e menos produtivos também indica que a empresa mantém o funcionamento das suas máquinas e equipamentos ainda que não haja produção, explicando assim os consumos de água nos meses menos produtivos.

Em termos de efluentes líquidos, nos últimos 5 anos a empresa apresentou um volume médio de descarga de 188 m³ por tonelada de artigo produzida e uma taxa de efluente descarregado de 84%, valor este que indica que a empresa rejeita grande parte do volume de água que consome. Apesar da taxa de efluente descarregado nos últimos anos ser positiva, em 2019 registou-se um decréscimo significativo da percentagem de efluente descarregado para a TRATAVE (61%), que por outro lado coincidiu com um

aumento do volume total de água consumida, indicando assim a ocorrência de possíveis perdas de água durante o processo produtivo no ano de referência. A análise qualitativa das águas residuais resultantes do processo produtivo permitiu concluir que a empresa tem cumprido os VLE's definidos no regulamento de descarga no SIDVA. Os resultados demonstram que, nos últimos 5 anos, o efluente bruto da empresa apresenta as seguintes características: pH alcalino (± 8), com valores médios de 1 948 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de condutividade, 119 mg/L de CBO_5 , 706 mg/L de CQO, 380 mg/L de SST e 210 mg/L de cloretos. A relação CBO_5/CQO revelou ainda que o efluente bruto gerado no processo produtivo da empresa apresenta uma baixa biodegradabilidade, 20% aproximadamente.

A análise das águas residuais permitiu ainda concluir que o fim da tinturaria de fio fez com que os valores da condutividade do efluente gerado diminuíssem, uma vez que parte do consumo de NaCl e outros eletrólitos utilizados no processo de tingimento por esgotamento reduziu também.

Relativamente aos produtos químicos, o estudo realizado permitiu concluir que nos últimos anos, para a produção de uma tonelada de artigo, a empresa consome em média 641 kg/ton de produtos químicos, dos quais se destacam os consumos específicos de corantes (18 kg/ton), de produtos auxiliares (169 kg/ton), de soda cáustica (101 kg/ton) e de água oxigenada (111 kg/ton). Foi possível concluir também que os principais fatores que influenciam o consumo de produtos químicos são as propriedades do artigo que se pretende produzir, desde o tipo de cor, toque, textura, entre outros.

Em termos de emissões gasosas foram identificadas e analisadas no total 33 fontes fixas, sendo que a maioria destas fontes estão associadas à tinturaria de tela (40%) e à estamparia (24%). Concluiu-se que a empresa, nos últimos anos, apresenta caudais mássicos médios de 1,1 kg/h para o CO, 1,4 kg/h para os NOx e para os COV. As análises das emissões gasosas abordaram também os equipamentos considerados mais relevantes na cadeia produtiva da empresa: 3 caldeiras a gás natural, 4 râmolas, 6 secadeiras e uma gaseadeira. Concluiu-se que nos últimos 5 anos, a empresa tem vindo a cumprir as VLE's fixados em termos de concentração de monóxido de carbono, óxidos de azoto e compostos orgânicos voláteis, revelando o bom desempenho ambiental da empresa em matéria de emissões atmosféricas. Verificou-se também que o NOx é o principal poluente emitido pelas caldeiras, os COV o principal poluente emitido pelas râmolas e que a secadeira de cilindros Kuster é a principal fonte responsável pela emissão de compostos orgânicos voláteis.

No que diz respeito ao consumo energético foi possível concluir que, nos últimos anos, para a produção de uma tonelada de artigo a empresa consome em média 1 991 kWh de energia elétrica e 1 143 Nm³ de gás natural, sendo estas as principais fontes energéticas utilizadas no seu processo produtivo. Como foi referido anteriormente, o elevado consumo específico de água tem influência direta no consumo energético da empresa uma vez que a água é utilizada indiretamente para geração de vapor, em caldeiras, que utilizam gás natural como fonte primária de energia.

Por fim, é possível concluir que, nos últimos anos, por tonelada de artigo produzida a empresa gera em média cerca de 54 kg de resíduos com origem no processo produtivo, tais como fibras têxteis processadas, embalagens de papel e cartão, misturas de embalagens e misturas de resíduos urbanos equiparados. Do total de resíduos gerados na produção, 99,96% foram enviados para processos de valorização, para operações tais como R3, R4, R12 E R13, e 0,04% foram enviados para operações de eliminação, mais propriamente para a operação D15. Verificou-se ainda que nos últimos anos, a produção específica de resíduos gerados na produção tem vindo a diminuir, de um modo geral, ao contrário da produção específica de resíduos totais, que por sua vez tem oscilado desde 2015.

Conclui-se, de um modo geral, que o consumo de água, geração de efluentes líquidos e consumo energético são os principais aspetos ambientais a ter em consideração e onde a empresa deve melhorar o seu desempenho, tendo em vista o aumento da sua competitividade nos mercados nacional e internacional, a redução de custos de produção e o aumento da sustentabilidade do seu processo produtivo.

6.2 PROPOSTAS DE MELHORIA

Com base nos resultados obtidos e juntamente com um trabalho de pesquisa foi possível, para os aspetos ambientais referidos, sugerir um conjunto de medidas e de boas práticas de gestão ambiental que visam a melhoria interna do desempenho ambiental da empresa, a minimização contínua dos impactos ambientais associados ao processo de ultimateção de têxteis-lar e a otimização de alguns processos da António de Almeida & Filhos SA, que aliem os ganhos económicos aos ganhos ambientais, aumentando assim a ecoeficiência da empresa.

As propostas de melhoria são as seguintes:

- Instalação de caudalímetros em todas as máquinas e equipamentos que envolvam o consumo direto e indireto de água de forma a monitorizar diariamente os desperdícios e perdas. Esta medida visa avaliar e identificar possíveis falhas relacionadas com o consumo de água e com o consumo energético;
- Recirculação/reutilização de água em processos húmidos, tais como: branqueação, mercerização, processos de tingimento e acabamentos a húmido, de forma a minimizar o consumo de água nestes processos e a quantidade de água descarregada para o SIDVA. A água antes de ser reutilizada deve sofrer um tratamento prévio, que envolve dois processos: numa primeira fase o processo de eletrocoagulação, para eliminação de corantes, e por fim o processo de osmose inversa, que contribui para a eliminação de sais presentes na água. Um exemplo desta tecnologia é o projeto ECWRTI - Extensive Wastewater Re-use in the Textile Industry desenvolvido pela EColoRO e o ISPT - Institute for Sustainable Process Technology;
- Recuperação de soda cáustica utilizada nos processos de mercerização/branqueação. Esta medida é vantajosa na medida em que possibilita economias nos custos de neutralização e pré-tratamento do efluente bruto e também por ter um período de amortização do investimento atraente. Um exemplo desta medida são as Plantas Körting, plantas de recuperação de soda cáustica que podem transformar grande parte da soda cáustica diluída (lixívia fraca) em soda cáustica concentrada reutilizável (lixívia forte).
- Avaliação interna do estado dos equipamentos para identificação de eventuais falhas ou fugas, como por exemplo em equipamentos de ar comprimido e em caldeiras. Esta medida visa uma eventual modernização destes equipamentos;
- Utilização de recuperadores de calor para recuperação de energia térmica dos efluentes quentes, como por exemplo em caldeiras;
- Utilização de fontes energéticas mais eficientes e ambientalmente “mais limpas”. Um exemplo desta medida é a instalação de um sistema fotovoltaico com produção de energia para consumo próprio;
- Minimização do consumo de energia nas râmolas. Esta medida pode ser aplicada a partir da instalação de sistemas de recuperação de calor;
- Relações de banho mais baixas, de forma a diminuir o consumo de água e de produtos químicos. A relação de banho é definida como o número de litros de

banho por quilograma de material têxtil seco. Um exemplo desta medida é a diminuição da relação de banho no tingimento por esgotamento, uma vez que os produtos químicos e auxiliares são muitas vezes utilizados em excesso devido à sua má dosagem, que implicam um maior consumo de água durante o banho de tingimento;

6.3 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

O estágio curricular teve início em fevereiro de 2020, com uma duração prevista de 5 meses, terminando em julho do mesmo ano. No entanto, devido à pandemia de COVID-19 que afetou o mundo e Portugal, o estágio foi interrompido durante 3 meses. Por este motivo, o plano de atividades a desenvolver teve de ser reestruturado e adaptado às possibilidades da empresa, pelo que, não foi possível monitorizar diariamente processo a processo, visando a identificação de eventuais falhas e perdas associadas aos recursos e ao processo produtivo da empresa.

É importante referir que o estudo dos consumos de produtos químicos foi realizado com base no stock e nas encomendas destes produtos químicos no ano de referência e, para os anos anteriores, com base nos relatórios ambientais anuais. Durante a fase de identificação dos produtos químicos por categoria, alguns produtos não foram classificados devidamente devido à falta de informação relativa aos mesmos, pelo que, a estes produtos foi atribuída a categoria de produto auxiliar. Desta forma, o estudo das tendências de consumos de produtos químicos não reflete totalmente na prática aquilo que é o desempenho da empresa nesta matéria.

6.4 SUGESTÕES DE TRABALHO FUTURO

Para um trabalho futuro, sugiro:

O estudo e avaliação individual de todos os processos envolvidos em toda a cadeia produtiva de ultimção de artigos têxteis-lar, de forma a identificar falhas e estudar melhorias para cada um deles.

