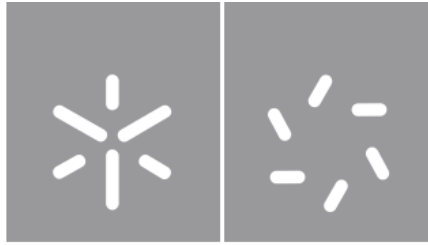


Universidade do Minho
Escola de Ciências

Hélder Fernandes Ferreira

Avaliação da sustentabilidade energética e ambiental e seus impactos no desenvolvimento sustentável numa empresa do setor têxtil



Universidade do Minho
Escola de Ciências

Hélder Fernandes Ferreira

Avaliação da sustentabilidade energética e ambiental e seus impactos no desenvolvimento sustentável numa empresa do setor têxtil.

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Ciências e Tecnologias do Ambiente
Área de Especialização em Energia

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professora Amélia Paula Martins Marinho Dias Reis
Sílvia Portela Martins

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do Repositório UM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Quero expressar a minha profunda gratidão aos meus queridos pais, cujo amor incondicional, apoio incansável e inspiração constante foram fundamentais para a conclusão bem-sucedida da minha dissertação de mestrado. O caminho foi longo, mas a presença deles e o encorajamento dado tornaram cada desafio mais leve. Obrigado por serem a minha fonte constante de força e motivação neste percurso acadêmico. Esta conquista é dedicada a vocês com todo o meu carinho e reconhecimento.

Às minhas orientadoras, Professora Paula Marinho Reis e Senhora Sílvia Portela Martins, por toda a dedicação, disponibilidade e paciência que tiveram para comigo ao longo deste percurso ao me incentivarem que tudo é possível com devida persistência.

À minha incrível namorada por ser a luz constante ao longo desta jornada. Ao teu apoio inabalável, paciência e amor que foi fundamental para que eu alcançasse a finalização desta dissertação.

Por fim, à Matias & Araújo S.A. por me acolher para a realização da dissertação e facultar os documentos e dados necessários para a realização da mesma.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho acadêmico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do
Minho

RESUMO

A Indústria Têxtil e Vestuário está ligada a diversas questões ambientais, como o consumo excessivo de recursos e a produção de resíduos, os quais têm impactos no meio ambiente e na saúde humana. A adoção de uma abordagem de produção sustentável pode ajudar a diminuir o consumo de recursos e a produção de resíduos, além de reduzir os custos associados às operações das empresas têxteis. A busca pela sustentabilidade é um dos principais objetivos na maioria das indústrias, pois as práticas sustentáveis aumentam a confiança entre a empresa e os clientes. Pode adotar práticas sustentáveis na seleção de matérias-primas, processos ecologicamente corretos e avaliação do ciclo de vida do produto.

Este trabalho foi realizado no sentido de entender qual o grau de importância que as empresas atribuem à implementação de um desenvolvimento sustentável, caracterizar e avaliar os processos industriais passíveis de gerar impactos ambientais e por fim, identificar potenciais problemas e apresentar propostas de melhorias que promovam o desenvolvimento sustentável da empresa.

Devido à grande quantidade de processos industriais dentro de cada setor, só foram considerados aqueles que decorrem na área de comercialização da Moda – acabamentos, tinturaria e expedição. Através do estudo foi possível não só avaliar os impactos ambientais negativos passíveis nesses processos industriais como também a sustentabilidade energética presente em cada um deles.

Fazendo uma análise desses impactos, foi possível apresentar diversas propostas de melhorias sustentáveis em cada setor que, se implementadas, têm o potencial de tornar a empresa mais eficiente e sustentável, nas dimensões ambiental, social e de governança.

Palavras-chave: Certificação, Recursos naturais, Processos industriais, Consumo.

ABSTRACT

The environmental impacts of the Textile and Clothing Industry, which is linked to various environmental issues, such as the excessive consumption of resources and the production of waste, presents risks to the environment and human health. Adopting a sustainable production approach can help reduce the consumption of resources and the production of waste, as well as reducing the costs associated with the operations of textile companies. The pursuit of sustainability is one of the main objectives in most industries, as sustainable practices increase trust between the company and its customers. Can adopt sustainable practices in the selection of raw materials, eco-friendly manufacturing, and product life cycle assessment.

This work was carried out to understand the level of importance that companies give to the implementation of sustainable development, to characterize and evaluate the industrial processes that are likely to generate environmental impacts and, finally, to identify potential problems and suggest improvements that will promote the company's sustainable development.

Due to the large number of industrial processes within each sector, only those that relate to the fashion marketing area - finishing, dyeing, and shipping - were considered. Through the study, it was possible not only to assess the negative environmental impacts of these industrial processes, but also the energy sustainability present in each of them.

By analyzing these impacts, it was possible to come up with several proposals for sustainable improvements in each sector which, if implemented, have the potential to make the company more efficient and sustainable in the environmental, social and governance dimensions.

Keywords: Certification, Natural resources, Industrial processes, Consumption.

Índice

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS	ii
AGRADECIMENTOS	iii
DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas	x
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xi
Capítulo I - Introdução	1
Capítulo II - Enquadramento ao Tema	1
2.1. Desenvolvimento sustentável e economia circular	3
2.2. Impactes ambientais da ITV	5
2.2.1. Consumo de recursos	5
2.2.2. Emissão de poluentes atmosféricos	7
2.2.3. Poluição da água e degradação dos solos	9
2.3. A ITV e o consumo energético	10
Capítulo III – Matias & Araújo S.A. (M&A)	12
Capítulo IV - Resultados	15
4.1 Inventariação dos processos industriais passíveis de gerar impactes	15
4.1.1 Pré-tratamento	15
4.1.2 Tingimento	16
4.1.4 Expedição	18
4.2 Avaliação dos impactes ambientais na empresa	18
4.2.1 Setor de acabamentos	19
4.2.2 Setor de tinturaria	20
4.2.3 Setor de expedição	21
4.3 Avaliação da sustentabilidade energética da empresa	22
4.3.1 Râmulas	22
4.3.2 Jet 's	23
4.3.3 Frota própria	24
4.4 Propostas de melhorias sustentáveis	25

4.4.1 Rámulas	26
4.4.2 Jet's.....	27
4.4.3 Frota própria.....	27
4.4.4 Recursos hídricos	29
Capítulo V - Conclusões	30
Referências Bibliográficas	31

Índice de Figuras

Figura 1 - Emissões de NO _x , CO, CH ₄ e N ₂ O pela ITV no ano de 2016..	8
Figura 2 - Consumo típico de energia elétrica numa instalação industrial composta	11
Figura 3 - Consumo típico de energia térmica numa instalação industrial composta.	11
Figura 4 - Entrada da empresa Matias & Araújo, S.A.	12
Figura 5 - Teares circulares do setor de tecelagem da empresa.	15
Figura 6 - Jet 's no setor de tinturaria da empresa	16
Figura 7 - Rámulas do setor de acabamentos da empresa	17
Figura 8 - Inventariação do ciclo produtivo área de comercialização da Moda na empresa.	18
Figura 9 - Cálculo da pegada de carbono de um veículo movido a gasolina	25
Figura 10 - Cálculo da pegada de carbono de um veículo movido a GPL	28

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Inventariação dos processos industriais e respetivos impactes ambientais	22
--	----

Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

ACV - Avaliação do Ciclo de Vida

CBD – Canabidiol

CO - Monóxido de Carbono

COV - Compostos Orgânicos Voláteis

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

GEE - Gases de Efeito de Estufa

GPL – Gás de Petróleo Liquefeito

Higg FEM - *Higg Facility Environmental Module*

ITV - Indústria Têxtil e Vestuário

M&A - Matias & Araújo

PCM – *Phase Change Materials*

PKS - *Palm Kernel Shell*

PTS - Partículas Totais Suspensas

Capítulo I - Introdução

Os têxteis são utilizados em múltiplas esferas do nosso quotidiano desde vestuário, na agricultura, na prevenção de riscos naturais como deslizamentos de terras, para fins militares, na indústria automóvel e muitas outras áreas (Dragović et al. 2022). No entanto, apesar da sua inquestionável importância para a sociedade, o setor têxtil e de vestuário apresentam diversos impactes ambientais negativos, como o consumo e desperdício excessivo de água e a poluição da mesma para os efluentes, a emissão e uso de gases tóxicos, emissões de gases de efeito de estufa e origina toneladas de resíduos têxteis.

O presente estudo foi desenvolvido na UC Projeto, no mestrado em Ciências e Tecnologias do Ambiente, na área de especialização de Energia e efetuado na empresa Matias & Araújo S.A. (M&A), uma empresa dedicada à produção de malhas circulares para múltiplas industriais globais como a moda, o desporto, os têxteis lar e transportes.

O objetivo deste estudo consistiu na caracterização e avaliação de processos industriais passíveis de gerar impactes ambientais ao nível da sustentabilidade energética e apresentação de propostas de melhorias que promovam o desenvolvimento sustentável da empresa.

A dissertação divide-se em cinco capítulos, um primeiro capítulo com uma pequena introdução, o segundo capítulo referente a um enquadramento ao tema onde aborda o desenvolvimento sustentável e a economia circular, os impactes ambientais da Indústria Têxtil e Vestuário e o seu consumo energético. No terceiro capítulo faz-se uma descrição da empresa onde foi efetuado o estudo, Matias & Araújo S.A. No quarto capítulo são apresentados os resultados, onde inclui a caracterização dos processos industriais passíveis de gerar impactes, é feita uma avaliação dos impactes ambientais e da sustentabilidade energética na empresa e são apresentadas propostas de melhorias sustentáveis. Por fim, um quinto capítulo com algumas conclusões.