Proponho também um estudo aprofundado da viabilidade de reutilização dos banhos de branqueação de forma a diminuir o consumo de produtos químicos, como é exemplo a água oxigenada, e, conseqüentemente, o caudal de água residual a tratar e a energia consumida.

Referências Bibliográficas

- AICEP. (2018). Indústria Têxtil e de Vestuário - uma referência a nível mundial. *Portugal Global*, 113(Outubro), 12–23.
- Al Sadi, S., Devi, G., Syed, M. A., Feroz, S., & Varghese, M. J. (2015). Treatment of textile Industry Waste water using Solar photo Catalysis. *Research Journal of Chemical Sciences*, 5(1–10), 20–27.
- Alcântara, M. R., & Daltin, D. (1996). A Química do Processamento Têxtil. *Química Nova*, 19(3), 320–330.
- Alkaya, E., Böğürçü, M., Ulutaş, F., & Demirer, G. N. (2012). *Cleaner (sustainable) production in textile wet processing. Non-conventional textile waste water treatment*, 205 (A. El Nemr (ed.); Issue January 2012). Nova Science Publishers, Inc.
- Alkaya, Emrah, & Demirer, G. N. (2013). Sustainable textile production: A case study from a woven fabric manufacturing mill in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 65(1–9), 595–603.
- Bastian, E. Y. ., & Rocco, J. L. S. (2009). *Guia técnico ambiental da indústria têxtil - série p + l*. CETESB - Bibliotecal, SP, Brasil.
- Beltrame, L. T. C. (2000). *Caracterização de Efluente Têxtil e Proposta de Tratamento* [Unpublished master's thesis]. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Bisschops, I., & Spanjers, H. (2003). Literature review on textile wastewater characterisation. *Environmental Technology*, 24(11), 1399–1411.
- Carvalho, V. A. M. De, Ladchumananandasivam, R., Souza, W. M. de, & Silva, U. V. do N. (2000). Pesquisa da influência do pH, temperatura e tempo no alvejamento com hipoclorito de sódio. *Simpósio Internacional de Engenharia Têxtil, Natal - RN - Brasil*, 1–7.
- Cavalcante, L. S., Batista, N. C., Badapanda, T., Costa, M. G. S., Li, M. S., Avansi, W., Mastelaro, V. R., Longo, E., Espinosa, J. W. M., & Gurgel, M. F. C. (2013). Local electronic structure, optical bandgap and photoluminescence (PL) properties of Ba(Zr_{0.75}Ti_{0.25})O₃ powders. *Materials Science in Semiconductor Processing*, 16(3), 1035–1045.
- Cerqueira, A. A. (2006). *Aplicação da técnica de eletrofloculação no tratamento de efluentes têxteis* [Unpublished master's thesis]. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- Chagas, M. de A. (2009). *Tratamento de Efluente Têxtil por Processos Físico-Químico e Biológico* [Unpublished master's thesis]. Universidade Federal de Pernambuco.

- CITEVE. (2012). *Estudo das dificuldades das empresas do setor têxtil e vestuário no cumprimento de legislação ambiental*.
- Correia, V. M., Stephenson, T., & Judd, S. J. (1994). Characterisation of textile wastewaters - a review. *Environmental Technology (United Kingdom)*, 15(10), 917–929.
- Costa, A. C. R. da., & Rocha, É. R. P. da. (2009). Panorama da Cadeia Produtiva Têxtil e de Confecções e a Questão da Inovação. *BNDES Setorial, Rio de Janeiro*, 29, 159–202.
- Costa, E. M., Neto, G. C. de O., & Lucato, W. C. (2014). Avaliação da Ecoeficiência da Implantação da Produção Mais Limpa em uma Indústria Têxtil. *XI Simpósio de Excelência Em Gestão e Tecnologia (SEGeT)*, 13.
- Dan, N. P., Visvanathan, C., & Basu, B. (2003). Comparative evaluation of yeast and bacterial treatment of high salinity wastewater based on biokinetic coefficients. *Bioresource Technology*, 87(1), 51–56.
- Das, D., Patra, A. K., Jakhar, R., & Sunder, S. (2016). Electrochemical bleaching of cotton. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 41(2), 217–220.
- DGAE, Direção Geral das Atividades Económicas. (2018). Indústria Têxtil e Vestuário. *Sinopse 2018*, 26.
- EMS, T. (2007). Promotion of Energy Management Practices in the Textile Industries of Greece, Portugal, Spain and Bulgaria. Results Oriented Report. In *Intelligent Energy Europe* (Issue July).
- EPA, U. S. (1997). *EPA Office of Compliance Sector Notebook Project: Profile of the Inorganic Chemical Industry*. U.S. Environmental Protection Agency.
- Fazal, T., Mushtaq, A., Rehman, F., Ullah Khan, A., Rashid, N., Farooq, W., Rehman, M. S. U., & Xu, J. (2018). Bioremediation of textile wastewater and successive biodiesel production using microalgae. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(October), 3107–3126.
- Feitkenhauer, H., & Meyer, U. (2001). Integration of biotechnological wastewater treatment units in textile finishing factories: From end of the pipe solutions to combined production and wastewater treatment units. *Journal of Biotechnology*, 89(2–3), 185–192.
- Ferreira, J. R. T. (2015). *Otimização energética à secção das malhas* [Unpublished master's thesis]. Instituto Superior de Engenharia do Porto.

- Freitas, K. R. de. (2002). *Caracterização e reuso de efluentes do processo de beneficiamento da indústria têxtil* [Unpublished master's thesis]. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Gomes, F. M. P. (2013). *A Eficiência e o Consumo de Energia na Indústria Têxtil e Vestuário em Portugal. Uma contribuição para a análise da evolução recente* [Unpublished master's thesis]. Universidade do Porto.
- Guaratini, C. C. I., & Zanoni, M. V. B. (2000). Corantes Têxteis. *Química Nova*, 23(1), 71–78.
- Gümüş, D., & Akbal, F. (2011). Photocatalytic degradation of textile dye and wastewater. *Water, Air, and Soil Pollution*, 216(1–4), 117–124.
- Hage, R., & Lienke, A. (2006). *Applications of Transition-Metal Catalysts to Textile and Wood-Pulp Bleaching* (2nd ed.). Angew. Chem. Int.
- Hassemer, M. E. N. (2006). *Oxidação fotoquímica - UV/H₂O₂ - para degradação de poluentes em efluentes da indústria têxtil* [Unpublished doctoral dissertation]. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Júnior, M. L. D. (2013). *Incorporação de lodo têxtil em blocos cerâmicos* [Unpublished master's thesis]. Universidade Tecnológica Federal Do Paraná.
- Karmakar, S. R. (1999). *Chemical technology in the pre-treatment processes of textiles* (Vol. 45). Elsevier.
- Ladchumananandasivam, R. (2008). *Processos Químicos Têxteis. Tingimento Têxtil – Volume III* (Vol. 3). Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Ladchumananandasivam, R. (2011). *Processos Químicos Têxteis. Acabamento Têxtil – Volume V: Vol. V*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Lange, C. R., & Schenini, P. C. (2013). Gestão Ambiental: Estudo de Caso em uma Indústria Têxtil da Região de Blumenau. *UNIASSELVI - Centro Universitário Leonardo Da Vinci*, 99–111.
- Leão, M. (2002). *Controle ambiental na indústria têxtil: acabamento de malhas* (1ª edição). Segrac.
- Lim, S. L., Chu, W. L., & Phang, S. M. (2010). Use of *Chlorella vulgaris* for bioremediation of textile wastewater. *Bioresource Technology*, 101(19), 7314–7322.
- Napierala, M., Bellamy, J., Murray, C., Hurley, R., Wenke, J., & Hsu, J. (2018). Annual Report 2018. In *Journal of Surgical Orthopaedic Advances* (Vol. 26, Issue 04).

- Nunes, L. J. R., Matias, J. C. O., & Catalão, J. P. S. (2013). Application of biomass for the production of energy in the portuguese textile industry. *International Conference on Renewable Energy Research and Applications, ICRERA 2013, October*, 336–341.
- OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development. (2001). *Glossary of Statistical Terms*. Stats OECD. <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=830>
- Padilha, M. L. de M. L. (2009). *Indicadores de desenvolvimento sustentável para o setor têxtil* [Unpublished doctoral dissertation]. Universidade de São Paulo.
- Palamutcu, S. (2010). Electric energy consumption in the cotton textile processing stages. *Energy*, 35(7), 2945–2952.
- Parisi, M. L., Fatarella, E., Spinelli, D., Pogni, R., & Basosi, R. (2015). Environmental impact assessment of an eco-efficient production for coloured textiles. *Journal of Cleaner Production*, 108(PartA), 514–524.
- Pereira, G. de S. (2010). *Curso Têxtil Em Malharia E Confecção Módulo 2. Introdução à Tecnologia Têxtil*. Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina.
- Ramos, M. J. L. (2011). *Modelo Energético da Somelos Acabamentos* [Unpublished master's thesis]. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Rezende, D., de Carvalho, K. Q., Kreutz, C., Arantes, E. J., & Passig, F. H. (2009). Avaliação Do Processo De Tratamento De Efluentes De Uma Lavanderia Industrial De Jeans. *OLAM - Ciência & Tecnologia*, 0(2), 253–270.
- Robinson, T., McMullan, G., Marchant, R., & Nigam, P. (2001). Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative. *Bioresource Technology*, 77(3), 247–255.
- Salem, V. (2010). *Tingimento Têxtil: Fibras, Conceitos e Tecnologias*. Blucher: Golden Tecnologia.
- Schulze-Rettmer, R. (1996). Das Problem der Restfärbung des Abwassers von Färbereien. *Textilveredlung*, 31, 13-18.
- Schönberger, H., & Schäfer, T. (2003). *Best Available Techniques in Textile Industry*.
- SENAI-RS. (2003). Implementação de Programas de Produção mais Limpa. *Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/UNIDO/INEP*, 46.
- Serra, F., Pointon, J., & Abdou, H. (2012). Factors influencing the propensity to export: A study of UK and portuguese textile firms. *International Business Review*, 21(2), 210–224.

- Shaikh, M. A. (2009). Water conservation in textile industry. *Pakistan Textile Journal*, 58(11), 48–51.
- Silva, V. P. da. (2013). *Análise da Eficiência Energética em uma Indústria Têxtil: Um estudo de caso relacionando perdas e produtividade* [Unpublished master's thesis]. Universidade Federal da Paraíba.
- Sura, W. (2004). The Textile Industry in the EU. *Statistics in Focus: Industry, Trade and Services*, 29(subsection DC), 1–8.
- Varadarajan, G., & Venkatachalam, P. (2015). Sustainable textile dyeing processes. *Environmental Chemistry Letters*, 14(1), 113–122.
- Visvanathan, C., Kumar, S., Priambodo, A., & Vigneswaran, S. (1999). *Energy and Environmental Indicators in the Thai Textile Industry*. June, 524–528.

Apêndice A – Produção

Tabela A.1 – Quantidades produzidas em 2019, ano de referência.

Mês	Quant. Rama Tingida (kg)	Quant. Fio Tingido (kg)	Quantidade Tecido Tingido (kg)	Quantidade Total Tingida (Ton)
Janeiro	23 520	0	174 689	198
Fevereiro	24 770	0	83 723	108
Março	35 063	0	107 452	143
Abril	32 830	0	163 024	196
Mai	18 680	0	316 655	335
Junho	18 690	0	225 098	244
Julho	10 530	0	393 442	404
Agosto	7 540	0	265 362	273
Setembro	28 720	0	322 698	351
Outubro	22 440	0	315 253	338
Novembro	21 940	0	284 165	306
Dezembro	6 510	0	120 062	127
TOTAL ANUAL	251 233	0	2 771 623	3 023
VALOR MÉDIO	20 936	0	230 969	252

Tabela A.2 – Quantidades produzidas em 2018.

Mês	Quant. Rama Tingida (kg)	Quant. Fio Tingido (kg)	Quantidade Tecido Tingido (kg)	Quantidade Total Tingida (Ton)
Janeiro	31 380	0	137 789	169
Fevereiro	30 650	0	95 652	126
Março	27 380	0	272 186	300
Abril	40 950	0	353 583	395
Maio	53 180	0	324 097	377
Junho	45 160	0	209 963	255
Julho	31 070	0	339 599	371
Agosto	10 130	0	239 694	250
Setembro	21 780	0	278 132	300
Outubro	20 540	0	408 092	429
Novembro	14 950	0	392 585	408
Dezembro	12 050	0	221 723	234
TOTAL ANUAL	339 220	0	3 273 095	3 614
VALOR MÉDIO	28 268	0	272 758	301

Tabela A.3 – Quantidades produzidas em 2017.

Mês	Quant. Rama Tingida (kg)	Quant. Fio Tingido (kg)	Quantidade Tecido Tingido (kg)	Quantidade Total Tingida (Ton)
Janeiro	39 180	23 568	119 726	182
Fevereiro	29 770	25 931	146 076	202
Março	45 270	26 640	205 075	277
Abril	31 600	0	187 696	219
Maio	49 090	0	334 895	384
Junho	43 980	0	208 666	253
Julho	42 090	0	193 003	235
Agosto	19 220	0	167 279	186
Setembro	41 490	0	236 421	278
Outubro	35 520	0	395 140	431
Novembro	28 400	0	264 365	293
Dezembro	10 770	0	158 119	169
TOTAL ANUAL	416 380	76 139	2 616 461	3 109
VALOR MÉDIO	34 698	6 345	218 038	259

Tabela A.4 – Quantidades produzidas em 2016.

Mês	Quant. Rama Tingida (kg)	Quant. Fio Tingido (kg)	Quantidade Tecido Tingido (kg)	Quantidade Total Tingida (Ton)
Janeiro	39 860	25 210	140 069	205
Fevereiro	40 490	34 946	147 900	223
Março	46 860	42 601	160 504	250
Abril	52 330	53 015	278 654	384
Mai	49 810	55 952	349 078	455
Junho	45 000	50 588	276 880	372
Julho	48 290	56 500	287 943	393
Agosto	19 390	10 022	151 001	180
Setembro	42 140	39 437	247 080	329
Outubro	37 690	32 505	314 740	385
Novembro	51 670	25 431	311 899	389
Dezembro	23 370	12 989	109 931	146
TOTAL ANUAL	496 900	439 196	2 775 679	3 711
VALOR MÉDIO	41 408	36 600	231 307	309

Tabela A.5 – Quantidades produzidas em 2015.

Mês	Quant. Rama Tingida (kg)	Quant. Fio Tingido (kg)	Quantidade Tecido Tingido (kg)	Quantidade Total Tingida (Ton)
Janeiro	41 890	46 543	250 528	339
Fevereiro	32 640	34 707	195 506	263
Março	39 600	55 989	257 358	353
Abril	45 990	47 927	367 127	461
Mai	51 190	49 867	340 221	441
Junho	46 010	45 200	329 242	420
Julho	48 890	56 161	437 174	542
Agosto	15 380	18 388	176 456	210
Setembro	36 480	33 545	216 984	287
Outubro	35 870	33 768	287 639	357
Novembro	37 960	31 213	216 005	285
Dezembro	22 080	10 596	127 488	160
TOTAL ANUAL	453 980	463 904	3 201 728	4 118
VALOR MÉDIO	37 832	38 659	266 811	343

Apêndice B – Consumo de água

Tabela B.1 – Consumo de água em 2019, ano de referência.

Mês	Consumo Água Pública Mensal (m ³)	Consumo de água Produção Industrial (m ³)	Consumo Total Mensal (m ³)
Janeiro	450	66 720	67 170
Fevereiro	552	61 892	62 444
Março	415	60 062	60 477
Abril	428	74 376	74 804
Maio	441	82 296	82 737
Junho	451	73 030	73 481
Julho	476	61 813	62 289
Agosto	278	34 766	35 044
Setembro	276	80 665	80 941
Outubro	271	66 138	66 409
Novembro	275	53 172	53 447
Dezembro	276	35 552	35 828
TOTAL ANUAL	4 589	750 482	755 071

Tabela B.2 - Consumo de água em 2018.

Mês	Quantidade Água Captada (m ³)	Consumo de água Produção Industrial (m ³)
Janeiro	47 275	47 725
Fevereiro	33 700	33 700
Março	45 249	45 249
Abril	48 614	48 614
Maio	61 165	61 165
Junho	55 109	55 109
Julho	58 473	58 473
Agosto	30 000	30 000
Setembro	49 419	49 419
Outubro	60 125	60 125
Novembro	52 887	52 887
Dezembro	36 750	36 750
TOTAL ANUAL	578 766	579 216

Tabela B.3 - Consumo de água em 2017.

Mês	Quantidade Água Captada (m³)	Consumo de água Produção Industrial (m³)
Janeiro	54 173	54 173
Fevereiro	51 134	51 134
Março	66 739	66 739
Abril	44 397	44 397
Mai	60 395	60 395
Junho	52 731	52 731
Julho	57 136	57 136
Agosto	25 045	25 045
Setembro	52 516	52 516
Outubro	49 628	49 628
Novembro	43 907	43 907
Dezembro	27 910	27 910
TOTAL ANUAL	585 710	585 710

Tabela B.4 - Consumo de água em 2016.

Mês	Quantidade Água Captada (m³)	Consumo de água Produção Industrial (m³)
Janeiro	63 197	63 197
Fevereiro	65 408	65 408
Março	84 436	84 436
Abril	98 747	98 747
Mai	10 877	10 877
Junho	102 968	102 968
Julho	103 579	103 579
Agosto	45 697	45 697
Setembro	66 366	66 366
Outubro	85 038	85 038
Novembro	99 344	99 344
Dezembro	44 784	44 784
TOTAL ANUAL	870 441	870 441

Tabela B.5 - Consumo de água em 2015.

Mês	Quantidade Água Captada (m³)	Consumo de água Produção Industrial (m³)
Janeiro	78 432	78 432
Fevereiro	76 722	76 722
Março	96 247	96 247
Abril	85 477	85 477
Maio	86 971	86 971
Junho	90 504	90 504
Julho	88 891	88 891
Agosto	61 549	61 549
Setembro	63 681	63 681
Outubro	87 812	87 812
Novembro	90 781	90 781
Dezembro	56 534	56 534
TOTAL ANUAL	963 601	963 601

Tabela B.6 – Consumos específicos de água de 2015 a 2019.

Mês	Consumo específico de água (m³/ton artigo)				
	2015	2016	2017	2018	2019
Janeiro	231	308	298	280	337
Fevereiro	292	293	253	267	570
Março	273	338	241	151	421
Abril	185	257	203	123	380
Maio	197	24	157	162	245
Junho	215	277	208	216	300
Julho	164	264	243	158	153
Agosto	293	254	135	120	127
Setembro	222	202	189	165	230
Outubro	246	221	115	140	196
Novembro	319	255	150	130	174
Dezembro	353	307	165	157	281
VALOR MÉDIO	249	250	196	172	285

Apêndice C – Efluentes líquidos

Tabela C.1 – Volume de efluente descarregado e custo de tratamento em 2019, ano de referência.