Capítulo II - Enquadramento ao Tema

A globalização alterou radicalmente a natureza do comércio têxtil em todo o mundo. A Indústria Têxtil e Vestuário (ITV) é um ativo essencial à vida humana, gera cerca de mil milhões de euros todos os anos e contribui com sete por cento do total das exportações mundiais. No entanto, esta indústria tem

desvantagens ambientais: é responsável por graves problemas ecológicos em toda a sua cadeia de abastecimento (Costa et al., 2020)

A ITV enquadra-se em dois setores essenciais: o setor têxtil e o setor do vestuário. A distinção entre eles baseia-se nas diferentes etapas de produção envolvidas. O setor têxtil abrange desde a obtenção de fibras, tecidos e fios até aos tratamentos correspondentes, como tinturaria e acabamento. Além disso, inclui a fabricação de têxteis para uso doméstico e aplicações técnicas. Por outro lado, o setor do vestuário está focado na transformação dos materiais têxteis em peças de vestuário, abrangendo atividades como corte, confeção e acabamento das roupas. Encontra-se mais distribuída em termos mundiais entre os setores económicos, sendo muito diversificado pelo papel importantíssimo na economia de diversas regiões da Europa e na respetiva indústria transformadora. (Ribeiro, 2023).

Em Portugal, a Indústria Têxtil e Vestuário é reconhecida como uma das mais antigas e tradicionais, um dos maiores setores empresariais e nacionais e desempenha um papel crucial para o país. A origem da produção têxtil remonta à Revolução Industrial, que teve início no final do século XVIII. No entanto, só a partir da segunda metade do século XIX é que a industrialização ganhou impulso, marcada pela formação de diversas unidades dedicadas à fiação, tecelagem, tinturaria, acabamentos, malhas, têxteis-lar, têxteis técnicos, cordoarias e confeções. (República Portuguesa, 2018).

De acordo com uma pesquisa realizada pela Associação Têxtil e de Vestuário de Portugal em 2019, a indústria de têxteis e vestuário representa mais de 7% das exportações globais, proporcionando emprego a cerca de 2,6 milhões de pessoas envolvidas na fabricação de roupas para atender à procura excessiva dos consumidores. Portugal destaca-se como um dos principais produtores na Europa, ocupando a sexta posição em termos de volume de negócios e o quarto lugar no que diz respeito ao emprego com 150 mil pessoas, sendo 75% mulheres (ATP, 2019).

Este setor figura como um dos pilares fundamentais da economia nacional, contribuindo com aproximadamente 10% das exportações do país, representando 8% do volume total de negócios e constituindo 19% da força de trabalho na indústria transformadora (Sousa, 2022).

Assim como influencia a economia global e nacional, a indústria têxtil também exerce um impacto no meio ambiente, mas, ao contrário da economia, esse impacto é predominantemente negativo (Ribeiro, 2023).

2.1. Desenvolvimento sustentável e economia circular

O desenvolvimento sustentável tem sido definido de muitas formas, mas a definição mais frequentemente citada é a do documento *Our Common Future*, também conhecido como Relatório Brundtland: "O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades". Assim, o conceito de desenvolvimento sustentável foi inicialmente formulado como um processo que atende às necessidades atuais sem comprometer as necessidades das gerações futuras, procurando integrar o progresso económico, a preservação do meio ambiente e a equidade social. A sustentabilidade ambiental concentra-se na preservação e manutenção do meio ambiente, considerando a degradação ambiental como uma ameaça à nossa sobrevivência. Isso implica em alterar os hábitos individuais e requer a responsabilidade das empresas, uma vez que ao longo do tempo, a capacidade de produção e o aumento do consumo têm contribuído para uma crescente degradação ambiental (Cosme, 2019).

A sustentabilidade social tem origem na consciência coletiva em relação ao meio ambiente, destacando a necessidade de preservar os recursos naturais de uma determinada área. Por sua vez, a sustentabilidade económica abrange uma série de princípios económicos, financeiros e administrativos com o objetivo de promover o desenvolvimento económico de uma entidade específica, ao mesmo tempo em que preserva o meio ambiente e assegura a disponibilidade contínua de recursos económicos para as gerações futuras. Já dentro do contexto da sustentabilidade económica, é crucial destacar o conceito de economia circular. Esse modelo de crescimento económico incorpora a proteção ambiental, incentiva a prevenção da poluição e favorece o desenvolvimento sustentável (Ribeiro, 2023).

Atualmente, a busca pela sustentabilidade é um dos principais objetivos na maioria das indústrias porque as práticas sustentáveis aumentam a confiança entre a empresa e os clientes. As práticas sustentáveis poderiam centrar-se em três perspectivas: ambiental, económica e social. O termo "verde" ou "produção verde" está a ganhar muita importância em muitos setores. Como resultado, os produtores e retalhistas do setor da moda e do vestuário estão cada vez mais a adotar práticas que ajudam o ambiente e que cumpram as diretrizes éticas (Purvis et al., 2019).

Muitas abordagens podem ser utilizadas para alcançar a sustentabilidade nesta indústria, desde a seleção das matérias-primas até ao fim da vida útil de um produto. Tecnologias emergentes, materiais avançados (materiais renováveis e biodegradáveis) e abordagens de produção amigas do ambiente estão

a ajudar as empresas da moda e têxteis a alcançar uma produção sustentável. Por outro lado, o acordo de ações entre fabricantes, governos, organizações não governamentais e consumidores pode ajudar a obter uma indústria mais amiga do ambiente (Costa et al. 2020).

No que diz respeito ao processamento químico de tecidos, este é o que tem o impacto ambiental mais significativo. No entanto, esta etapa pode tornar-se mais amiga do ambiente com a adoção de tecnologias mais recentes, como o processamento enzimático, tratamentos de plasma, utilização de pigmentos/corantes naturais, micro-ondas e tratamentos de ultrassom. Outro grande desafio enfrentado pela ITV é a adoção de práticas sustentáveis na produção, como a seleção criteriosa de matérias-primas, processos ecologicamente corretos e Avaliação do Ciclo de Vida do produto (ACV e reciclabilidade) (Saxena et al., 2017).

Além de todo o processo produtivo, outros aspetos de sustentabilidade devem ser considerados. Com o aparecimento da *fast fashion*, surgiu o termo “desperdício pré consumo”. Cerca de 95% desses resíduos têxteis poderiam ser recuperados através da reciclagem ou *upcycling*, que é o processo de conversão de resíduos ou produtos inúteis em novos materiais ou produtos de melhor qualidade, onde são adicionados recursos valiosos e posteriormente, remodelados. É uma das formas mais económicas e elegantes de sustentabilidade na indústria têxtil no caso de resíduos pré/pós-consumo (Pandit et al., 2019).

Na população europeia, a média de compra de roupas novas anual é de 6,4 milhões de toneladas, o que equivale a aproximadamente 12,66 quilogramas (kg) por pessoa. O crescimento constante de consumo ao longo dos anos tem resultado num aumento significativo do desperdício. Cerca de 30% das peças de vestuário armazenadas na casa de uma família são utilizadas, em média, apenas um ano. Quando desprezadas, mais de metade dessas roupas não é reaproveitada e acaba incinerada ou enviada para aterros sanitários (Pinto, 2021).

De 2000 a 2015, a produção duplicou, ao passo que a utilização média de uma peça de roupa diminuiu. Anualmente, na Europa, as pessoas consomem aproximadamente 26 kg de produtos têxteis e descartam cerca de 11 kg. Embora o vestuário usado possa ser exportado para fora da União Europeia, a maioria é incinerada ou depositada em aterros (87%) (Parlamento Europeu, 2023).

A maneira como as pessoas se desfazem de roupas indesejadas passou por uma mudança, com muitas peças sendo deitadas fora em vez de doadas. Além disso, é sabido que menos de metade das roupas usadas é coletada para reutilização ou reciclagem e apenas 1% do vestuário reciclado é

transformado em novos produtos. Essa situação ocorre devido à recente disponibilidade de tecnologias que possibilitam a transformação de peças recicladas em fibras virgens (Parlamento Europeu, 2023).

A economia circular é um modelo cujo objetivo é manter os produtos/componentes/materiais em circulação pelo maior tempo possível, mantendo ou acrescentando valor (Costa et al. 2020).

O crescimento da *fast fashion* desempenhou um papel fundamental no aumento do consumo de vestuário. Em parte, esse comportamento é motivado pelos meios de comunicação e pela indústria, que difundem as tendências da moda para um número maior de consumidores a um ritmo mais rápido do que no passado (Parlamento Europeu, 2023).

As novas abordagens para resolver esse problema envolvem a criação de novos modelos de negócios para o aluguer de roupas, o design de produtos visando facilitar a reutilização e reciclagem (economia circular), persuadir os consumidores a adquirirem peças de qualidade superior em menor quantidade (*slow fashion*) e, de maneira geral, direcionar o comportamento dos consumidores para opções mais sustentáveis (Parlamento Europeu, 2023).

2.2. Impactes ambientais da ITV

Embora a ITV seja uma indústria com enormes benefícios económicos e sociais, é importante salientar que esta indústria está intrinsecamente ligada a diversas questões ambientais, nomeadamente o consumo de recursos e energia, a poluição dos solos e dos recursos hídricos, e a emissão de gases poluentes para a atmosfera (Sousa, 2022).

2.2.1. Consumo de recursos

Ao longo da complexa cadeia produtiva têxtil, diversos processos envolvem o uso considerável de produtos químicos, matérias-primas, energia e água. Essa utilização excessiva de recursos resulta numa quantidade substancial de resíduos que apresentam riscos significativos tanto para o meio ambiente como para a saúde humana (Ferreira, 2021).