Mês	Efluente descarregado (m ³)	Custo (€)
Janeiro	33 941	22 245
Fevereiro	27 658	18 127
Março	34 117	22 340
Abril	39 442	25 827
Maio	51 384	33 646
Junho	38 631	25 296
Julho	46 599	30 513
Agosto	29 262	19 161
Setembro	42 661	27 934
Outubro	47 038	30 800
Novembro	41 530	27 194
Dezembro	27 694	18 134
TOTAL ANUAL	459 957	301 217
VALOR MÉDIO	38 330	25 101

Tabela C.2 – Volume de efluente descarregado e custo de tratamento em 2018.

Mês	Efluente descarregado (m ³)	Custo (€)
Janeiro	34 408	21 674
Fevereiro	28 849	18 172
Março	38 932	24 523
Abril	50 753	31 969
Maio	58 956	37 136
Junho	50 108	31 563
Julho	49 958	31 469
Agosto	32 552	20 505
Setembro	35 895	22 610
Outubro	56 718	35 727
Novembro	45 672	28 769
Dezembro	38 982	24 555
TOTAL ANUAL	521 783	328 671
VALOR MÉDIO	43 482	27 389

NOTA: Os valores do volume de efluente rejeitado em abril, agosto e dezembro de 2018 são ligeiramente superiores ao volume de água consumido uma vez que estão relacionados com um desfasamento na contagem dos valores da água residuais por parte dos técnicos das TRATAVE.

Tabela C.3 – Volume de efluente descarregado e custo de tratamento em 2017.

Mês	Efluente descarregado (m ³)	Custo (€)
Janeiro	52 800	31 902
Fevereiro	57 334	34 641
Março	59 842	36 157
Abril	48 430	29 261
Maio	54 606	33 053
Junho	46 219	28 030
Julho	53 158	32 177
Agosto	25 294	15 310
Setembro	36 389	22 016
Outubro	46 422	28 099
Novembro	42 491	25 720
Dezembro	30 062	18 197
TOTAL ANUAL	553 047	334 562
VALOR MÉDIO	46 087	27 880

Tabela C.4 – Volume de efluente descarregado e custo de tratamento em 2016.

Mês	Efluente descarregado (m ³)	Custo (€)
Janeiro	52 664	30 756
Fevereiro	54 507	31 832
Março	70 363	41 092
Abril	82 289	48 057
Maio	84 064	49 093
Junho	85 807	50 111
Julho	86 316	50 409
Agosto	38 081	22 239
Setembro	55 305	32 298
Outubro	71 038	41 486
Novembro	82 787	48 348
Dezembro	37 320	21 795
TOTAL ANUAL	800 541	467 516
VALOR MÉDIO	66 712	38 960

Tabela C.5 – Volume de efluente descarregado e custo de tratamento em 2015.

Mês	Efluente descarregado (m ³)	Custo (€)
Janeiro	65 360	36 758
Fevereiro	63 935	35 957
Março	80 206	45 557
Abril	71 231	40 459
Maio	72 476	41 166
Junho	75 420	42 839
Julho	74 076	42 053
Agosto	51 291	29 118
Setembro	53 068	30 127
Outubro	73 177	41 543
Novembro	75 651	42 947
Dezembro	47 112	26 745
TOTAL ANUAL	803 003	455 269
VALOR MÉDIO	66 917	37 939

Tabela C.6 – Volumes de descarga específicos de 2015 a 2019.

Mês	Volume de descarga específico (m ³ /ton artigo)				
	2015	2016	2017	2018	2019
Janeiro	193	257	290	204	171
Fevereiro	243	244	284	229	256
Março	227	281	216	130	239
Abril	155	214	221	128	201
Maio	164	185	142	156	153
Junho	180	231	183	197	158
Julho	137	220	226	135	115
Agosto	244	212	136	130	107
Setembro	185	168	131	120	122
Outubro	205	185	108	132	139
Novembro	265	213	145	112	136
Dezembro	294	256	178	167	218
VALOR MÉDIO	208	222	188	153	168

Tabela C.7 – Custos médios específicos de tratamento de efluentes de 2015 a 2019.

Ano	Custo médio específico (€/ton)
2015	111
2016	126
2017	108
2018	91
2019	100

Tabela C.8 – Resultados trimestrais da monitorização dos parâmetros de qualidade das águas residuais em 2019, ano de referência.

Parâmetro	1º Trimestre	2º Trimestre	3º Trimestre	4º Trimestre	Valor Médio	VMA	Unidades
Condutividade @ 20°C	1 730	2 110	1 800	2 150	1 948	3 000	µS/cm
pH	7,4	9,9	9,3	9,1	8,925	5,5 – 9,5	escala Sørensen
CBO ₅	8	239	214	16	119,25	500	mgO ₂ /L
CQO	180	1 600	782	264	706	2 000	mgO ₂ /L
SST	674	314	522	8,25	379,562	1 000	mg/L
Cloretos	210	-	-	-	210	1500	mgCl ⁻ /L

Tabela C.9 – Resultados trimestrais da monitorização dos parâmetros de qualidade das águas residuais em 2018.

Parâmetro	1º Trimestre	2º Trimestre	3º Trimestre	4º Trimestre	Valor Médio	VMA	Unidades
Condutividade @ 20°C	1 720	1 990	1 280	1 680	1 668	3 000	µS/cm
pH	6,7	9,6	9,8	9,5	8,9	5,5 – 9,5	escala Sörensen
CBO ₅	123	85	174	8	97,5	500	mgO ₂ /L
CQO	1 020	821	580	3 580	1 500,25	2 000	mgO ₂ /L
SST	60	45	40,5	170	78,875	1 000	mg/L
Cloretos	280	-	-	-	280	1500	mgCl ⁻ /L

Tabela C.10 – Resultados trimestrais da monitorização dos parâmetros de qualidade das águas residuais em 2017.

Parâmetro	1º Trimestre	2º Trimestre	3º Trimestre	4º Trimestre	Valor Médio	VMA	Unidades
Condutividade @ 20°C	2 280	2 350	2 940	1 900	2 368	3 000	µS/cm
pH	7,6	9,3	6,7	6	7,4	5,5 – 9,5	escala Sörensen
CBO ₅	148	161	84	85	119,5	500	mgO ₂ /L
CQO	186	450	2 110	1 580	1 081,5	2 000	mgO ₂ /L
SST	148	78,3	180	41,3	111,9	1 000	mg/L
Cloretos	490	-	-	-	490	1500	mgCl ⁻ /L

Tabela C.11 – Resultados trimestrais da monitorização dos parâmetros de qualidade das águas residuais em 2016.

Parâmetro	1º Trimestre	2º Trimestre	3º Trimestre	4º Trimestre	Valor Médio	VMA	Unidades
Condutividade @ 20°C	2 210	2 840	2 340	2 290	2 420	3 000	µS/cm
pH	8	7,2	6,8	7,3	7,3	5,5 – 9,5	escala Sørensen
CBO ₅	184	334	258	280	264	500	mgO ₂ /L
CQO	599	824	1 140	720	820,75	2 000	mgO ₂ /L
SST	40,7	94	150	74,7	89,85	1 000	mg/L
Cloretos	430	-	-	-	430	1500	mgCl ⁻ /L

Tabela C.12 – Resultados trimestrais da monitorização dos parâmetros de qualidade das águas residuais em 2015.

Parâmetro	1º Trimestre	2º Trimestre	3º Trimestre	4º Trimestre	Valor Médio	VMA	Unidades
Condutividade @ 20°C	3240	2630	1320	1580	2193	3 000	µS/cm
pH	7,3	7,4	7,7	7,4	7,5	5,5 – 9,5	escala Sørensen
CBO ₅	188	435	150	44	204,3	500	mgO ₂ /L
CQO	762	1040	394	231	606,8	2 000	mgO ₂ /L
SST	118	204	83,3	105	127,6	1 000	mg/L
Cloretos	90	-	-	-	90	1500	mgCl ⁻ /L

Apêndice D – Produtos químicos

Tabela D.1 – Consumo total de produtos químicos, por categoria, em 2019, ano de referência.

<i>Consumo total de produtos químicos</i>		
Ácido	12 000	Kg
Alcalino	352 195	
Amaciador	186 985	
Branqueador ótico	12 410	
Corante	42 140	
Detergente	42 240	
Fixador	12 137	
Neutro	56 125	
Oxidante	269 800	
Pasta/Espessante	14 130	
Produto auxiliar	262 523	
Redutor	910	
Resinas	25 032	
Sal	184 975	
Solvente	4 477	
TOTAL	1 478 079	

Tabela D.2 – Consumo total de produtos químicos, por categoria, em 2018.

Consumo total de produtos químicos		
Ácido	26 205	Kg
Alcalino	654 990	
Amaciador	291 608	
Branqueador ótico	21 240	
Corante	88 419	
Detergente	51 170	
Fixador	30 125	
Neutro	90 850	
Oxidante	485 860	
Pasta/Espessante	17 658	
Produto auxiliar	688 915	
Redutor	3 500	
Resinas	1 050	
Sal	296 425	
Solvente	2 024	
TOTAL	2 750 039	

Tabela D.3 – Consumo total de produtos químicos, por categoria, em 2017.

Consumo total de produtos químicos		
Ácido	16 735	Kg
Alcalino	421 336	
Amaciador	209 819	
Branqueador ótico	15 894	
Corante	38 839	
Detergente	71 040	
Fixador	8 447	
Neutro	63 427	
Oxidante	346 975	
Pasta/Espessante	8 711	
Produto auxiliar	672 095	
Redutor	2 471	
Resinas	9 058	
Sal	174 655	
Solvente	280	
TOTAL	2 059 782	

Tabela D.4 – Consumo total de produtos químicos, por categoria, em 2016.

Consumo total de produtos químicos		
Ácido	19 463	Kg
Alcalino	579 841	
Amaciador	247 300	
Branqueador ótico	18 042	
Corante	64 788	
Detergente	56 895	
Fixador	12 693	
Neutro	74 429	
Oxidante	414 852	
Pasta/Espessante	12 626	
Produto auxiliar	681 541	
Redutor	2 744	
Resinas	4 278	
Sal	246 987	
Solvente	1 014	
TOTAL	2 437 493	

Tabela D.5 – Consumo total de produtos químicos, por categoria, em 2015.

Consumo total de produtos químicos		
Ácido	23 489	Kg
Alcalino	621 337	
Amaciador	278 203	
Branqueador ótico	19 740	
Corante	84 550	
Detergente	49 727	
Fixador	26 892	
Neutro	88 424	
Oxidante	433 607	
Pasta/Espessante	15 433	
Produto auxiliar	686 118	
Redutor	3 139	
Resinas	5 270	
Sal	278 549	
Solvente	1 894	
TOTAL	2 616 372	

Tabela D.6 – Consumo total anual de corantes, auxiliares, soda cáustica e água oxigenada, no intervalo temporal de 2015 a 2019.

Ano	Consumo total anual (kg/ano)			
	Corantes	Produtos auxiliares	NaOH	H₂O₂
2015	84 550	686 118	438 360	413 278
2016	64 788	681 541	321 406	388 964
2017	38 839	672 095	241 128	327 692
2018	88 419	688 915	471 990	483 860
2019	42 140	262 523	273 120	268 800

Tabela D.7 – Consumo médio específico de produtos químicos, no intervalo temporal de 2015 a 2019.

Ano	Consumo específico de produtos químicos (kg/ton)
2019	489
2018	761
2017	663
2016	657
2015	635

Tabela D.8 – Consumo médio específico anual de corantes, auxiliares, soda cáustica e água oxigenada, no intervalo temporal de 2015 a 2019.

Ano	Consumo médio específico anual (kg/ton)			
	Corantes	Produtos auxiliares	NaOH	H ₂ O ₂
2015	21	167	106	100
2016	17	184	87	105
2017	12	216	78	105
2018	25	191	131	134
2019	15	89	105	109
MÉDIA	18	169	101	111

Apêndice E – Emissões gasosas

Tabela E.1 – Fontes fixas de emissões gasosas e instalação/processo associado.

Instalação associada	Regime	Código	Fonte
Acabamentos	*	FF2	Râmola Babcock 1
Produção de vapor	*	FF3	Caldeira Termec 433
Produção de vapor	*	FF4	Caldeira Termec 1150
Tinturaria tela	*	FF6	Gaseadeira
Estamparia		FF8	Máquina de termofixar (fonte 1)
Estamparia	*	FF8A	Máquina de termofixar (fonte 2)
Estamparia		FF8B	Máquina de termofixar (fonte 3)
Estamparia		FF11	Máquina de estampar quadro (fonte 1)
Estamparia	*	FF11A	Máquina de estampar quadro (fonte 2)
Tinturaria tela	**	FF12	Secadeira de cilindros a vapor (fonte 1)
Tinturaria tela	**	FF12A	Secadeira de cilindros a vapor (fonte 2)
Acabamentos		FF13	Râmola Babcock 2
Acabamentos		FF14	Râmola Monforts fonte 1 (vista da entrada esq)
Acabamentos	*	FF14A	Râmola Monforts fonte 2 (vista da entrada dirt)
Revista tecido acabado		FF15	Máquina de revista 3 e 4
Revista tecido acabado		FF16	Máquina de revista 1 e 2
Tinturaria rama		FF18	Secadeira de rama grande
Tinturaria tela	**	FF19	Secadeira de cilindros a vapor pad steam (fonte 1)
Tinturaria tela	**	FF19A	Secadeira de cilindros a vapor pad steam (fonte 2)
Tinturaria tela		FF20	PAD STEAM - Máquina de Vaporizar
Tinturaria tela		FF21	Máquina de lavar
Estamparia		FF22	Máquina de estampar rolo nova
Tinturaria rama		FF24	Secadeira de rama pequena
Acabamentos		FF27	Râmola Babcock 3
Estamparia		FF28	Máquina de estampar rolo (fonte 1)
Estamparia		FF28A	Máquina de estampar rolo (fonte 2)
Tinturaria tela		FF30	Máquina da Lavar Kuster (fonte 1)
Tinturaria tela		FF30A	Máquina da Lavar Kuster (fonte2)
Tinturaria tela		FF30B	Secadeira de cilindros Kuster (fonte 3)
Tinturaria tela		FF30C	Máquina da Lavar Kuster (fonte 4)
Tinturaria tela		FF30D	Máquina da Lavar Kuster (fonte 5)
Produção de vapor	**	FF31	Caldeira Steamblock
Tinturaria tela		FF32	Secadeira de Cilindros a Vapor -WMAG

Figura E.1 – Layout das fontes de emissões gasosas do Pavimento 0 e do Pavimento 1.

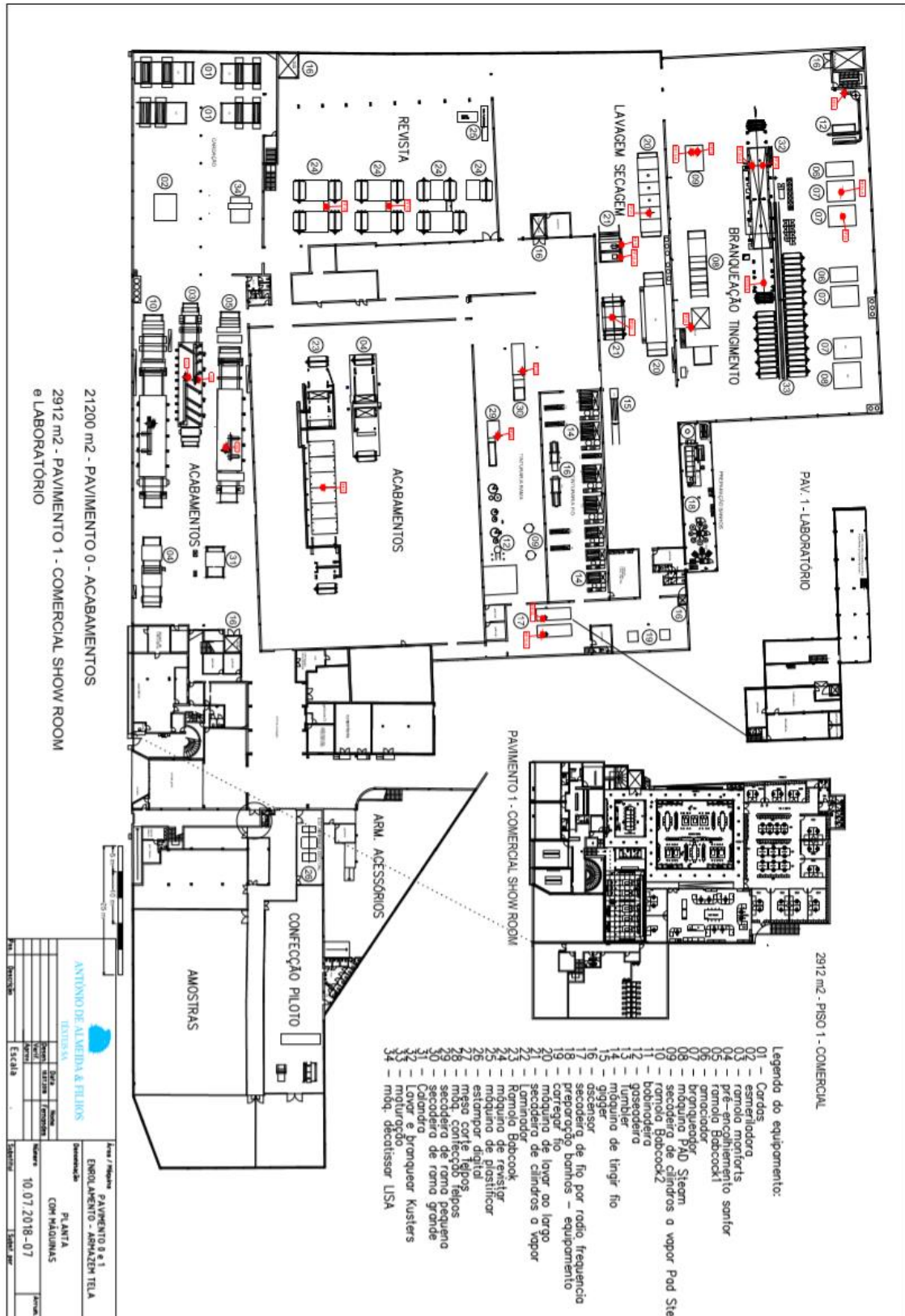


Figura E.2 – Layout das fontes de emissões gasosas do Pavimento -1.