É crucial reconhecer os riscos associados e os resíduos produzidos em cada fase do processo produtivo, assim como compreender os seus impactos ambientais. A otimização do uso de matérias-primas, água e energia, além da diminuição na geração de resíduos, não apenas resulta em benefícios

financeiros, mas também em ganhos ambientais substanciais. Essas melhorias podem ser alcançadas por meio da implementação de técnicas de produção mais sustentáveis. Essa abordagem não só contribui para a competitividade das empresas, reduzindo os custos de produção, mas também promove melhorias no ambiente de trabalho e fortalece a imagem das empresas perante o mercado, a sociedade e os seus colaboradores (Ferreira, 2021).

No caso das matérias-primas, a indústria deve apostar nas renováveis (fibras naturais como algodão, linho, lã, seda, etc., ou fibras celulósicas artificiais, como a viscose e o *lyocell*) e materiais degradáveis (poliéster reciclável, poliamida, entre outros). No entanto, mesmo as fibras naturais não são integralmente sustentáveis. Por exemplo, o algodão, que é um material natural e biodegradável, necessita de uma enorme quantidade de água para o seu cultivo e processamento. O consumo de água na produção de fibras sintéticas é expressivamente menor em comparação com o algodão, por exemplo, em média, são necessários 50–100 litros (L) de água para processar 1 kg de material têxtil sintético (Costa et al. 2020). Pode-se afirmar então que, a fabricação de fibra sintética consome grandes quantidades de água.

Ao empreender esforços na reestruturação de padrões de consumo e procedimentos, a ITV está a avançar de maneira significativa em direção a padrões mais rigorosos no panorama da sustentabilidade. A adoção de uma abordagem de produção sustentável apresenta potencial para a diminuição do consumo de recursos, a diminuir a produção de resíduos e os custos associados nas operações das empresas têxteis (Ferreira, 2021).

Diminuir gradualmente os efeitos ambientais e a intensidade do uso de recursos ao longo do ciclo de vida do produto são elementos fundamentais para promover tanto a prosperidade económica quanto a ambiental. Isso ocorre por meio da otimização e eficiência no uso de recursos, resultando na redução de resíduos ao longo de todas as fases produtivas. A interligação entre benefícios económicos e ambientais contribui para fortalecer a competitividade das empresas e aumentar, conseqüentemente, os seus lucros (Ferreira, 2021).

Se continuarmos a utilizar os recursos naturais no ritmo atual, será necessário o equivalente aos recursos de três planetas Terra até o ano de 2050 para atender às nossas necessidades. Diante de recursos finitos e desafios climáticos, torna-se imperativo fazer a transição de uma sociedade que segue o padrão "extrair, fabricar, desfazer" para uma economia neutra em carbono, sustentável, livre de substâncias tóxicas e totalmente circular até 2050. A crise atual expôs fragilidades nas cadeias de recursos e de valor, afetando especialmente as pequenas e médias empresas e a indústria em geral.

Uma economia circular não apenas reduzirá as emissões de CO₂, mas também impulsionará o crescimento econômico e abrirá oportunidades de emprego (Parlamento Europeu, 2023)

2.2.2. Emissão de poluentes atmosféricos

Num contexto do âmbito do setor têxtil, as emissões gasosas podem originar-se tanto nos procedimentos de produção quanto nos processos complementares. No processo produtivo, as fases que mais contribuem para a emissão de gases são os processos de acabamento, tingimento e estamparia. Em relação aos processos auxiliares, as caldeiras (de vapor e termofluido) representam a principal fonte de emissão. A quantidade específica de dióxido de carbono emitida na indústria têxtil é aproximadamente de 3,5 gramas por quilo de produto produzido (AEP, 2000).

As emissões gasosas geradas por esta indústria podem ser categorizadas em dois amplos conjuntos, considerando a natureza das fontes de sua origem:

- Fontes fixas: emissões provenientes de caldeiras empregadas para aquecimento e geração de vapor, juntamente com as emissões de exaustores, entre outros. Os poluentes vinculados a essas fontes incluem principalmente compostos orgânicos voláteis (COV), óxidos de azoto (NO_x), óxidos de enxofre (SO_x), monóxido de carbono (CO) e partículas totais suspensas (PTS);
- Fontes difusas: emissões que incluem vapores de solventes, vapores ácidos, óleos, partículas e odores. Os vapores oleosos surgem quando materiais têxteis, contendo óleos ou substâncias que podem volatilizar ou degradar-se pelo calor, são submetidos a tratamentos térmicos. Já os vapores ácidos resultam principalmente da carbonização de lã, utilizada para remover substâncias residuais como matéria vegetal e impurezas, além de diversos processos de tingimento. Por sua vez, os vapores solventes estão relacionados ao uso de solventes, principalmente nas operações de limpeza, tingimento e acabamento. Por fim, os odores estão geralmente associados aos poluentes utilizados e aparecem durante as operações de secagem, acabamento e tingimento com compostos sulfurosos (AEP, 2000).

Quando se trata das emissões originárias de fontes estacionárias, as operações que destacam emissões mais substanciais são o tratamento preliminar, o branqueamento, tingimento e estamparia. Contudo, a emissão de gases nessas operações ocorre principalmente de maneira indireta, ou seja, como resultado de processos de combustão associados às caldeiras encarregadas da produção de vapor. Com isto, a nível de fontes difusas, pode-se destacar três tipos de emissões:

- PTS: libertadas durante tanto o processo de fiação, tecelagem e tricotagem como também na preparação e dissolução de corantes;
- Vapores ácidos e alcalinos: a sua libertação ocorre durante processos de temperaturas elevadas, como a lavagem, desencolagem, carbonização e termofixação.
- COV: ocorre particularmente durante o processo de tingimento e secagem (Soto, 2018).

Dentro da indústria têxtil, os elementos geralmente analisados para descrever os efluentes gasosos incluem partículas de CO, COV, NOx e SOx. No entanto, dependendo do tipo de processo realizado, outros parâmetros podem ser considerados. Além dos mencionados, gases de efeito estufa (GEE) como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e gases fluorados também podem ser avaliados. A caracterização desses parâmetros geralmente é realizada em termos de concentração e caudais mássicos emitidos, sendo os valores obtidos altamente variáveis de acordo com o tipo de equipamento e as condições do processo (Soto, 2018).

Quanto às emissões gasosas em 2015, a ITV em Portugal foi responsável pela libertação de 760 984 toneladas de GEE, representando 1,27% do total de emissões de todas as atividades económicas no país. Ao analisar as emissões de cada gás de forma isolada, constata-se que em 2016, o CO₂ foi indiscutivelmente o poluente mais libertado por este setor industrial, totalizando um valor de 735 900 toneladas emitidas, o que representa praticamente a totalidade das emissões. Entre os restantes poluentes, os NOx, o CH₄ e o CO são os que apresentam as emissões mais significativas, enquanto o N₂O é o menos relevante, conforme ilustrado na Figura 1 (EUROSTAT, 2017).

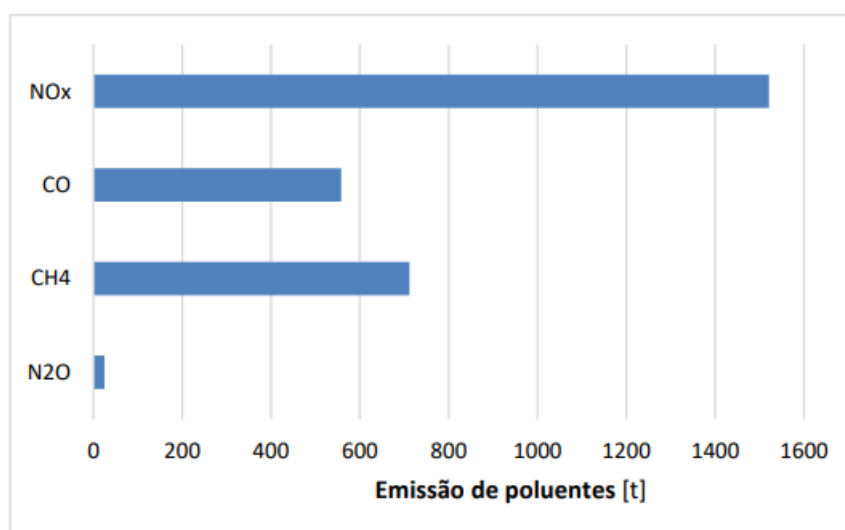


Figura 1 - Emissões de NOx, CO, CH₄ e N₂O pela ITV no ano de 2016. **Fonte:** EUROSTAT, 2017.

2.2.3. Poluição da água e degradação dos solos

No contexto de todos os setores industriais, a ITV é identificada como uma das atividades mais prejudiciais ao meio ambiente, principalmente devido ao volume e à composição dos efluentes líquidos produzidos durante as etapas finais do processo têxtil e marcado pelo intenso consumo de água (Ferreira, 2021).

O setor têxtil necessita de uma enorme quantidade de água tanto para o processo produtivo quanto para o processamento de matérias-primas como o algodão e outras fibras (Sousa, 2022). De acordo com as estimativas, a poluição da água potável a nível global é atribuída, em aproximadamente 20%, à produção têxtil, resultante da utilização de produtos para tingimento e acabamento (Parlamento Europeu, 2023).

A lavagem de roupas sintéticas contribui com 35% dos microplásticos primários libertados no meio ambiente. Uma única lavagem de vestuário feito de poliéster resulta na libertação de 700 000 fibras de microplásticos, que posteriormente, têm um potencial para entrar na cadeia alimentar. A maior parte dos microplásticos provenientes de têxteis é libertada nas primeiras lavagens. A abordagem de *fast-fashion* envolve a produção em larga escala, preços acessíveis e volumes de vendas elevados, resultando em numerosas primeiras lavagens (Parlamento Europeu, 2023).

A lavagem de artigos sintéticos resultou na acumulação de mais de 14 milhões de toneladas de microplásticos nos leitos oceânicos. Além dessa questão em escala global, a poluição derivada do fabrico de vestuário tem um impacto severo na saúde das comunidades locais, dos animais e nos ecossistemas onde as fábricas estão situadas (Parlamento Europeu, 2023). Além disso, as etapas húmidas durante a fabricação, os resíduos de lavandarias durante o uso de produtos têxteis e a aplicação de fertilizantes no cultivo de matéria-prima contribuem para o fenómeno da eutrofização em massas de água superficiais (Ribeiro, 2023).

A contaminação dos recursos hídricos, combinada com o consumo excessivo, reduz de maneira significativa a disponibilidade de água com padrões de qualidade adequados para diversos fins. Isso afeta uma ampla gama de usos, desde a irrigação de culturas, especialmente notável no cultivo do algodão devido ao uso intensivo de água, até a água destinada ao consumo humano (Ribeiro, 2023).

2.3. A ITV e o consumo energético

A energia representa um dos principais custos na indústria têxtil. Embora não seja normalmente identificada como uma indústria de alto consumo energético, devido ao grande número de unidades industriais envolvidas, exibe valores totais de consumo energético consideráveis (Soto, 2018).

Na indústria têxtil, os tipos de energia utilizados incluem a eletricidade para gerar força motriz e iluminação, bem como combustíveis (fuelóleo pesado, gás natural e gás propano) para a produção de vapor, aquecimento de óleo térmico ou utilização direta em máquinas produtivas. Além disso, na frota de transporte, pode-se fazer uso do gás propano, gasóleo e/ou gasolina (CITEVE, 2012).

Esta indústria utiliza quantidades significativas de eletricidade e combustíveis, mas a sua participação no consumo total de energia do setor têxtil de um país pode variar conforme a estrutura da indústria nesse país. Isso ocorre devido à diversidade na estrutura de consumo deste setor, dependendo da atividade específica. Por exemplo, os processos de fiação e tecelagem predominantemente consomem eletricidade, abrangendo a força motriz das máquinas, produção de ar comprimido, iluminação e aspiração de resíduos. Já a tinturaria e os acabamentos baseiam-se na queima de combustíveis (AEP, 2000).

Quanto à energia elétrica, esta é utilizada em operações que exigem altos valores de temperatura e humidade, como os processos de tinturaria, branqueamento e estampagem. Uma instalação industrial composta é uma unidade que abrange tanto processos secos quanto húmidos. Na Figura 2, estão destacados os processos que normalmente consomem mais energia elétrica nesse tipo de instalações. A fiação é o procedimento que mais consome energia elétrica, seguido pelos processos de humificação que ocorrem ao longo de toda a produção (Soto, 2018).

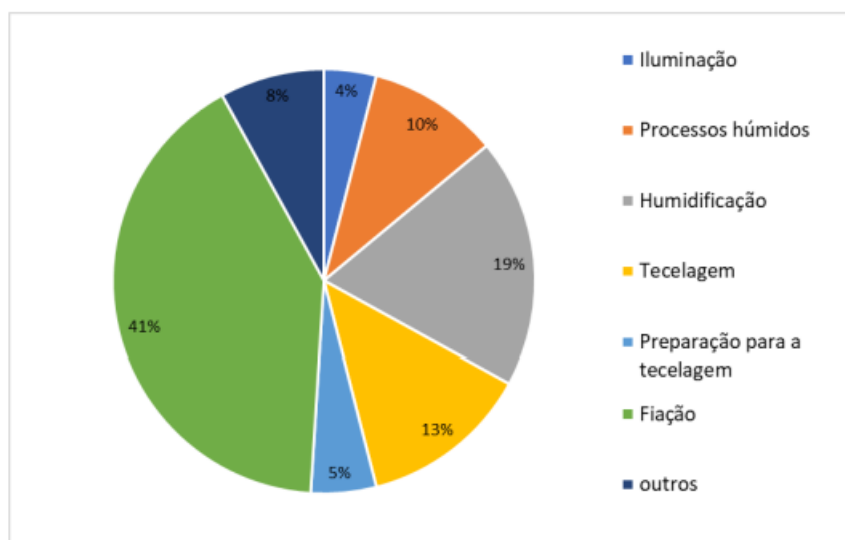


Figura 2 - Consumo típico de energia eléctrica numa instalação industrial composta. **Fonte:** Soto, D. (2018).

No âmbito da energia térmica (Figura 3), os processos que mais consomem energia estão relacionados ao pré-tratamento, tingimento, estamparia, acabamento e branqueamento, ou seja, os processos que envolvem humidade. Além disso, observa-se uma considerável perda de energia térmica durante a produção e distribuição de vapor. É crucial salientar que esses valores podem variar de uma instalação para outra (Soto, 2018).

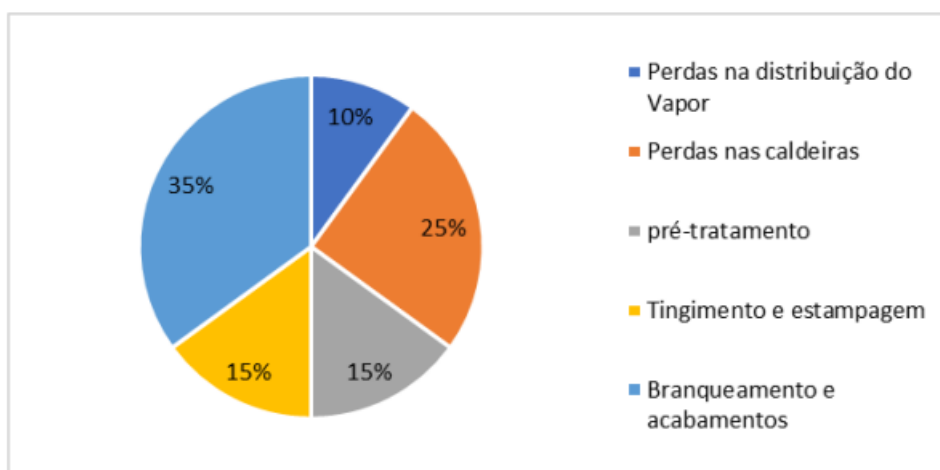


Figura 3 - Consumo típico de energia térmica numa instalação industrial composta. **Fonte:** Soto, D. (2018).

Estima-se que os valores típicos de consumo específico de energia térmica e elétrica variem, respetivamente, entre 11 e 65 MJ/kg de produto (263 a 1552 kgep/t de produto) e 0,5 a 7,5 kWh/kg de produto (43 a 645 kgep/t de produto). No contexto específico da indústria têxtil e de vestuário em Portugal, no ano de 2015, o consumo total foi de 12 576 terajoules, representando 6,7% do consumo total de energia em toda a indústria do país (Ozturk *et al.*, 2015; EUROSTAT, 2017).

Capítulo III – Matias & Araújo S.A. (M&A)

A empresa em estudo situa-se na Travessa da Cruz de Pedra 13, 4750-543 Lijó, Barcelos, conhecida pela sua vasta produção têxtil e com 22 anos no mercado da produção de malha em tear circular (Figura 4). No seu início apenas produzia malha para o setor de moda, mas há cerca de 10 anos investiu na produção para a malha de colchões e almofadas. Neste momento a empresa trabalha tanto para o mercado nacional como para o mercado internacional exportando para vários países da Europa principalmente Espanha e França.



Figura 4 – Entrada da empresa Matias & Araújo, S.A. **Fonte:** Matias & Araújo (2022).

Além da zona produtiva dos teares tem também nas suas instalações uma tinturaria e uma zona de acabamentos para que possa ter dentro de portas todo o processo produtivo da malha. Neste momento os dois setores (Moda e Têxteis Lar) tem armazéns de matéria-prima separados e cada um

deles tem um responsável pelas compras, porém utilizam a tinturaria e a zona de acabamentos conjuntamente.

A Matias & Araújo está firmemente comprometida com a sustentabilidade do planeta. O seu compromisso é fabricar têxteis de alta qualidade que atendam plenamente às expectativas dos clientes, ao mesmo tempo em que respeitam a sustentabilidade tanto dos produtos quanto dos processos de fabricação. A empresa esforça-se para cumprir rigorosamente todas as certificações e requisitos ambientais. Além disso, investe continuamente em pesquisa e desenvolvimento, criando e aprimorando constantemente novos produtos. A empresa encontra-se em permanente inovação técnica, selecionando as melhores matérias-primas e aplicando tecnologias avançadas, com uma tecelagem *H-TECH* e acabamentos nanotecnológicos. Tudo isso é feito com o objetivo de satisfazer um cliente moderno e preocupado com a sustentabilidade (Matias & Araújo, 2022).

Neste momento, a M&A possui 20 000 m² de área, cerca de 100 teares, 22 jet's, mais de 150 funcionários e produz cerca de 30 000 kg de malha por dia (Matias & Araújo, 2022).

De modo a descrever o funcionamento da empresa, esta divide-se em 2 áreas de comercialização: Têxteis Lar e Moda. Para o processo produtivo, são necessários 4 setores de atividade: a tecelagem, a tinturaria, acabamentos e expedição. No entanto, a área da Moda alberga apenas os setores tinturaria, acabamentos e expedição.

A M&A é reconhecida por ser uma empresa com diversas certificações. Tudo começa na tecelagem quando esta se compromete na compra de fio já certificado para esse efeito:

- *Responsible Wool Standard*, que tem como objetivo garantir toda a transparência e sustentabilidade da produção e origem da lã utilizada nos seus produtos. Para que este seja rotulado, é exigível que a lã seja 100% certificada, conseguindo assim promover melhorias no setor, tanto no cuidado com os animais como no manuseamento da terra;
- *Oeko-Tex Standard 100*, utilizada tanto para fios crus, mesclas e tintos. Os produtos certificados cumprem os requisitos relativos à ecologia humana exigidos pela norma para artigos de bebé – Classe I. Usado de modo a prevenir o uso de tudo que seja produtos e acabamentos tóxicos para a pele dos bebés;
- *Organic Content Standard*, aplica-se a produtos que possuam entre 95 e 100% de material orgânico. Esta certificação não só verifica a presença e a quantidade de material orgânico como rastreia a matéria-prima da sua origem até ao produto final.