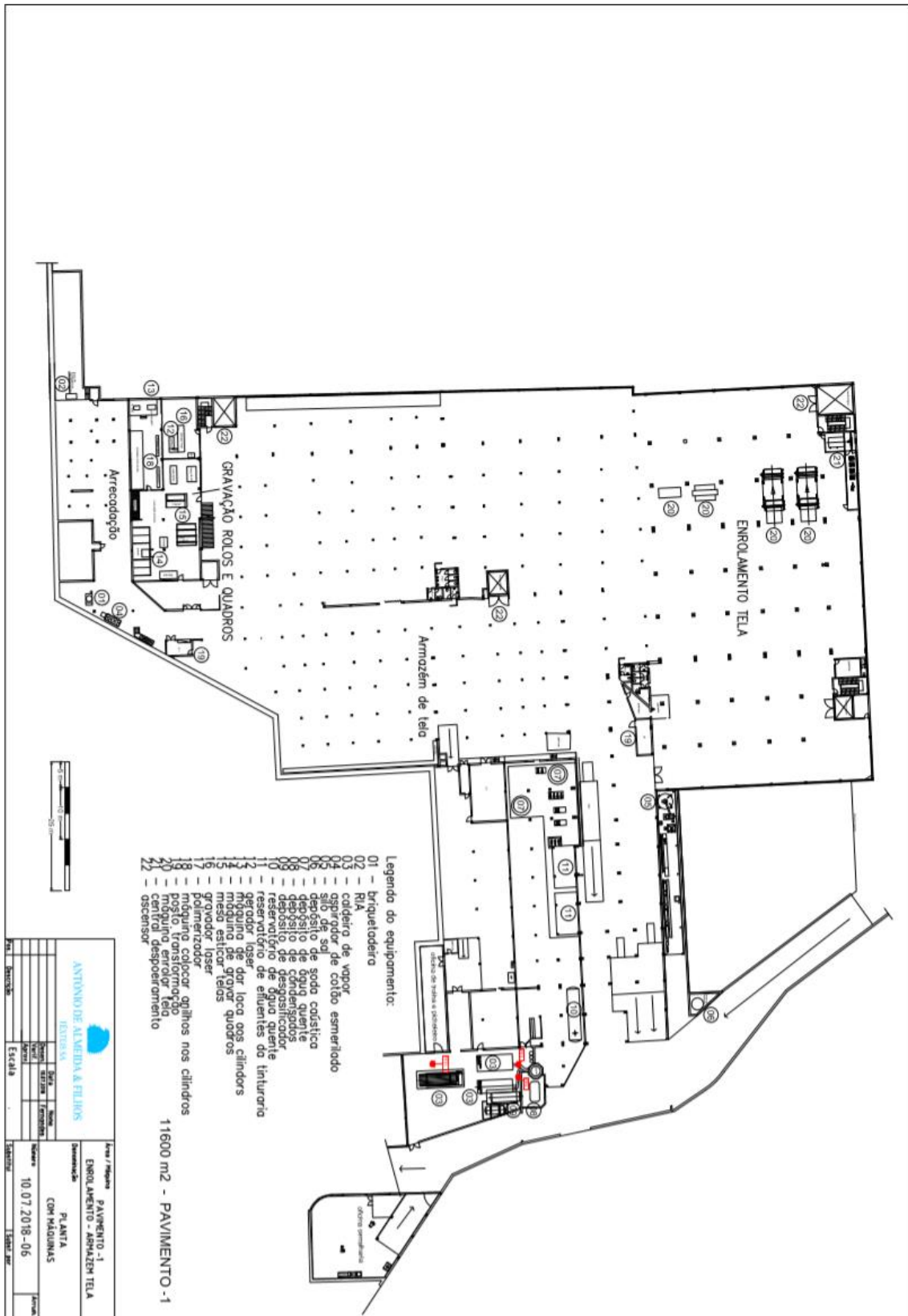


Figura E.3 – Layout das fontes de emissões gasosas do Pavimento -2.

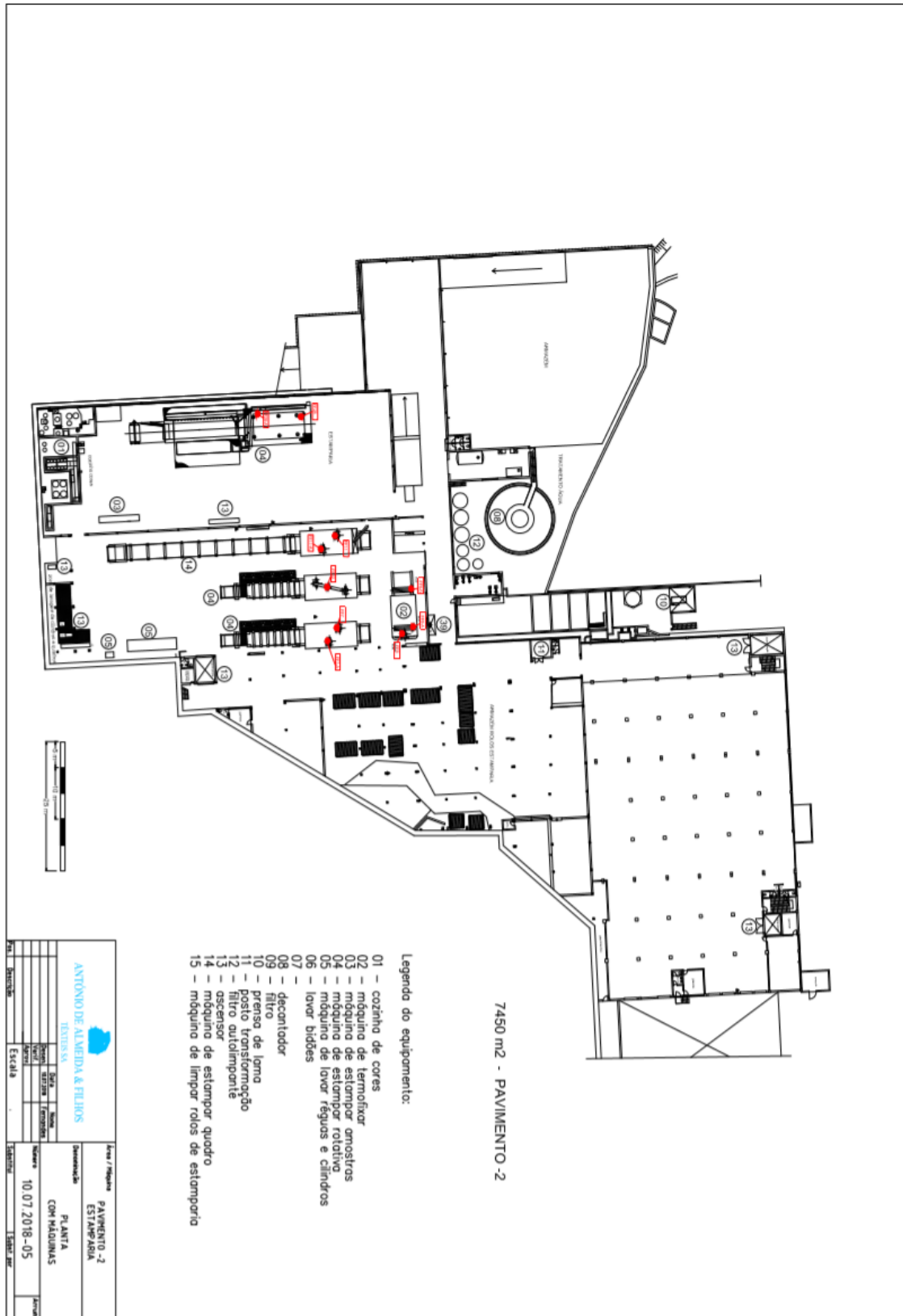


Tabela E.2 – Fontes fixas de emissões gasosas por ano de monitorização.

Fontes fixas monitorizadas				
2015	2016	2017	2018	2019
FF3	FF8	FF12	FF2	FF8
FF4	FF8B	FF12A	FF3	FF8B
FF6	FF11	FF19	FF4	FF11
FF8A	FF13	FF19A	FF6	FF13
FF11A	FF14	FF28	FF8A	FF14
FF12	FF19	FF28A	FF11A	FF15
FF12A	FF19A	FF30	FF14A	FF16
FF14A	FF20	FF30A	FF15	FF18
FF15	FF21	FF30B	FF16	FF20
FF16	FF22	FF31	FF18	FF21
FF18	FF24	FF32		FF22
FF19	FF27			FF24
FF19A	FF28			FF27
FF27	FF28A			FF28
FF28	FF30			FF28A
FF28A	FF30A			FF30
	FF30B			FF30A
	FF31			FF30B
	FF32			FF30C
				FF30D
				FF32

Tabela E.3 – Resultados das monitorizações das fontes fixas em 2019, em termos de concentração de poluentes.

Código	Concentração (mg/Nm ³)							
	CO	VLE (CO)	NOx	VLE (NOx)	COV	VLE (COV's)	Percloroetileno	VLE (Percloroetileno)
FF8	5	n.f	x	500	4,8	200		
FF8B	3,8	n.f	x	500	3,2	200		
FF11	37,5	n.f	6,2	500	66	200		
FF13	16,3	n.f	16,4	500	24,2	200		
FF14	25	n.f	8,2	500	9,7	200		
FF15					5,6	200	0,05	20
FF16					4,8	200	0,066	20
FF18					4,8	200		
FF20					17,7	200		
FF21					8,1	200		
FF22	6,3	n.f	6,2	500	46,7	200		
FF24					6,4	200		
FF27	11,3	n.f	10,3	500	45,1	200		
FF28	31,3	n.f	x	500	33,8	200		
FF28A	55	n.f	x	500	61,2	200		
FF30					17,7	200		
FF30A					17,7	200		
FF30B					16,1	200		
FF30C					20,9	200		
FF30D					13,7	200		
FF32					3,2	200		

Tabela E.4 – Resultados das monitorizações das fontes fixas em 2019, em termos de caudal mássico.