- *Recycled Claim Standard*, tem como objetivo aumentar o uso de materiais reciclados, aplicando-se a qualquer produto que possua pelo menos 5% de material reciclado;
- *Masters of Linen*, sinal de excelência para linho 100% produzido na Europa, desde o cultivo até ao produto final, garantindo o mais alto nível de sustentabilidade ambiental e social, no cultivo e produção de linho na Europa, promovendo a biodegradabilidade e baixa pegada de carbono;
- *Global Recycled Standard*, destinado ao uso de qualquer produto que possua, pelo menos, 20% de material reciclado;
- *Global Organic Textile Standard*, trata-se do padrão mundial de processamento têxtil para fibras orgânicas, incluindo critérios ecológicos e sociais.
- *Better Cotton Initiative*, objetivo de melhorar a produção mundial de algodão, promovendo a sustentabilidade ambiental e social;
- *Forest Stewardship Council*, assegura que os produtos de origem florestal provêm de florestas bem geridas que oferecem benefícios ambientais, sociais e económicos (Matias & Araújo, 2022).

Contudo, para além das certificações de fio, a M&A passa por uma evolução no que toca a sustentabilidade circular. Recentemente adquiriu também a certificação Higg FEM (*Higg Facility Environmental Module*), que se trata de uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade que padroniza como as instalações medem e avaliam o seu desempenho ambiental anual. Esta, avalia e certifica a sustentabilidade das instalações da empresa e o desempenho ambiental, em questões como a uso de energia e da água, emissão de gases poluentes, controlo de águas residuais e gestão de resíduos e produtos químicos (Matias & Araújo, 2022).

O setor da tecelagem, após a compra de fio e consoante a encomenda do cliente, inicia o seu processo de tricotagem à disponibilidade dos 100 teares circulares para essa concretização (Figura 5).



Figura 5 – Teares circulares do setor de tecelagem da empresa. **Fonte:** Matias & Araújo (2022).

Capítulo IV - Resultados

4.1 Inventariação dos processos industriais passíveis de gerar impactes

Na empresa M&A, apesar existirem duas áreas de comercialização – moda e têxteis lar, com quatro setores industriais interligados – tecelagem, tinturaria, acabamento e expedição, é de notar que o setor da tecelagem é comum às duas áreas de comercialização. Por esta razão, no presente relatório só irá ser caracterizada a área de comercialização da moda que engloba apenas os setores da tinturaria, acabamento e expedição.

4.1.1 Pré-tratamento

No caso de o produto têxtil necessitar de um pré-tratamento, como por exemplo, uma termofixação, tratamento de cupro ou tratamento de anti-feltragem, este é enviado para o setor dos acabamentos para ser realizado o pré-tratamento em questão, (Figura 8a). Apenas há uma exceção: o

meio branco. Este procedimento de pré-tratamento é realizado nos jet's (Figura 6), localizados no setor da tinturaria, onde a malha é branqueada antes do seu tingimento. Caso não haja necessidade de tingimento da malha, o produto é encaminhado para o setor dos acabamentos.

4.1.2 Tingimento

Os jet's do setor da tinturaria (Figura 6) desempenham um papel crucial no processo de tingimento têxtil numa empresa têxtil. Esses dispositivos são parte integrante das máquinas de tinturaria e são responsáveis por aplicar corantes ou produtos químicos no material têxtil de forma eficiente e uniforme.

Posteriormente aos pré-tratamentos realizados no setor dos acabamentos e do meio branco, se necessário, a malha é novamente inserida no jet para tingimento de modo a adquirir a cor que o cliente pretende.

Caso o cliente pretenda o produto sem pré-tratamento, a malha entra diretamente para a fase de tingimento (Figura 8b).



Figura 6 - Jet 's no setor de tinturaria da empresa. **Fonte:** Matias & Araújo (2022).

Após a conclusão de todas essas etapas, se o produto não necessitar de levar um pós-tratamento, este é cuidadosamente embalado e preparado pela equipa de expedição, que utiliza a própria frota para realizar entregas diretas aos clientes. No caso de necessitar de pós-tratamentos, o produto volta ao setor dos acabamentos para levar um toque final no produto, como é demonstrado no ponto a seguir.

4.1.3 Pós-tratamento

Após tricotagem, os rolos produzidos poderão ter diferentes finalidades, dependendo da encomenda do cliente. Caso este pretenda um produto que não exija um pré-tratamento nem tingimento de fibras, o produto passará diretamente para o setor dos acabamentos onde poderá levar diferentes pós-tratamentos nanotecnológicos que darão um toque especial ao produto que a M&A dispõe, como por exemplo, tratamentos CBD, probióticos, aloé vera, PCM, repelentes sustentáveis, protetor Teflon, antimicrobianos, retardantes de fogo, entre outros (Figura 8c).

O setor dos acabamentos é composto por duas râmulas (Figura 7) que funcionam em três fases. Na primeira é dada uma relação de banho para a inclusão dos tratamentos. Posteriormente, a malha é estendida e passa por uma estufa para testes à temperatura e rotura (dependendo do tipo de fibra). Por fim, o produto passa por um controle de qualidade com o objetivo de identificar falhas/defeitos, com o auxílio do laboratório físico onde são procedidos também testes mais pormenorizados.



Figura 7 – Râmulas do setor de acabamentos da empresa. **Fonte:** Matias & Araújo (2022).

4.1.4 Expedição

O setor de expedição, numa empresa têxtil desempenha um papel crucial na gestão da logística e na entrega eficiente, pontual e em condições adequadas dos produtos acabados aos clientes.

Uma vez terminados todos os processos industriais acima mencionados, o produto é embalado e expedido pelo nosso setor de expedição, através de frota própria para entrega direta ao cliente (Figura 8d).

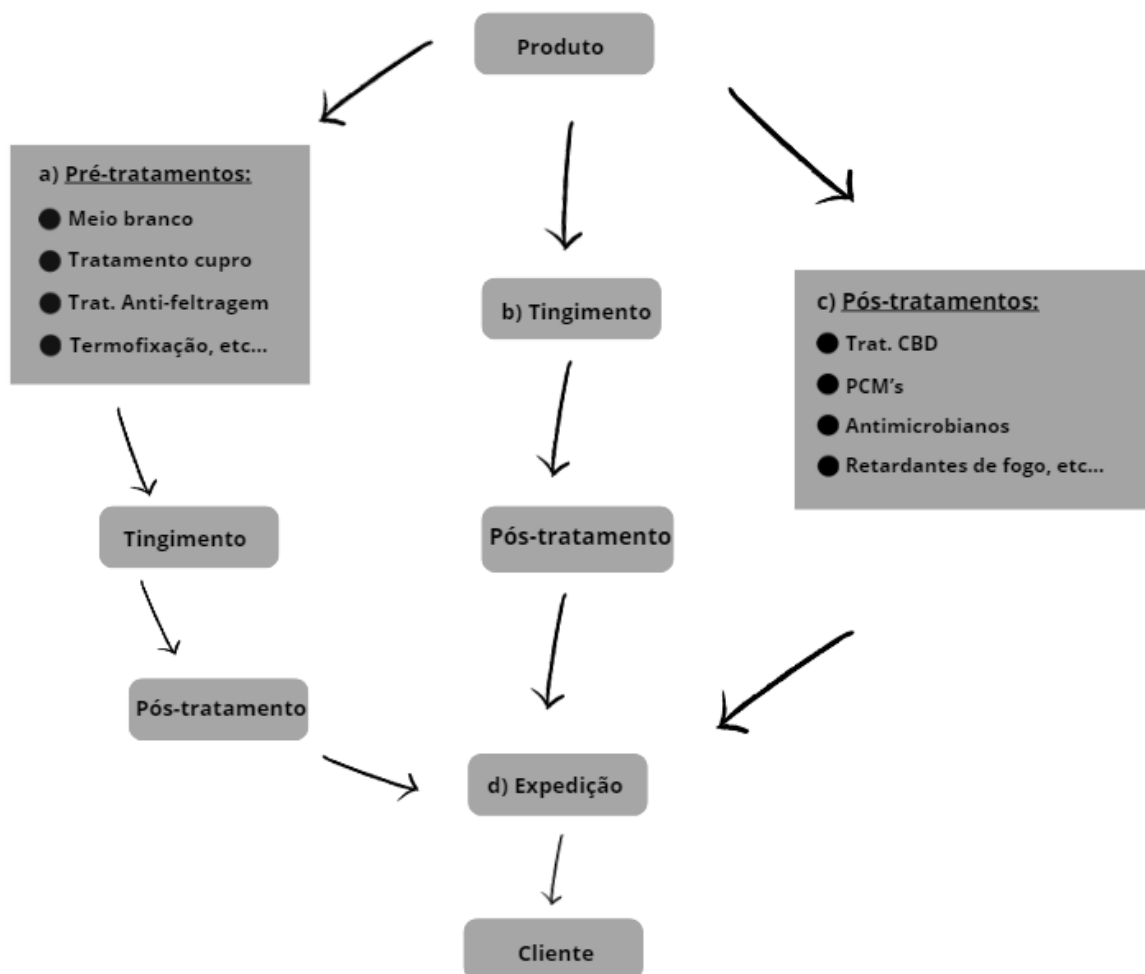


Figura 8 - Inventariação do ciclo produtivo área de comercialização da Moda na empresa.

4.2 Avaliação dos impactes ambientais na empresa

A indústria têxtil desempenha um papel crucial na economia global, fornecendo uma ampla gama de produtos que atendem às necessidades variadas da sociedade moderna. No entanto, à medida que

essa indústria continua a prosperar, cresce também a preocupação em relação aos impactes ambientais associados aos seus processos produtivos. O aumento da consciência ambiental global trouxe à tona a necessidade premente de avaliar e compreender os efeitos adversos que determinados processos industriais podem ter sobre o meio ambiente. Neste contexto, a avaliação dos impactes ambientais associados a esses processos torna-se imperativa para a implementação de práticas mais sustentáveis e a redução dos danos ambientais causados pela indústria têxtil. De seguida, é feita uma identificação dos impactes ambientais associados à atividade industrial da empresa.

4.2.1 Setor de acabamentos

Neste setor, existem duas máquinas, denominadas por râmulas (Figura 8), passíveis de realizar dois tipos de tratamentos (pré e pós-tratamentos), que apresentam impactes negativos, como evidenciado no ponto 1 e 2 da tabela 1. O acabamento têxtil muitas vezes envolve o uso significativo de água, por vezes quente, e produtos químicos que, pode contribuir para a escassez dos recursos hídricos e aumentar a carga de poluentes nos efluentes, podendo contaminar os corpos de água locais.

Para a mitigação deste impacte ambiental negativo, a empresa implementou um processo complexo para o tratamento de efluentes com a Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) de Barcelos. Os efluentes gerados pela empresa podem conter produtos químicos, fibras e outros contaminantes. Estes efluentes passam por tubagem que incorpora estruturas de filtragem capazes de conter e remover tanto os materiais grosseiros como partículas finas remanescentes, antes de serem descartados, coletados e direcionados para a ETAR.

Tendo em conta à poluição térmica das águas que ocorre neste processo industrial pois, muitas vezes, são utilizadas temperaturas elevadas nos tratamentos, de modo a prevenir o impacto nas bactérias de tratamento biológico da ETAR, o aumento de solubilidade de gases e riscos de corrosão de infraestruturas, foi implementada uma tubagem que percorre água à temperatura ambiente (20° C) que, ao fazer um cruzamento com a tubagem de descarga vai arrefecer efluentes quentes, antes da coleta por parte da ETAR.

Um dos maiores problemas da empresa é o facto do consumo de água ser efetuado em sistema aberto. A transição do consumo de água de sistemas abertos para sistemas fechados é desafiadora e está associada a diversos fatores que podem dificultar a implementação dessa mudança. O principal motivo pela qual ainda não ocorreu essa mudança passa pelos custos iniciais elevados e limitação

tecnológica, pois requer investimentos significativos em infraestrutura e exige atualização ou substituição de equipamentos, o que pode ser complexa e dispendiosa.

O uso de produtos químicos no processo de acabamento resulta na emissão de gases tóxicos contribuindo para a poluição do ar atmosférico. Neste caso, as máquinas responsáveis por estes tratamentos estão equipadas com uma chaminé comum que, no seu interior, contém filtros próprios que reduzem a libertação de partículas para a atmosfera e previnem a sua acumulação no equipamento, o que compromete a eficiência operacional das rámulas. Estes processos de filtragem ajudam então a minimizar a deposição e emissão dessas partículas contribuindo para uma operação mais eficiente e duradoura, garantindo que as emissões atmosféricas estejam em conformidade com as normas ambientais e promove práticas industriais mais sustentáveis.

Na parte final de todo o processo de acabamento, são gerados resíduos têxteis que são encaminhados para aterros, incineração ou reciclagem, que no caso da M&A, vende os resíduos têxteis a uma outra empresa que se encarrega de reutilizar ou reciclar esses resíduos gerados.

4.2.2 Setor de tinturaria

Os jet's de tinturaria (Figura 7) são componentes essenciais nos processos de tingimento e pré-tratamento utilizados na indústria têxtil, desempenhando um papel vital na aplicação eficiente de produtos e corantes aos materiais. Contudo, esses sistemas também podem resultar em impactos ambientais negativos, como evidenciado no ponto 3 da tabela 1.

O consumo e desperdício de água são muito idênticos ao setor dos acabamentos. O tratamento de efluentes e da poluição térmica da água é realizada de igual forma à exceção de um ponto. O processo de tingimento liberta substâncias químicas voláteis e partículas no ar, por isso, as emissões de COVs e partículas finas podem contribuir para a poluição do ar interior e ter impactos na qualidade do ar local e o uso de corantes e produtos químicos resulta na libertação de resíduos tóxicos.

Na empresa, os funcionários estão protegidos por uma máscara no momento de manuseamento no interior dos jet's de modo prevenirem a exposição a gases e partículas emitidos. Os corantes e auxiliares específicos usados atualmente não possuem componentes tóxicos de forma a proteger a saúde dos trabalhadores, uma vez que existem corantes e auxiliares que contêm substâncias químicas perigosas, como metais pesados e COV.

4.2.3 Setor de expedição

As atividades de expedição de uma empresa têxtil envolvem o transporte, o manuseamento e armazenamento de produtos acabados. Esta fase da cadeia de produção também pode gerar impactes negativos, como evidenciado no ponto 4 da tabela 1. O uso excessivo de embalagens, especialmente aquelas que não são biodegradáveis ou recicláveis, resultam numa grande quantidade de resíduos sólidos. Isso contribui para a poluição ambiental e aumenta a pressão nos sistemas de gestão de resíduos.

De modo a combater essa poluição, os plásticos que envolvem cada rolo de malha pronto a ser expedido, são desenvolvidos a partir de poliéster 100% reciclado. Porém, o mesmo não acontece ao filme que envolve a paleta de rolos pronta a expedir. A empresa conseguiu adquirir filme que fosse 100% poliéster em que apenas 50% é reciclado. No entanto, no ano de 2021, tentou usar um que fosse reciclado na sua totalidade, mas não resultou pois, pelo facto de ser 100% reciclado, este não se “agarra” ao produto e acabava por se soltar.

O transporte durante as expedições envolve veículos que emitem GEE. A frota usada pela empresa utiliza as duas principais fontes de combustíveis fósseis, o *diesel* e a gasolina. As emissões de GEE podem ser significativas e contribuir para poluição atmosférica e o uso desses veículos com motores de combustão intensifica os impactes ambientais associados à queima dos combustíveis fósseis e à dependência de recursos finitos.

Tabela 1 - Inventariação dos processos industriais e respetivos impactes ambientais.

Setores	Processos industriais	Impactes ambientais
i) Acabamento	<p><u>1. Pós-tratamentos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> . Tratamentos CBD; . PCM's; . Antimicrobianos; . Retardantes de fogo; 	<p>1. Consumo excessivo de água; Desperdício de água; Poluição de água para o efluentes; Emissões de gases tóxicos; Uso de produtos químicos; Resíduos têxteis; Consumo energético da própria máquina (rámula).</p>
ii) Tinturaria	<p><u>2. Pré-tratamentos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> . Termofixação; . Tratamento cupro; . Tratamento anti-feltragem. 	<p>2. Consumo excessivo de água; Desperdício de água; Poluição de água para os efluentes; Emissões de gases tóxicos; Uso de produtos químicos; Resíduos têxteis; Consumo energético da própria máquina (rámula).</p>
iii) Expedição	<p><u>3. Pré-tratamento e tingimento no jet:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> . Meio branco; . Tingimento de fibras. 	<p>3. Consumo excessivo de água; Desperdício de água; Poluição de água para os efluentes; Emissões de gases tóxicos; Uso de produtos químicos; Consumo energético da própria máquina (jet).</p>
	<p>4. Expedição do produto e entrega ao cliente.</p>	<p>4. Embalagens excessivas; Emissões de GEE; Consumo de combustíveis fósseis.</p>

4.3 Avaliação da sustentabilidade energética da empresa

A avaliação da sustentabilidade energética numa empresa têxtil é um processo abrangente que envolve a análise de diversos aspetos relacionados ao consumo de energia em todas as fases do processo produtivo. Neste relatório, irão ser apenas caracterizados as fontes de energia utilizadas das máquinas de cada setor (rámulas, jet's e frota própria), uma vez que só foram considerados os setores de acabamento, tinturaria e expedição, respetivamente.

4.3.1 Rámulas

A fonte de energia utilizada por uma rámula numa empresa têxtil pode variar, dependendo das características específicas do equipamento e das práticas adotadas pela empresa.

A escolha da fonte muitas vezes depende de fatores como a eficiência energética, custos operacionais, disponibilidade de recursos, requisitos específicos do processo de acabamento e considerações ambientais. Cada vez mais as empresas se focam na adoção de práticas sustentáveis, incluindo a escolha de fontes de energia mais limpas e eficientes, como parte dos seus esforços na responsabilidade ambiental.

Na empresa M&A, as r mulas utilizadas para este efeito são compostas por dois tipos de fontes de energia diferentes, eletricidade e caldeira a gás natural.

Essas máquinas cont m motores elétricos que são alimentados por eletricidade da rede, responsáveis por acionar diferentes partes do equipamento, como cilindros, rolos ou correios que desempenham um papel crucial no funcionamento da máquina. Sistemas de controlo eletr nico e automação dependem da eletricidade para operar, incluindo os painéis de controlo, sensores eletr nicos e outros componentes que garantem precisão e consistência nos processos de acabamento.

Por outro lado, o gás natural é usado nos processos iniciais das r mulas. As relações de banho, onde são diluídos e fixados os pr  e pós-tratamentos, são aquecidas através da caldeira a gás natural, com o objetivo de fornecer calor durante esses tratamentos e também durante a secagem do produto. Estes processos necessitam de temperaturas da ordem dos 60  C aos 130  C.