Código	Caudal mássico (kg/h)			
	CO	NOx	COV	Percloroetileno
FF8	0,017	x	0,017	
FF8B	0,0062	x	0,0052	
FF11	0,13	0,022	0,23	
FF13	0,12	0,12	0,18	
FF14	0,14	0,048	0,056	
FF15			0,00625	0,000052
FF16			0,00375	0,000051
FF18			0,032	
FF20			0,012	
FF21			0,0046	
FF22	0,051	0,05	0,38	
FF24			0,0049	
FF27	0,084	0,077	0,34	
FF28	0,14	x	0,16	
FF28A	0,21	x	0,23	
FF30			0,0053	
FF30A			0,006	
FF30B			0,12	
FF30C			0,21	
FF30D			0,068	
FF32			0,026	

Tabela E.5 – Resultados das monitorizações das fontes fixas em 2018, em termos de concentração de poluentes.

Código	Concentração (mg/Nm ³)							
	CO	VLE (CO)	NOx	VLE (NOx)	COV	VLE (COV's)	Percloroetileno	VLE (Percloroetileno)
FF2	22,5	n.f	12,3	500	3,2	50		
FF3	65,6	500	213,5	300	4,7	50		
FF4	9,3	500	225,1	300	1,7	50		
FF6	2,5	n.f	x	500	3,2	50		
FF8A	5	n.f	x	500	3,2	50		
FF11A	27,5	n.f	x	500	37	50		
FF14A	12,5	n.f	8,2	500	4,8	50		
FF15					4,8	200	0,066	20
FF16					4,8	200	0,062	20
FF18					3,2	50		

Tabela E.6 – Resultados das monitorizações das fontes fixas em 2018, em termos de caudal mássico.

Código	Caudal mássico (kg/h)			
	CO	NOx	COV	Percloroetileno
FF2	0,2	0,11	0,028	
FF3	0,56	1,8	0,041	
FF4	0,067	1,6	0,012	
FF6	0,029	x	0,037	
FF8A	0,015	x	0,0098	
FF11A	0,082	x	0,11	
FF14A	0,052	0,034	0,02	
FF15			0,0052	0,000071
FF16			0,0044	0,000057
FF18			0,024	

Tabela E.7 – Resultados das monitorizações das fontes fixas em 2017, em termos de concentração de poluentes.

Código	Concentração (mg/Nm ³)							
	CO	VLE (CO)	NOx	VLE (NOx)	COV	VLE (COV's)	Percloroetileno	VLE (Percloroetileno)
FF12					4,2	50		
FF12A					4,4	50		
FF19					14	50		
FF19A					4	50		
FF28	39,6	n.f	x	500	15,3	200		
FF28A	23,5	n.f	x	500	17,7	200		
FF30					x	200		
FF30A					x	200		
FF30B					x	200		
FF31	x	500	85,9	300	x	200		
FF32					x	200		

Tabela E.8 – Resultados das monitorizações das fontes fixas em 2017, em termos de caudal mássico.

Código	Caudal mássico (kg/h)			
	CO	NOx	COV	Percloroetileno
FF12			0,029	
FF12A			0,03	
FF19			0,053	
FF19A			0,0148	
FF28	0,394	x	0,152	
FF28A	0,265	x	0,2	
FF30			x	
FF30A			x	
FF30B			x	
FF31	x	0,312	x	
FF32			x	

Tabela E.9 – Resultados das monitorizações das fontes fixas em 2016, em termos de concentração de poluentes.

Código	Concentração (mg/Nm ³)							
	CO	VLE (CO)	NOx	VLE (NOx)	COV	VLE (COV's)	Percloroetileno	VLE (Percloroetileno)
FF8	5	n.f	6,2	500	3,2	200		
FF8B	x	n.f	x	500	3,2	200		
FF11	92,5	n.f	12,3	500	54,7	200		
FF13	17,5	n.f	10,3	500	37	200		
FF14	x	n.f	x	500	6,4	200		
FF19					6,4	200		
FF19A					6,4	200		
FF20					17,7	200		
FF21					8,1	200		
FF22	15	n.f	x	500	120,8	200		
FF24					6,4	200		
FF27	x	n.f	10,3	500	45,1	200		
FF28	45	n.f	12,3	500	38,6	200		
FF28A	58,8	n.f	4,1	500	103	200		
FF30					19,3	200		
FF30A					25,8	200		
FF30B					41,9	200		
FF31	x	500	154	300	46,6	200		
FF32					3,2	200		

Tabela E.10 – Resultados das monitorizações das fontes fixas em 2016, em termos de caudal mássico.

Código	Caudal mássico (kg/h)			
	CO	NOx	COV	Percloroetileno
FF8	0,024	0,03	0,015	
FF8B	x	x	0,0059	
FF11	0,31	0,042	0,18	
FF13	0,19	0,11	0,4	
FF14	x	x	0,047	
FF19			0,03	
FF19A			0,062	
FF20			0,02	
FF21			0,0035	
FF22	0,11	x	0,91	
FF24			0,0043	
FF27	x	0,11	0,47	
FF28	0,24	0,066	0,21	
FF28A	0,32	0,023	0,57	
FF30			0,0045	
FF30A			0,0058	
FF30B			0,68	
FF31	x	0,47	0,14	
FF32			0,027	

Tabela E.11 – Resultados das monitorizações das fontes fixas em 2015, em termos de concentração de poluentes.

Código	Concentração (mg/Nm ³)							
	CO	VLE (CO)	NOx	VLE (NOx)	COV	VLE (COV's)	Percloroetileno	VLE (Percloroetileno)
FF3	69	500	285	300	1,07	50		
FF4	x	500	103	300	1,47	50		
FF6	64		x	500	3,2	50		
FF8A	x		x	500	13,2	50		
FF11A	49		x	500	31	50		
FF12					1,8	50		
FF12A					3,4	50		
FF14A	x		x	500	4,4	50		
FF15					6	20	x	20
FF16					17,3	20	x	20
FF18					4,3	50		
FF19					0,94	50		
FF19A					0,85	50		
FF27	x		x	500	4,4	200		
FF28	59		x	500	31	200		
FF28A	70		x	500	25	200		

Tabela E.12 – Resultados das monitorizações das fontes fixas em 2015, em termos de caudal mássico.

Código	Caudal mássico (kg/h)			
	CO	NOx	COV	Percloroetileno
FF3	0,38	1,6	0,0058	
FF4	x	0,39	0,0055	
FF6	0,69	x	0,0350	
FF8A	x	x	0,0120	
FF11A	0,14	x	0,0880	
FF12			0,0220	
FF12A			0,0350	
FF14A	x	x	0,0200	
FF15			0,0058	x
FF16			0,0160	x
FF18			0,0400	
FF19			0,0035	
FF19A			0,0031	
FF27	x	x	0,0870	
FF28	0,12	x	0,0650	
FF28A	0,17	x	0,0620	

Apêndice F – Consumo energético

Tabela F.20 – Consumo total de gás natural e energia elétrica em 2019, ano de referência.

Mês	Gás Natural (Nm ³)	Energia Elétrica (kWh)
Janeiro	213 758	410 031
Fevereiro	192 725	371 331
Março	196 693	349 079
Abril	309 415	455 154
Maio	362 023	530 350
Junho	251 922	441 349
Julho	359 447	603 556
Agosto	156 359	289 912
Setembro	323 478	475 074
Outubro	370 830	513 534
Novembro	259 159	413 087
Dezembro	150 673	267 443
TOTAL ANUAL	3 146 482	5 119 900
VALOR MÉDIO	262 207	426 658

Tabela F.2 – Consumo total de gás natural e energia elétrica em 2018.

Mês	Gás Natural (Nm ³)	Energia Elétrica (kWh)
Janeiro	222 358	442 264
Fevereiro	185 663	362 796
Março	329 261	480 582
Abril	395 377	514 028
Maio	444 012	610 944
Junho	309 286	524 087
Julho	331 123	579 168
Agosto	155 170	332 214
Setembro	257 454	460 510
Outubro	434 228	531 649
Novembro	416 335	422 348
Dezembro	278 113	514 687
TOTAL ANUAL	3 758 380	5 775 277
VALOR MÉDIO	313 198	481 273

Tabela F.3 – Consumo total de gás natural e energia elétrica em 2017.

Mês	Gás Natural (Nm ³)	Energia Elétrica (kWh)
Janeiro	293 746	617 090
Fevereiro	248 291	571 250
Março	335 991	668 494
Abril	262 745	505 521
Mai	329 139	580 711
Junho	259 236	543 241
Julho	295 234	537 058
Agosto	110 171	315 451
Setembro	249 870	466 118
Outubro	295 199	463 025
Novembro	296 427	463 169
Dezembro	186 494	377 075
TOTAL ANUAL	3 162 543	6 108 203
VALOR MÉDIO	263 545	509 017

Tabela F.4 – Consumo total de gás natural e energia elétrica em 2016.