Desta forma,   possível afirmar que as r mulas foram projetadas para serem alimentadas por mais que uma fonte de energia, resultando numa combinação de fontes. Isto é indicador de uma tentativa de otimização da eficiência energética da empresa pela escolha de fontes de energia mais limpas e eficientes, de modo a tornarem a empresa energeticamente mais sustentável.

4.3.2 Jet 's

No setor de tinturaria, o processo é semelhante. As fontes de energia utilizadas para os jet's são também as duas fontes de energia comuns às r mulas, a eletricidade e a caldeira a gás natural.

Motores elétricos são comuns para acionar bombas, rolos e outros componentes. Além disso, a eletricidade também pode ser usada para aquecer a água ou a solução de corantes para o tingimento da malha, caso a caldeira a gás natural não esteja a funcionar de momento, a eletricidade proveniente da rede assume essa função. No entanto, esse não é caso da M&A. A caldeira a gás natural é composta por uma ramificação, semelhante   ramificação que alimenta as r mulas para o aquecimento térmico da água do jet para os diferentes tingimentos de fibras, entre os 60 C e os 130  C.

Com a evolução da empresa e aumento da quantidade de jet's, também devido aos custos operacionais, preferências e regulações ambientais, a M&A decidiu implementar práticas mais sustentáveis e eficientes no que toca a energia, incorporando então   caldeira uma ramificação com o objetivo de fornecer energia térmica aos processos realizados na tinturaria.

4.3.3 Frota própria

O objetivo do setor da expedição passa maioritariamente por atender diversas necessidades logísticas relacionadas ao transporte e distribuição de produtos, de forma a garantir controlo, eficiência, qualidade, flexibilidade e adaptação às necessidades específicas do negócio.

A escolha da fonte de energia para a frota própria de uma empresa pode depender de vários fatores, incluindo considerações económicas, disponibilidade de locais de abastecimento de combustível, políticas ambientais, regulamentações governamentais, entre outros.

No entanto, é de salientar que as fontes de energia utilizadas neste setor são combustíveis fósseis, como gasóleo e gasolina, que resultam em impactes negativos no meio ambiente e na dependência total de recursos finitos. Estes são derivados do petróleo bruto, o que os tornam recursos limitados e não renováveis numa escala de tempo humana. A sua extração, processamento e queima contribuem, não só para a emissão de GEE como para o aquecimento global. A queima destes combustíveis para obter energia é um processo que envolve perdas significativas de energia térmica, o que os torna menos eficientes.

A frota própria de expedição da M&A é composta da seguinte forma – dois carros e três carrinhas. Irei usar como exemplo uma das carrinhas, em que a fonte de combustível é gasolina. Sendo assim, com a ajuda de uma calculadora da *Carbon Footprint* foi possível calcular a pegada de carbono deste veículo. Sabendo que a maior rota que a expedição percorre é até ao Porto, a cerca 70 quilómetros, numa média de três viagens semanais, esse veículo percorre, por ano, cerca de 20 160 km. A calculadora, ao especificar o tipo de veículo, pergunta o peso do carro, da qual eu assumi que com o peso do produto exportado, o veículo poderia pesar até 3.5 toneladas. Sendo assim, colocando os dados na calculadora, obtivemos o total de 6.34 toneladas de CO_{2e} emitido para a atmosfera anualmente por um único veículo.

Mileage:

Choose vehicle:

[reset](#)

Or enter efficiency:

Calculate & Add To Footprint

Total Car Footprint = 6.34 tonnes of CO₂e **Offset Now**

Figura 9 - Cálculo da pegada de carbono de um veículo movido a gasolina. **Fonte:** Carbon Footprint (2024).

É possível então verificar a quantidade significativa de CO₂ libertada apenas por um veículo, com potencial impacto nas mudanças climáticas e na qualidade do ar.

Devido a estas preocupações, tem havido uma busca crescente por alternativas mais sustentáveis e energeticamente mais eficientes, que visam a reduzir a dependência de combustíveis fósseis e mitigar os impactes ambientais associados, tais como, a alteração da frota para carros elétricos e a instalação de pontos de carregamento elétrico que, neste momento, são os temas mais abordados industrialmente.

4.4 Propostas de melhorias sustentáveis

No cenário empresarial, a procura por práticas mais sustentáveis tornou-se imperativa e a indústria têxtil não é exceção. Diante dos desafios ambientais globais e da crescente consciência sobre a importância da responsabilidade corporativa, a empresa do setor têxtil enfrentam a necessidade premente de adotar medidas concretas para promover a sustentabilidade, sempre que possível, nos seus processos produtivos.

A seguinte apresentação de propostas de melhorias sustentáveis emerge como um elemento fundamental nesses processos, proporcionando não só benefícios ambientais, mas também um aperfeiçoamento na eficiência operacional em resposta à procura crescente, por parte dos consumidores, de práticas éticas e ecológicas.

Neste contexto, irão ser exploradas estratégias inovadoras e práticas sustentáveis que possam ser implementadas, destacando a importância de abordagens responsáveis para promover um futuro mais equilibrado e ecoeficiente.

4.4.1 Rámulas

Estes equipamentos alimentados por duas fontes de energia, eletricidade e caldeira a gás natural, podiam sofrer uma ligeira mudança que oferecesse uma melhoria no âmbito da sustentabilidade.

Os resíduos da indústria madeireira, gerados durante o processamento da madeira, podem ser submetidos a diversas práticas de gestão e reaproveitamento, dependendo da natureza específica dos resíduos e das práticas adotadas pela indústria.

Neste caso, a serragem, casca de árvores e outros resíduos, podem ser utilizados como biomassa para a geração de energia. Isso pode ser feito por meio da queima direta para a produção de calor ou eletricidade ou por processos mais avançados, como a produção de *pellets* ou briquetes para o uso em caldeiras ou estufas. Uma vez que já é aplicada uma combinação de fontes de energia para uso destes equipamentos e o facto da empresa se encontrar em crescimento ao nível de estruturas, uma proposta de melhoria sustentável seria a aquisição de uma caldeira a *pellets*, com o objetivo de passar de uma caldeira de fonte de energia não renovável e que emite GEE para a atmosfera para uma fonte de energia renovável.

Uma proposta também muito interessante seria uma caldeira a *PKS* (*Palm Kernel Shell*). Os *PKS*, provenientes dos "caroços" de palmiste, passam por um processo de lavagem, crivagem, limpeza e uniformização da humidade. Anteriormente, esta biomassa era negligenciada nos locais de plantação, causando impactos prejudiciais. A grande vantagem, em comparação com as caldeiras a gás natural, é o uso de um recurso que antes era considerado um resíduo. Uma caldeira deste tipo exemplifica os objetivos da economia circular e do desenvolvimento sustentável. Em relação às caldeiras a *pellets*, a principal vantagem dos *PKS* é que, para além de terem um valor energético superior, durante o processo, não contribuem negativamente para o meio ambiente, ao contrário dos *pellets* que requerem o abate de árvores (Marques, 2022).

4.4.2 Jet's

O mesmo acontece para o setor de tinturaria. Sendo que a mesma caldeira a gás natural abastece os dois setores, acabamento e tinturaria, seria interessante que, com a inclusão de uma caldeira a *pellets*, existir uma ramificação dessa caldeira que, da mesma forma, alimentasse o aquecimento de águas dos jet's.

4.4.3 Frota própria

Devido às preocupações ambientais, muitas empresas estão a explorar alternativas mais sustentáveis para o transporte, com veículos elétricos, híbridos, biocombustíveis, entre outros. Em termos de combustíveis, essas escolhas permitiriam reduzir o impacto ambiental associado ao transporte de produtos.

Desta forma, para a empresa M&A, uma proposta mais sustentável a nível de combustíveis, seria a instalação de kit's GPL (Gás de Petróleo Liquefeito) na sua frota.

Qualquer veículo que seja movido a combustíveis como o gasóleo ou gasolina pode passar pelo processo de conversão GPL e com isto, ter vantagens no aumento da autonomia dos veículos e obter uma maior poupança para a empresa com menor impacto ambiental.

A instalação deste kit é muito simples e segura. Neste caso os veículos passariam a ter dois depósitos, um de combustível convencional (diesel ou gasolina) e outro de GPL, resultando numa maior autonomia no que toca a viagens e a possibilidade de gastar bem menos por quilómetro feito. O preço deste kit GPL pode variar. Custa em média, cerca de 1500€, dependendo da fonte de combustível do veículo (Goldenergy, 2023). Uma vez que a frota própria da M&A faz muitos quilómetros todos os dias, justifica-se a instalação destes kit's e este tipo de investimento seria rapidamente amortizado.

É importante salientar que cada tipo de combustível tem as suas próprias características e vantagens e a escolha entre GPL, diesel e gasolina, deve ser baseada nas necessidades específicas dos veículos. Por isso, a escolha do kit GPL vem de encontro a emissões mais limpas, menor emissão de CO₂, mais económico em termos de quilómetro percorrido e menor dependência de combustíveis fósseis tradicionais, uma vez que é produzido como subproduto do processamento de gás natural.

Por exemplo, voltando a pegar na calculadora da *Carbon Footprint*, foi possível calcular a pegada de carbono do mesmo veículo, mas agora com a fonte de combustível a GPL. Percorrendo os mesmos quilômetros, efetuando a mesma quantidade de viagens e considerando que o veículo transporta o mesmo peso de produto exportado, obteve-se um valor de 5.14 toneladas de CO₂.

Mileage:

Choose vehicle:

[reset](#)

Or enter efficiency:

Calculate & Add To Footprint

Total Car Footprint = 5.14 tonnes of CO₂e **Offset Now**

Figura 10 - Cálculo da pegada de carbono de um veículo movido a GPL. **Fonte:** Carbon Footprint (2024).