Mês	Gás Natural (Nm ³)	Energia Elétrica (kWh)
Janeiro	277 716	571 412
Fevereiro	280 119	597 932
Março	394 959	713 795
Abril	494 966	781 250
Mai	513 521	793 953
Junho	466 263	794 003
Julho	423 941	819 846
Agosto	153 901	366 078
Setembro	421 183	670 465
Outubro	492 268	656 366
Novembro	456 138	683 160
Dezembro	162 612	412 792
TOTAL ANUAL	4 537 587	7 861 052
VALOR MÉDIO	378 132	655 088

Tabela F.5 – Consumo total de gás natural e energia elétrica em 2015.

Mês	Gás Natural (Nm³)	Energia Elétrica (kWh)
Janeiro	-	-
Fevereiro	-	-
Março	-	-
Abril	-	-
Mai	-	-
Junho	-	-
Julho	-	-
Agosto	-	-
Setembro	-	-
Outubro	-	-
Novembro	-	-
Dezembro	-	-
TOTAL ANUAL	5 126 149	8 265 220
VALOR MÉDIO	-	-

NOTA: Durante a fase de recolha dados relativamente ao consumo energético em 2015 não foi possível encontrar informação relativa ao consumo mensal de gás natural e de energia elétrica.

Apêndice G – Resíduos

Tabela G.1 – Resíduos gerados pela empresa em 2019, ano de referência.

Código LER	Tipo de Resíduo	Origem/Processo	Quantidade Produzida (ton)	%
40222	Fibras têxteis processadas	Tingimento/Acabamento	44,58	29,9
120101	Aparas e limalhas de metais ferrosos	Manutenção	1,68	1,1
150101	Embalagens de papel e cartão	Produção	2,11	1,4
150103	Embalagens de madeira	Transporte	9,36	6,3
150106	Misturas de embalagens	Produção	52,53	35,2
200140	Metais	Manutenção	3,54	2,4
200301	Misturas de resíduos urbanos equiparados	Produção	35,4	23,7
Total de resíduos gerados			149,2	100

Tabela G.21 - Resíduos gerados pela empresa em 2018.

Código LER	Tipo de Resíduo	Origem/Processo	Quantidade	
			Produzida (ton)	%
40221	Fibras têxteis não processadas	Tingimento Rama	3,22	0,7
40222	Fibras têxteis processadas	Tingimento/Acabamento	85,42	19,8
120101	Aparas e limalhas de metais ferrosos	Manutenção	209,26	48,6
120103	Aparas e limalhas de metais não ferrosos	Manutenção	1,854	0,4
150101	Embalagens de papel e cartão	Produção	11,025	2,6
150102	Embalagens de plástico	Produção	25,365	5,9
150103	Embalagens de madeira	Transporte	11,04	2,6
150106	Misturas de embalagens	Produção	42,322	9,8
160104	Veículos em fim de vida	Transporte	2,183	0,5
160214	Equipamento fora de uso	Produção	4,7	1,1
160216	Componentes retirados de equipamento fora de uso	Produção	0,92	0,2
190813	Lamas de outros tratamentos de águas residuais industriais, contendo substâncias perigosas	ETAR	0,292	0,1
191202	Metais ferrosos	Manutenção	6,46	1,5
200140	Metais	Manutenção	16,2	3,8
200301	Misturas de resíduos urbanos equiparados	Produção	10,58	2,5
Total de resíduos gerados			430,841	100

Tabela G.22 - Resíduos gerados pela empresa em 2017.

Código LER	Tipo de Resíduo	Origem/Processo	Quantidade	
			Produzida (ton)	%
40222	Fibras têxteis processadas	Tingimento/Acabamento	56,9	20,6
120101	Aparas e limalhas de metais ferrosos	Manutenção	20,4	7,4
130208	(*) Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação	Manutenção	0,852	0,3
150101	Embalagens de papel e cartão	Produção	10,16	3,7
150103	Embalagens de madeira	Transporte	21,46	7,8
150106	Misturas de embalagens	Produção	62,44	22,6
190813	Lamas de outros tratamentos de águas residuais industriais, contendo substâncias perigosas	ETAR	0,3	0,1
200140	Metais	Manutenção	39,8	14,4
200301	Misturas de resíduos urbanos equiparados	Produção	64,1	23,2
Total de resíduos gerados			276,412	100

Tabela G.23 - Resíduos gerados pela empresa em 2016.

Código LER	Tipo de Resíduo	Origem/Processo	Quantidade	
			Produzida (ton)	%
120101	Aparas e limalhas de metais ferrosos	Manutenção	16	7,3
120103	Aparas e limalhas de metais não ferrosos	Manutenção	0,917	0,4
150101	Embalagens de papel e cartão	Produção	17,701	8,1
150102	Embalagens de plástico	Produção	8,3	3,8
150103	Embalagens de madeira	Transporte	12	5,5
150106	Misturas de embalagens	Produção	53	24,2
130208	(*) Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação	Manutenção	0,6	0,3
200301	Misturas de resíduos urbanos equiparados	Produção	110,616	50,5
Total de resíduos gerados			219,134	100

Tabela G.24 - Resíduos gerados pela empresa em 2015.

Código LER	Tipo de Resíduo	Origem/Processo	Quantidade	
			Produzida (ton)	%
120101	Aparas e limalhas de metais ferrosos	Manutenção	33,58	8,71
140603	(*) Outros solventes e misturas de solventes	Manutenção	1,26	0,33
150101	Embalagens de papel e cartão	Produção	9,12	2,37
150102	Embalagens de plástico	Produção	3,49	0,91
150103	Embalagens de madeira	Transporte	17,04	4,42
150106	Misturas de embalagens	Produção	91,49	23,73
200121	(*) Lâmpadas fluorescentes e outros resíduos contendo mercúrio	Manutenção	0,18	0,05
200134	Pilhas e acumuladores não abrangidos em 20 01 33	Manutenção	0,49	0,13
150105	Embalagens compósitas	Produção	28,3	7,34
200140	Metais	Manutenção	80,6	20,9
200301	Misturas de resíduos urbanos equiparados	Produção	119,84	31,08
Total de resíduos gerados			385,59	100,0

Tabela G.6 – Produção específica de resíduos, de 2015 a 2019.

Ano	Quantidade resíduos produzida (kg)	Produção específica de resíduos totais (kg/ton)	Produção específica de resíduos da produção (kg/ton)
2019	149 200	49,4	44,5
2018	430 841	119,2	50,8
2017	276 412	88,9	62,3
2016	219 134	59,0	51,1
2015	385 590	93,6	61,3

Tabela G.7 – Operações de valorização de resíduos (Portaria 209-2004).

Operações de valorização de resíduos	
R1	Utilização principal como combustível ou outros meios de produção de energia
R2	Recuperação/regeneração de solventes
R3	Reciclagem/recuperação de compostos orgânicos que não são utilizados como solventes (incluindo as operações de compostagem e outras transformações biológicas)
R4	Reciclagem/recuperação de metais e de ligas
R5	Reciclagem/recuperação de outras matérias inorgânicas
R6	Regeneração de ácidos ou de bases
R7	Recuperação de produtos utilizados na luta contra a poluição
R8	Recuperação de componentes de catalisadores
R9	Refinação de óleos e outras reutilizações de óleos
R10	Tratamento no solo em benefício da agricultura ou para melhorar o ambiente
R11	Utilização de resíduos obtidos em virtude das operações enumeradas de R1 a R10
R12	Troca de resíduos com vista a submetê-los a uma das operações enumeradas de R1 a R11
R13	Acumulação de resíduos destinados a uma das operações enumeradas de R1 a R12 (com exclusão do armazenamento temporário, antes da recolha, no local onde esta é efetuada)

Tabela G.8 – Operações de eliminação de resíduos (Portaria 209-2004).

Operações de eliminação de resíduos	
D1	Deposição sobre o solo ou no seu interior (por exemplo, aterro sanitário, etc)
D2	Tratamento no solo (por exemplo, biodegradação de efluentes líquidos ou de lamas de depuração nos solos, etc)
D3	Injeção em profundidade (por exemplo, injeção de resíduos por bombagem em poços, cúpulas salinas ou depósitos naturais, etc)
D4	Lagunagem (por exemplo, descarga de resíduos líquidos ou de lamas de depuração em poços, lagos naturais ou artificiais, etc)
D5	Depósitos subterrâneos especialmente concebidos (por exemplo, deposição em alinhamentos de células que são seladas e isoladas umas das outras e do ambiente, etc)
D6	Descarga para massas de águas, com exceção dos mares e dos oceanos
D7	Descarga para os mares e ou oceanos, incluindo inserção nos fundos marinhos
D8	Tratamento biológico não especificado em qualquer outra parte do presente anexo que produz compostos ou misturas finais que são rejeitados por meio de qualquer das operações enumeradas de D1 a D12
D9	Tratamento físico-químico não especificado em qualquer outra parte do presente anexo que produz compostos ou misturas finais rejeitados por meio de qualquer das operações enumeradas de D1 a D12 (por exemplo, evaporação, secagem, calcinação, etc.)
D10	Incineração em terra
D11	Incineração no mar
D12	Armazenagem permanente (por exemplo, armazenagem de contentores numa mina, etc.)
D13	Mistura anterior à execução de uma das operações enumeradas de D1 a D12
D14	Reembalagem anterior a uma das operações enumeradas de D1 a D13
D15	Armazenagem enquanto se aguarda a execução de uma das operações enumeradas de D1 a D14 (com exclusão do armazenamento temporário, antes da recolha, no local onde esta é efetuada)