Com isto, é possível comprovar que a troca de fonte de combustível, diesel ou gasolina para um kit GPL, é mais sustentável no que toca à emissão de poluentes atmosféricos, levando a uma diminuição da pegada de carbono em quase 19%. Para calcular a percentagem foi utilizada a seguinte equação:

$$X = (\text{Valor Inicial} - \text{Valor Final} / \text{Valor Inicial}) \times 100;$$

Substituindo os valores conhecidos:

$$X = (6.34 - 5.14 / 6.34) \times 100;$$

$$X = (1.26.34) \times 100;$$

$$X \approx 0.189 \times 100;$$

$$X \approx 18.9\% \approx 19\%.$$

4.4.4 Recursos hídricos

Na procura constante por práticas industriais mais sustentáveis, a gestão consciente dos recursos hídricos emerge como uma prioridade inegável para empresas, especialmente aquelas inseridas na indústria têxtil. Diante da pressão ambiental e da crescente necessidade de adotar medidas que minimizem o impacto sobre o ecossistema, surgiu a proposta de recolha de águas fluviais em pontos estratégicos como uma iniciativa visionária para transformar a forma como a água é utilizada nos processos produtivos. Ao direcionar o olhar para as fontes fluviais próximas, não se procura apenas aliviar a pressão sobre as fontes convencionais, mas também abrir o caminho para uma gestão hídrica mais eficiente e responsável.

Para essa implementação, seria necessário avaliar as necessidades hídricas da empresa, isto é, verificar a quantidade de água necessária para os processos industriais, limpeza, arrefecimento de equipamentos, entre outros. Depois, determinar onde seriam esses pontos estratégicos, tais como telhados, calhas ou áreas pavimentadas propícias ao escoamento da água da chuva. Colocar calhas e tubagens para direcionar a água da chuva até aos pontos de armazenamento já existentes na estrutura da empresa e a instalação de filtros e dispositivos de purificação para remover impureza, folhas ou outros detritos de modo a garantir que água armazenada seja adequada para uso nos processos industriais. Por fim, estabelecer um programa de monitorização para regular e avaliar a qualidade da água recolhida e garantir que o sistema esteja a operar de forma eficiente.

Outra proposta que pode contribuir a sustentabilidade ambiental e eficiência operacional, seria a transição para um sistema fechado de circulação de água, onde esta circula várias vezes internamente e minimiza o gasto de água da companhia, isto é, de água dos aquíferos subterrâneos.

Um dos principais benefícios deste tipo de sistemas é a conservação de recursos hídricos, minimizando a necessidade de extração contínua de água do meio ambiente, contribuindo para a sustentabilidade dos recursos locais. A água ao circular internamente, reduz significativamente o volume de descarga de efluentes, diminuindo a quantidade de água contaminada, o que ajuda na coleta por parte da ETAR e aumenta a eficiência devido ao reaproveitamento. Embora a empresa esteja a passar por mudanças e a aumentar as infraestruturas e esta implementação de sistema fechado possa envolver custos adicionais, a longo prazo, a economia da água e a redução nos custos associados ao tratamento de efluentes resulta em economias significativas. Adicionalmente, a adoção desta prática sustentável,

pode melhorar a imagem da empresa e o perfil de sustentabilidade perante os clientes, investidores, entre outros.

Desta forma, a implementação de um sistema de recolha de águas pluviais e de um sistema fechado de circulação de água, pode contribuir significativamente para a sustentabilidade ambiental da empresa, reduzindo o uso e procura por água potável e, a longo prazo, torna-se uma melhoria mais económica para a empresa.

Capítulo V - Conclusões

A Indústria Têxtil e Vestuário, apesar de ser um ativo essencial ao bem-estar do ser humano e contribuir significativamente para a economia global, enfrenta desafios ambientais que exigem a implementação de medidas sustentáveis em toda a cadeia de abastecimento.

Este estudo consistiu na caracterização e avaliação da sustentabilidade energética dos processos produtivos efetuados na Matais & Araújo.

A avaliação da sustentabilidade energética e ambiental e os seus impactes no desenvolvimento sustentável, revelou a importância de adotar práticas sustentáveis para mitigar os impactes negativos associados à indústria têxtil. Desta forma, a empresa demonstra um compromisso com a sustentabilidade, investindo em tecnologias emergentes e práticas sustentáveis para reduzir tanto as emissões de poluentes como o consumo energético e hídrico.

Como abordado neste estudo, a empresa subdivide-se em três setores que geram impactes ambientais bastante elevados e passivos de melhorias. A análise dos impactes ambientais na empresa destacou a necessidade de abordar as emissões de poluentes atmosféricos, o consumo de recursos, geração de resíduos e libertação de CO₂ por parte da frota automóvel. A avaliação efetuada neste trabalho indica que a empresa apresenta alguns pontos passíveis de melhoria, entre os três setores. Neste sentido, com as várias propostas apresentadas, a empresa conseguirá atingir uma maior sustentabilidade energética, bem como, em alguns casos, uma melhoria ao nível económico.

Um dos exemplos estudados no setor de expedição, onde foi possível avaliar a diminuição da pegada de carbono da frota própria da empresa em cerca de 19%, numa alternância de fonte de combustível, de diesel e gasolina para a inserção de um kit GPL, torna a empresa numa opção mais sustentável e económica.

Das medidas apresentadas para melhorias sustentáveis nos recursos hídricos, a implementação de um sistema de recolha de águas pluviais e de um sistema fechado de circulação de água, é a que apresenta maior relevância neste estudo uma vez que, além de combater o enorme impacto ambiental de consumo e desperdício de água, tornará a empresa mais sustentável e eficiente.

Referências Bibliográficas

- AEP - Associação Empresarial de Portugal ed., (2000). Manual de Boas Práticas Ambientais e Energéticas.
- Associação Têxtil e Vestuário de Portugal (ATP) (2019). Fashion From Portugal <https://atp.pt/pt-pt/projetos/fashion-from-portugal/> acessado a 20 de setembro de 2023.
- Carbon Footprint (2024). <https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx> acessado a 8 de janeiro de 2024.
- CITEVE (2012). Plano setorial de melhoria da eficiência energética em PME - Sector agroalimentar.
- Cosme, I. M. (2019). A importância das certificações ecológicas para a sustentabilidade na indústria têxtil e de vestuário. Dissertação de mestrado em Design e Marketing de Produto Têxtil Vestuário e Acessórios. Universidade do Minho, Portugal.
- Costa, C. Azoia, G. N. Silva, C. Marques, F. E. (2020). Textile Industry in a Changing World: Challenges of Sustainable Development. *Revista de Engenharia da Universidade do Porto*, 6:2, 86-97. https://doi.org/10.24840/2183-6493_006.002_0008 acessado a 24 de novembro de 2023.
- EUROSTAT (2017). Structural Business Statistics <http://ec.europa.eu/eurostat/web/structural-business-statistics/data/database> acessado a 2 de dezembro de 2023.
- Ferreira, P. T. (2021). Racionalização de consumos e otimização de processos, na indústria têxtil (roupa de cama). Dissertação apresentada na Universidade de Aveiro para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente.
- Florestas. (2021). O que é a pegada ecológica? <https://florestas.pt/saiba-mais/saiba-o-que-e-a-pegada-ecologica-e-como-calcula-la/> acessado a 10 de setembro de 2023.
- Goldenergy, (2023) – Conversão GPL: Que alterações são feitas ao veículo. <https://goldenergy.pt/blog/poupanca/instalacao-conversao-gpl/> acessado a 2 de janeiro de 2024.
- Ozturk, E., (2015). Evaluation of Integrated Pollution Prevention Control in a textile fiber production and dyeing mill. *Journal of Cleaner Production*, 88(Supplement C).
- Pandit, P., G. T. Nadathur, and S. Jose. (2019). "Upcycled and low-cost sustainable business for value-added textiles and fashion". In *Circular economy in textiles and apparel: Processing, manufacturing, and design*, edited by S. S. Muthu, 95-122. The Textile Institute Book Series. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102630-4.00005-4>.
- Parlamento Europeu (2023). Como alcançar a economia circular na EU até 2050? <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20210128STO96607/como-alcancar-a-economia-circular-na-ue-ate-2050> acessado a 18 de setembro de 2023.
- Parlamento Europeu (2023). O impacto da produção e dos resíduos têxteis no ambiente (infografias).

https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2020/12/story/20201208ST093327/20201208ST093327_pt.pdf acedido a 18 de setembro de 2023.

- Pinto, A. S. R. S. (2021). Economia Circular e Análise de ciclo de vida: Estudos de casos na Indústria Têxtil. Dissertação apresentada no Instituto Superior de Engenharia do Porto para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Química.
- Purvis, B., Y. Mao, and D. Robinson. (2019). Three pillars of sustainability: In search of conceptual origins. *Sustainability Science* 14, 681-95. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0627-5>.
- República Portuguesa- Direção Geral das Atividades Económicas (2018). Sinopse Indústria Têxtil e Vestuário.
- Ribeiro, B. S. A. (2023). Redução da pegada ecológica na valorização dos resíduos têxteis: o estudo de caso das práticas sustentáveis implementadas numa empresa com implantação nacional. Dissertação de mestrado em Ciências e Tecnologias do Ambiente na Área de Especialização em Monitorização e Remediação Ambiental. Universidade do Minho, Portugal.
- Saxena, S., A. S. M. Raja, and A. Arputharaj. (2017). "Challenges in sustainable wet processing of textiles". In *Textiles and clothing sustainability*, edited by S. S. Muthu, 43-79. *Textile Science and Clothing Technology*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-2185-5_2.
- Soto, D. M. C. P. (2018). Caracterização ambiental do setor têxtil em Portugal. Relatório de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente.
- Sousa, C. L. F. (2022). Avaliação do impacto ambiental do processo produtivo de uma empresa têxtil. Dissertação apresentada na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente.