



Avaliação de impacto ambiental da reutilização e reciclagem de têxteis: estudo de caso de uma empresa de valorização têxtil.

Uminho | 2023 | Bárbara

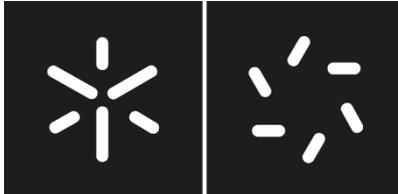


Universidade do Minho
Escola de Ciências

Bárbara Flexa de Santana

**Avaliação de impacto Ambiental da
reutilização e reciclagem de têxteis:
estudo de caso de uma empresa de
valorização têxtil.**

Outubro 2023



Universidade do Minho

Escola de Ciências

Bárbara Flexa de Santana

Avaliação de Impacto Ambiental da reutilização e reciclagem de têxteis: estudo de caso de uma empresa de valorização têxtil.

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Ciências e Tecnologias do Ambiente
Área de especialização em Monitorização e Remediação Ambiental.

Trabalho realizado sob orientação da
Doutora Amélia Paula Martins Dias dos Reis e
da **Doutora Raquel Menezes da Mota Leite**.

Outubro 2023

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 RepositóriUM da

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações
CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

AGRADECIMENTOS

O meu maior agradecimento é para Deus e meus mentores espirituais, por inúmeras vezes que eu quis desistir Eles e minha família seguraram a minha mão. Agradeço de coração aos meus pais e irmão, José Antônio, Elivana Maia e Igor Maia, sou eternamente grata por todas as oportunidades, apoio, ajuda, por serem meu alicerce em toda a minha caminhada, pelo amor incondicional e incentivo mesmo à distância, vocês são tudo para mim, e esse título é para vocês.

Aos meus amigos, alguns de longe outros de perto, mas que sempre mantiveram grande incentivo em todas as fases desse capítulo da minha trajetória.

Aos meus familiares, obrigada pelas ligações, mensagens, orações e por toda motivação.

Ao meu namorado, Barrote, gratidão por estar ao meu lado durante todo o percurso, por sempre acreditar no meu potencial, e me dar forças quando não pensei que a tivesse.

À Ultriplo pela oportunidade de estágio para realização da dissertação e disponibilização de material necessário para finalização do mesmo.

Aos meus professores ao longo do percurso, por sua dedicação, auxílio e paciência, sempre pensando no máximo aprendizado e conhecimento.

Às minhas orientadoras, Professora Doutora Amélia Paula Martins Dias dos Reis e Professora Doutora Raquel Menezes da Mota Leite, um eterno obrigado pela inspiração, por toda ajuda, por dividir a imensa sabedoria que ambas têm, pelos conselhos e pela paciência, e um pedido de desculpas pelas ausências e preocupações durante o desenvolvimento desse trabalho, ambas foram essenciais e sensacionais.

À Universidade do Minho, agradeço profundamente pela estrutura, apoio e acolhimento oferecidos.

Por fim, o meu muito obrigada a todos que contribuíram direta e indiretamente para a concretização do meu trabalho, apenas gratidão!

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico 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

Nos últimos anos, a questão dos resíduos têxteis emergiu como um desafio significativo dentro do contexto da sustentabilidade ambiental e da gestão de resíduos. Com o aumento da produção e do consumo de têxteis em todo o mundo, os resíduos gerados ao longo do ciclo de vida desses produtos têm suscitado preocupações crescentes sobre seus impactos ambientais e socioeconômicos. Em 2017, segundo a Agência Europeia do Meio Ambiente, as compras têxteis na União Europeia (UE) geraram cerca de 654 kg de emissões de CO² por pessoa, sendo que uma das formas de reduzir essas emissões de gases de efeito de estufa é através da reutilização de peças de vestuário proporcionando esta maiores benefícios ambientais do que a reciclagem, uma vez que esta acarreta ainda o consumo de recursos e a emissão de poluentes. A valorização têxtil envolve tanto a recuperação e reutilização de resíduos têxteis, quanto a possível reinserção da peça no mercado, proporcionando uma solução sustentável para mitigar o desperdício, reduzir o consumo de recursos naturais e o impacto ambiental. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de realizar análises estatísticas para avaliar a eficiência das rotas de recolha de resíduos têxteis, efetuadas por uma empresa do ramo de valorização têxtil em Portugal. Rotas mais eficientes implicam um menor consumo de combustíveis fósseis e, como tal, menor emissão de gases do efeito estufa para a atmosfera por kg de resíduo têxtil recolhido. Sendo assim, foram analisados dados do trabalho desenvolvido pela empresa Ultriplo, que visa à valorização dos bens recolhidos, a fim de promover a sua reutilização e contribuir para o desenvolvimento sustentável. As análises foram realizadas com foco no ano de 2021 e limitadas à zona Norte do país, devido à vasta base de dados disponível. De acordo com o estudo desenvolvido, e através da criação de uma nova base de dados a partir dos dados da empresa, realizou-se uma avaliação da eficiência das rotas, nas dimensões espacial e temporal. Esta avaliação apoiou-se em ferramentas estatísticas, nomeadamente modelos de regressão linear múltipla, através do software estatístico R. Dito isto, pode-se concluir que a modelação estatística foi de extrema importância para identificar a variável que promove uma maior eficiência, que neste caso seria a informação de “*filling*”, definida pelo preenchimento médio dos contentores recolhidos em cada rota. Este fator é determinante para a maior eficiência das recolhas; também foi possível constatar a sazonalidade das mesmas. Foram criados novos indicadores que permitem também analisar a eficiência das rotas, como o “peso médio por km” percorrido numa determinada saída (*weighingMedioPorKm*); o “peso médio por contentor” despejado nessa saída (*weighingMedioPorContentor*); e o “preenchimento médio por contentor” despejado (*fillingMedio*). Como principais conclusões da análise e modelação estatística realizada, destaca-se que, por cada 10% adicionais no preenchimento total dos contentores, se espera um aumento de 14.1 kg no peso total descarregado. Curiosamente, e ao contrário do que seria expectável, concluiu-se que por cada contentor adicional numa dada rota, se espera um decréscimo de 5.92 kg no peso total descarregado. Concluiu-se ainda que, por cada 10 km adicionais percorridos, se espera um decréscimo de 2.1 kg no peso total descarregado. A título de considerações futura, sugere-se a reformulação de rotas baseadas nos períodos de alta e baixa temporada, assim como a realização de simulações para verificar quão eficiente pode ser uma determinada rota. A replicação deste estudo poderia trazer resultados ainda mais concretos, visto que a análise foi realizada apenas para o ano de 2021, que pode ter tido influência da situação pandémica. Por fim, faz-se notar que a empresa Ultriplo exerce uma função essencial para a minimização dos efeitos causados pelo descarte incorreto dos resíduos têxteis, direcionando-os para um modelo de economia circular, promovendo o aumento do desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Resíduos têxteis; Valorização têxtil; Portugal; Ultriplo; Análise Estatística.

ABSTRACT

In recent years, the issue of textile waste has emerged as a significant challenge within the context of environmental sustainability and waste management. With the increase in the production and consumption of textiles around the world, the waste generated throughout the life cycle of these products has raised growing concerns about their environmental and socio-economic impacts. In 2017, according to the European Environment Agency, textile purchases in the European Union (EU) generated around 654 kg of CO² emissions per person, and one of the ways to reduce these greenhouse gas emissions is through the reuse of garments, which has greater environmental benefits than recycling, since recycling also consumes resources and emits pollutants. Textile recovery involves both the recovery and reuse of textile waste and the possible reinsertion of the garment into the market, providing a sustainable solution to mitigate waste, reduce the consumption of natural resources and environmental impact. This work was developed with the aim of carrying out statistical analysis to assess the efficiency of the textile waste collection routes carried out by a textile recovery company in Portugal. More efficient routes imply lower consumption of fossil fuels and, as such, lower greenhouse gas emissions into the atmosphere per kg of textile waste collected. Data from the work carried out by the company Ultriplo was therefore analyzed, which aims to recover the goods collected in order to promote their reuse and contribute to sustainable development. The analysis was focused on the year 2021 and limited to the northern part of the country, due to the vast database available. According to the study carried out, and by creating a new database from the company's data, an assessment was made of the efficiency of the routes, in the spatial and temporal dimensions. This evaluation was based on statistical tools, namely multiple linear regression models, using the statistical software R. That said, it can be concluded that statistical modeling was extremely important in identifying the variable that promotes greater efficiency, which in this case would be the "filling" information, defined by the average filling of the containers collected on each route. This factor is decisive for the greater efficiency of collections; it was also possible to see how seasonal they are. New indicators were created that also make it possible to analyze the efficiency of the routes, such as the "average weight per km" traveled at a given exit (weighingMedioPorKm); the "average weight per container" dumped at that exit (weighingMedioPorContainer), ; and the "average filling per container" dumped (fillingMedio). The main conclusions of the analysis and statistical modeling carried out are that, for every additional 10% in the total filling of containers, an increase of 14.1 kg is expected in the total weight unloaded. Interestingly, and contrary to what might be expected, it was concluded that for each additional container on a given route, a decrease of 5.92 kg in the total weight unloaded is expected. It was also concluded that for every additional 10 km traveled, a decrease of 2.1 kg is expected in the total weight unloaded. As future considerations, we suggest reformulating routes based on high and low season periods, as well as carrying out simulations to see how efficient a particular route can be. Replicating this study could provide even more concrete results, given that the analysis was only carried out for the year 2021, which may have been influenced by the pandemic situation. Finally, it should be noted that the Ultriplo company plays an essential role in minimizing the effects caused by the incorrect disposal of textile waste, directing it towards a circular economy model, promoting increased sustainable development.

Keywords: Textile Waste; Textile Valorization; Portugal; Ultriplo; Statistical Analysis.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. OBJETIVOS	3
1.3. METODOLOGIA	4
1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	4
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	5
2.1. HISTÓRICO DO TÊXTIL.....	5
2.2. O TÊXTIL EM PORTUGAL.....	7
2.3. A INDÚSTRIA TÊXTIL E VESTUÁRIO (ITV) E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	8
2.3.1. CONCEITO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A SUA IMPORTÂNCIA.....	8
2.4. ECONOMIA LINEAR E ECONOMIA CIRCULAR	11
2.4.1. ECONOMIA LINEAR.....	11
2.4.2. ECONOMIA CIRCULAR	12
2.5. CONSUMO E CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS.....	14
2.5.1. O CICLO DE VIDA DE UM PRODUTO TÊXTIL	14
2.5.2. INCENTIVOS AO CONSUMO	15
3. IMPACTOS AMBIENTAIS E A PRODUÇÃO DE RESÍDUOS TÊXTEIS	16
3.1. GESTÃO DE RESÍDUOS TÊXTEIS	16
3.2. POLÍTICA NACIONAL DE GESTÃO DE RESÍDUOS	17
3.3. PRODUÇÃO DE RESÍDUOS TÊXTEIS	18
3.3.1. CONSUMO E POLUIÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	20
3.3.2. CONSUMO DE ENERGIA	21
3.3.3 EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA.....	22
3.3.4. UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS TÓXICOS E POLUIÇÃO DOS SOLOS.....	24
4. CASO DE ESTUDO.....	25
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE DA EMPRESA.....	25
4.2. BASE DE DADOS DA ULTRIPLO.....	27
4.3. ANÁLISE PRELIMINAR DOS DADOS.....	31
4.4. ANÁLISE DE REGRESSÃO	37

5. CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO	39
REFERÊNCIAS.....	41
ANEXOS.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquematização da economia linear.....	11
Figura 2 Representação do funcionamento da economia circular.....	13
Figura 3 Ciclo de vida de um produto têxtil.....	14
Figura 4 Pirâmide invertida da hierarquia de resíduos.	18
Figura 5 Uso padrão de energia elétrica.	21
Figura 6 Uso padrão de energia térmica.....	22
Figura 7 Emissões de gases com efeito estufa na cadeia de valor do vestuário em 2018.	23
Figura 8 Dispositivo de recolha ou contentor.	26
Figura 9 Esquema ilustrativo do processo de materiais recolhidos desde a sua chega à sede até sua destinação final.	26
Figura 10: Representação gráfica do número de saídas por cada mês.	31
Figura 11: Número de contentores integrantes de cada rota (Containers) e número de contentores verdadeiramente recolhidos (totalPickups).	33
Figura 12: Variação mensal das variáveis “peso médio por km”, “peso médio por contentor” e “preenchimento médio por contentor”	34
Figura 13: Variação semanal das variáveis “Peso médio por km”, “Peso médio por contentor” e “Preenchimento médio por contentor”	35
Figura 14: Correlação entre variável dependente "Peso total da saída" com variáveis quantitativas "Preenchimento total", "Preenchimento médio por contentor", "Total de Kilometros percorridos" e "Total de contentores".	35
Figura 15: Matriz de correlações e significância	36
Figura 16: Representação gráfica do número de saídas efetuadas durante os dias da semana.....	44
Figura 17: Análise gráfica das variáveis filling (%), weighing (kg) e totalKms (km).	45
Figura 18: Análise gráfica de variáveis "weighingPorKm", "weighingPorContentor" e "fillingMedio", derivadas de dados originais.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.	9
Tabela 2 Apresentação das rotas.	28
Tabela 3: Apresentação e descrição das varáveis (as novas variáveis, propostas para este estudo, aparecem a bold).	29
Tabela 4: Número de saídas efetuadas no ano de 2021.	31
Tabela 5: Número de saídas efetuadas durante os dias da semana.	32
Tabela 6: Veículos utilizados nas recolhas.	32
Tabela 7: Estatística descritiva de algumas variáveis consideradas relevantes.	33
Tabela 8: Tabela de horários de início do processo de recolhas dos containers.	44
Tabela 9: Tabela de horários de fim do processo de recolhas dos containers.	44
Tabela 10: Estatística descritiva de algumas variáveis de interesse.	45
Tabela 11: Sumário de número de saídas efetuadas, distância média percorrida por rota/saída, número médio de contentores despejados por rota/saída, preenchimento médio dos contentores por rota/saída, peso médio da quantidade de têxteis recolhidos por rota/saída e, respetivo, peso médio de resíduos recolhidos por distância percorrida.	46

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

Nos últimos tempos houve um significativo aumento no consumo mundial de diversos produtos o que, por consequência, impulsionou ao avanço da industrialização. Entretanto, ao fabricar novos produtos para atender as necessidades dos consumidores, as empresas fazem uso de recursos naturais ocasionando impactos ambientais que podem ser irreversíveis. As dúvidas, portanto, quanto ao futuro do planeta são muitas, pois diante da atual situação do meio ambiente, é imprescindível que sejam criadas ações de proteção a partir da consciencialização, sua importância e da mudança de atitudes.

A constante disponibilização de novos estilos a preços muito baixos, levou a um grande aumento da quantidade de vestuário fabricado e descartado, existindo assim, uma preocupação crescente com a proteção ambiental e desenvolvimento sustentável imposta por fatores como regras de conduta, padrões de consumo e consciencialização ecológica. Vários autores defendem que, o primeiro passo para a resolução da crise ecológica que o planeta enfrenta – quer ao nível de alterações climáticas, poluição de águas e até devastação de florestas – é admitir que sendo o ser humano o responsável por esta degradação é também ele lúcido da sua obrigação de a travar. (RIBEIRO, 2020)

O Parlamento Europeu (2022), confirma que, desde 1996, o volume de vestuário comprado por pessoa na UE aumentou cerca de 40%, na sequência de uma queda acentuada dos preços, que causou uma redução da vida útil do vestuário. Na Europa, todos os anos, as pessoas consomem cerca de 26 kg de produtos têxteis e deitam fora cerca de 11 kg. O vestuário usado pode ser exportado para fora da UE, mas na sua maioria (87%) é incinerado ou depositado em aterros.

O consumo de têxteis na UE é o fator que tem o quarto maior impacto no ambiente e nas alterações climáticas, a seguir aos alimentos, à habitação e à mobilidade. Além disso, é o terceiro em termos de utilização dos recursos hídricos e dos solos e o quinto em termos de utilização de matérias-primas primárias e de emissões de gases com efeito de estufa.

Segundo Tomás (2016), em Portugal, “os resíduos têxteis pesam anualmente cerca de 230 toneladas no sistema de recolha de lixo urbano...” e “...5% das 4607 toneladas de resíduos sólidos urbanos são compostos por peças de vestuário ou roupa de casa que acabam num aterro ou são incinerados”. Tal acontece, porque o setor industrial não está interessado em reciclar roupa usada pois esta resulta em fibras menos resistentes e não proporciona grande lucro. Por outro lado, estes resíduos não são apenas provenientes de produtos têxteis em final de vida. O processo de desenvolvimento destes produtos também produz uma grande quantidade de resíduos, principalmente na fase do corte nas

confeções, em que os pequenos retalhos que chegam a gerar toneladas de resíduos que são maioritariamente descartados em aterros sanitários, o que apresenta um grande problema para a economia destas empresas e para o meio-ambiente.

De forma mais global, é possível dizer que as empresas se encontram cada vez mais preocupadas com as questões ambientais, não só devido à pressão exercida pelos consumidores, que pretendem um futuro mais sustentável, mas também devido ao aumento da consciencialização por parte dos seus gestores (Wackernagel, et al., 2000), que também percebem que pode existir uma oportunidade económica na sustentabilidade ambiental.

Neste contexto, a legislação ambiental tem sido alvo de grandes desenvolvimentos através da elaboração de diretrizes para descritores ambientais como resíduos, qualidade da água, substâncias perigosas, qualidade do ar, no sentido da preservação, da poluição e proteção dos recursos. As organizações percebem assim que a sustentabilidade constitui uma forma de diferenciação crucial para o aumento da produtividade e passam a integrar as variáveis ambientais nas estratégias da empresa. (Veiga, 2017).

Segundo o Parlamento Europeu (2022), em março de 2020, a Comissão publicou um novo Plano de Ação para a Economia Circular, que abrange uma estratégia da UE para os têxteis, com o objetivo de estimular a inovação e impulsionar a reutilização no setor.

De acordo com a World Wildlife Fund (WWF) 2016, a Pegada de Carbono da humanidade é a principal causa das mudanças climáticas atuais, devido ao fato de gerarmos emissões de dióxido de carbono mais rápido do que podemos absorver. Desde a década de 70, a humanidade triplicou a pegada de carbono total.

O estudo “The State of Fashion 2021: In search of promise in perilous times”, aponta para que 6% das emissões globais de gases de efeito estufa e que 10 a 20% do uso de pesticidas, bem como 20 a 35% dos microplásticos existentes nos oceanos está diretamente ligado à indústria têxtil. O dinamismo da indústria da moda e a “fast fashion”, um modelo em que os produtos são fabricados, consumidos e descartados constantemente de forma rápida, gera desperdícios com elevadas consequências ambientais.

Segundo o Parlamento Europeu (2022), a produção têxtil necessita de muita água e de terrenos para o cultivo de algodão e outras fibras. Diante das estimativas, à escala mundial, a indústria têxtil e do vestuário consumiu 79 mil milhões de metros cúbicos de água em 2015 – enquanto as necessidades da economia da UE como um todo ascenderam a 266 mil milhões de metros cúbicos em 2017. Para fabricar uma única t-shirt de algodão, estima-se que sejam necessários 2700 litros de água doce – a quantidade média de água que uma pessoa bebe em dois anos e meio.

Em fevereiro de 2021, o Parlamento votou o novo plano de ação para a economia circular exigindo medidas adicionais para alcançar uma economia neutra em termos de carbono, sustentável, livre de substâncias tóxicas e totalmente circular até 2050, incluindo regras de reciclagem mais rigorosas e metas obrigatórias para a utilização e consumo de materiais até 2030. Fazem parte das propostas apresentadas pelos eurodeputados: novas medidas contra a perda de microfibras e a aplicação de normas mais rígidas no que diz respeito à utilização da água.

As empresas privadas e as autoridades públicas perceberam os potenciais benefícios económicos, sociais, ambientais e climáticos de um sistema têxtil circular. Assim, recentemente, surgiram modelos de negócios circulares com foco no design têxtil circular, reciclagem e reutilização de têxteis (EEA 2019). As atuais políticas europeias encorajam a criação de sistemas de reutilização de têxteis para evitar, em primeiro lugar, o desperdício. Maximizar a reutilização seguramente implicará uma redução no consumo de recursos e uma diminuição dos impactes no ambiente, nomeadamente nas emissões de GEE, contribuindo para tão ambicionado desenvolvimento sustentável.

1.2. OBJETIVOS

O corrente estudo foi efetuado nas instalações da empresa Ultriplo Lda (U3), a qual foi alvo de caso de estudo, disponibilizando e proporcionando suporte para o desenvolvimento da tese.

A U3, é uma empresa que atua no ramo de valorização têxtil desde o ano de 2001, com o principal objetivo de mitigar as consequências provenientes da produção e descarte rápidos de têxteis, prolongando o ciclo de vida desses materiais a partir da prática dos 5R's, em busca da diminuição da pegada ecológica, uso de recursos naturais e consequentes impactos ao meio ambiente, contribuindo assim para uma possível economia circular do setor.

OBJETIVO GERAL

Realização da análise do processo de valorização têxtil executado pela empresa Ultriplo (U3), com o intuito de avaliar a eficácia e eficiência do processo de recolha do material disposto nos dispositivos distribuídos pela rota.

Assim sendo, para melhor compreensão, pretende-se:

- i. Efetuar uma análise preliminar da extensa base de dados fornecida pela U3 de forma a identificar as variáveis relevantes para os objetivos deste estudo em questão.
- ii. Criar uma nova base de dados integrando variáveis originais da base de dados da U3 e variáveis novas consideradas necessárias para este estudo.
- iii. Efetuar e avaliar a distribuição temporal dos dados obtidos.

- iv. Realizar uma análise estatística de regressão com o objetivo de identificar quais fatores podem influenciar no total recolhido, assim como avaliar etapas que possuem mais eficácia no processo.

1.3. METODOLOGIA

A metodologia para desenvolvimento do presente estudo deu-se inicialmente através de uma extensa pesquisa bibliográfica sobre o tema pretendido, onde foi preciso realizar uma inventariação das diferentes etapas das atividades de valorização têxtil, executadas pela empresa Ultriplo, associadas à recolha de resíduos têxteis.

Realizar uma análise e filtragem preliminar na base de dados fornecida pela U3, de modo a, identificar variáveis relevantes para os objetivos deste estudo.

A criação de uma nova base de dados unindo variáveis originais, retiradas da base de dados fornecida pela U3, e variáveis criadas a partir dos dados originais, consideradas importante para alcançar o objetivo pretendido.

Os dados foram examinados com recurso ao *Software de Tratamento Estatístico R*, através de métodos estatísticos com análise descritiva preliminar, exploratória e gráfica, afim de analisar eficácia do processo.

1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente documento está estruturado através de capítulos e subcapítulos, com objetivo de uma leitura clara e objetiva. No primeiro capítulo uma breve introdução, seguido dos objetivos que o estudo possui e a metodologia utilizada para realização do mesmo, no segundo capítulo aborda sobre o enquadramento teórico, seguindo desde a apresentação de dados da história do produto têxtil e toda a indústria de têxtil e vestuário, em seguida consequentemente sobre o desenvolvimento e o surgimento dos termos economia linear e circular e consumo e ciclo de vida dos produtos têxteis.

No capítulo três, refere-se à temática dos impactos ambientais e a produção de resíduos têxteis desde a utilização de recursos naturais e seus respetivos impactos, como no seu descarte final, bem como a política nacional de gestão de resíduos. Logo, no capítulo quatro, aborda-se sobre o caso de estudo da empresa Ultriplo e sua criação, a qual é responsável pelo desenvolvimento do trabalho de valorização têxtil em Portugal, bem como, a apresentação e análise da base de dados fornecida pelos mesmos, e tratamento estatístico através da utilização do *Software R*. Por fim, no capítulo cinco, temos a conclusão da análise do estudo.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. HISTÓRICO DO TÊXTIL

O conhecimento sobre a arte de se tramar os fios e dar origem aos tecidos acompanha o homem a cerca de 5000 anos. Inicialmente a produção deste artigo se dava no ambiente doméstico, e era organizado pelos membros da família. Todas as etapas de produção ocorriam dentro do ambiente familiar desde a obtenção das fibras, elaboração dos fios, manuseio do tear e o acabamento do tecido. Desta maneira, a produção de tecidos era caracterizada, neste período, como um processo bastante artesanal que demandava bastante tempo, sendo realizado de forma escalonada com o plantio dos alimentos e a criação de animais. Com efeito a tecnologia empregada na produção têxtil àquela época caracterizava o tecelão/tecelã como um artesão, devido a maneira bastante rudimentar do processo de produção (CARIO, 2011).

Com as grandes navegações, já na Idade Moderna, novos tecidos foram descobertos, influenciando o comércio e a moda. Nesta época, as rendas foram bastante utilizadas pelos nobres e ganharam destaque na maioria dos trajes. Também foi neste período que surgiu o cetim, que logo ficou famoso por sua classe e caimento. A arte da tecelagem foi se desenvolvendo e novos tecidos começaram a ser fabricados a partir da utilização de diferentes fibras, tanto de origem animal como vegetal. Foi no século XVII que a revolução industrial, iniciada na indústria têxtil, trouxe avanços significativos para a produção, com novas tecnologias para máquinas e teares (SILVA *et al.*, 2013).

Ao passar dos anos, tornou-se mais comum a desvinculação das atividades domésticas com a produção têxtil, passando a possuir locais específicos para sua confecção, trazendo melhorias para a escala de produção, especializações inovadoras e etc., tal mudança passou a se intensificar até meados do século XVIII, findando na I Revolução Industrial. Uma importante inovação que marcou a história dos tecidos foi o tear automático, criado pelo francês Joseph-Marie Jacquard no início do século XIX.

Esse processo de desvinculação das atividades domésticas com o trabalho de produção têxtil é explicado pelo relatório da EPA (1997):

“The textile industry is one of the oldest in the world. The oldest known textiles, which date back to about 5000 B.C., are scraps of linen cloth found in Egyptian caves. The industry was primarily a family and domestic one until the early part of the 1500s when the first factory system was established. It wasn't until the Industrial Revolution in England, in the 18th century, that power machines for spinning and weaving were invented. In 1769 when Richard Arkwright's spinning frame with variable speed rollers was patented, water power replaced manual power (Neefus, 1982).”

Cario (2011), destacou que, a indústria têxtil é um dos principais setores participantes da I Revolução Industrial, e mantém até os dias de hoje importância significativa nas fundamentais economias do mundo. Com o objetivo de se manter meio as principais economias mundiais, o setor da indústria têxtil foi submetido a diversas modernizações, e responsável por todos os padrões evolutivos vigente na I Revolução Industrial, como, inovações tecnológicas, organização nos setores produtivos do trabalho, escopo de tecnologias motrizes.

A revolução industrial resultou em duas importantes mudanças: por um lado, elevou a produtividade do setor de forma considerável (em comparação com o trabalho por força manual), por outro lado em virtude do crescente aumento da produtividade, todo esse processo retirou dos artesãos o potencial de concorrência com a produção em escala industrial, trazendo para o ambiente industrial a produção têxtil de maneira irreversível (CARIO, 2011).

Segundo o Febratex Group (2019), a indústria têxtil não teve influência apenas no processo de produção dentro das fábricas, mas também no comportamento dos seus consumidores. Por consequência disto, foram gerados novos hábitos na sociedade em relação ao modo como se vestia, assim, a moda pôde se desenvolver bastante no século XX e atingir também as pessoas da classe média, principalmente nos Estados Unidos.

Desse modo, surgiram novos estilos de roupa masculina, bem como a moda elegante entre as mulheres passou a se difundir. Ao longo das décadas, a acessibilidade da produção de roupa barata permitia a criação de um mercado voltado para outras faixas etárias, como os jovens. Isso se desenvolveu a ponto de que, a partir de 1965, aproximadamente metade das roupas fabricadas eram voltadas para o público de idade entre 15 e 19 anos. Foi assim que o mercado de produção em massa dominou o ramo da moda e se espalhou por todo o mundo (FEBRATEX, 2019).

Entretanto o Grupo Febratex (2019) afirma que, a evolução da indústria têxtil foi um marco histórico e contribuiu muito para o surgimento de novos padrões econômicos, como o capitalismo e novos meios de produção que inspiraram outras áreas industriais, como o fordismo, (BEZERRA, 2019), que foi um modo de produção em massa que se baseia na linha de produção idealizada por Henry Ford, para a simplificação do processo de produção e na fabricação de baixo custo e acumulação de capital.

2.2. O TÊXTIL EM PORTUGAL

Nas décadas de 70 e 80 a indústria têxtil e do vestuário portuguesa desenvolveu as suas atividades principalmente devido a custos de mão de obra comparativamente mais baixos, proximidade de localização geográfica e afinidade cultural que favoreceram a deslocalização dos meios de produção de outras partes da Europa onde os custos da mão-de-obra eram consideravelmente mais elevados. A modernização do sector tem vindo a processar-se ao nível das empresas e das infraestruturas de apoio desde os finais da década de 80. O apoio do Estado Português e da UE concedidos através de programas como o PEDIP, RETEX e IMIT, entre outros, em muito contribuíram para essa modernização (DET, 2023).

Ribeiro (2020), cita que, em Portugal, a atividade têxtil, nos primórdios, era fundamentalmente de domínio caseiro, sendo comuns a utilização dos tecidos como linho e estopa, tendo a tecelagem caseira a grande vantagem de manter a mulher ocupada no seu meio familiar, estando a produção basicamente concentrada às zonas nas proximidades da origem das matérias-primas. Já na Idade Média, aparecem os panos de lã, linho, seda e mesmo algodão, havendo por vezes mistura de vários tipos de fibra, embora o linho e a lã fossem os mais acessíveis na época para a região.

Segundo Ribeiro (2020), o desenvolvimento ligado à mecanização passou a ser notório apenas a partir de 1870, altura em que se assistirá a uma explosão da nossa indústria, caracterizado por taxas de crescimento notáveis em sectores como o têxtil, a metalomecânica, a indústria chapeleira, o tabaco, as moagens, a cerâmica, os fósforos, a indústria conserveira e ainda outras atividades.

No contexto de intensa crise, que se seguiu ao desenvolvimento verificado em 1870, o setor têxtil português começou o processo de recuperação a partir de meados de 2008, iniciando um vagaroso processo de comercialização estrangeira. Aproximadamente sete anos depois, o país conseguiu investir em tecnologia e na melhoria de designs, voltando a ganhar reconhecimento internacional.

Apesar de as marcas de vestuário sempre terem procurado os produtores portugueses a fim de iniciar negociações, o “Made in Portugal” levou bastante tempo para alcançar o prestígio que vem recolhendo nos últimos anos pela sua alta qualidade. Além disso, a indústria têxtil portuguesa conseguiu demonstrar alta capacidade de resistência aos fatores adversos, mostrando-se eficiente na adaptação,

reinvenção, reestruturação e inovação. Esses são critérios fundamentais para quem pretende se inspirar no progresso português em relação ao segmento da moda, marca e logística (FEBRATEX, 2019).

2.3. A INDÚSTRIA TÊXTIL E VESTUÁRIO (ITV) E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

2.3.1. CONCEITO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A SUA IMPORTÂNCIA

Apesar do termo desenvolvimento sustentável ser um conceito bastante mencionado em diversas literaturas, não existe concordância entre acadêmicos sobre o seu significado, sendo assim, existe grande aceitação de diversas definições.

De acordo com Dias M. S. (2020), uma das definições mais citadas e com maior aceitação surgiu em 1987 no relatório “Our Common Future” (Brundtland Report) da UN World Commission on Environment and Development, onde é apresentado o seguinte entendimento: “O Desenvolvimento Sustentável é aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades” (United Nations, 1987). Neste conceito está implícita a importância de conciliar a preservação ambiental com o desenvolvimento das sociedades e indivíduos de forma justa, promovendo simultaneamente o crescimento económico, tratando-se não só de um conceito inter-geracional como intra-geracional (Martens, 2006; Waas et al., 2011). Assim, existe consenso de que só é possível alcançar o Desenvolvimento Sustentável verificando-se, simultaneamente, prosperidade económica, coesão social e proteção ambiental, os três pilares do Desenvolvimento Sustentável (Gibson & Parto, 2005).

Camargo (2003) cita outra definição para o termo também apresentado na Comissão de Brundtland:

Em essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas.

Outro estudioso que aborda a sustentabilidade é Ignacy SACHS (1993) que traz, antes da definição de sustentabilidade, a de “ecodesenvolvimento” que:

[...] é, intrinsecamente, um processo intensivo em conhecimento, que depende em grande parte da produção de opções inovadoras – baseadas na harmonização de objetivos sociais, ecológicos e económicos –, de tecnologias ambientalmente favoráveis, de arranjos institucionais adequados e de pacotes

de políticas públicas. Cientistas engajados em pesquisa fundamental e pesquisa aplicada têm grandes contribuições a oferecer nesse sentido.

Porém, esse termo “ecodesenvolvimento”, não foi aceito pela maioria dos membros da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CMMAD -, principalmente os economistas devido a dificuldade de aceitação pois eles eram contra posições que se opunham ao sistema econômico da época, principalmente no momento em que se buscava a autorregulamentação do mercado.

De acordo com Viola (1996) citado por Silva (2022), durante a Conferência da ONU (Organização das Nações Unidas), ECO-92, documentou-se o crescimento da consciência sobre os problemas do sistema econômico vigente. Esse fato promoveu a discussão entre a relação do desenvolvimento socioeconômico e as transformações ecológicas. O plano de sustentabilidade da Agenda 21, apresentado na ECO-92, fixava três áreas de desenvolvimento sustentável: econômica, social e ambiental.

Scharf (2004), também defende a teoria de que o desenvolvimento sustentável estaria apoiado no tripé formado pelas dimensões ambientais, econômicas e sociais, ou seja, a sustentabilidade estaria condicionada ao desenvolvimento simultâneo dos três pilares.

Diante das considerações acima, pode-se perceber que o conceito de desenvolvimento sustentável evoluiu até que se chegasse à composição dessas três áreas.

Em setembro de 2015 a Organização das Nações Unidas – ONU -, reuniu em sua sede 193 Estados-membros e os principais grupos da sociedade civil envolvidos para decidirem sobre a nova agenda de desenvolvimento sustentável, tendo como pauta um plano de ação global para erradicar a pobreza, promover a prosperidade e o bem-estar para todos, proteger o meio ambiente e combater às mudanças climáticas.

De acordo com Dias G. M. (2020), esta agenda também foi influenciada pela Conferência da ONU sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), realizada em 2012, na cidade do Rio de Janeiro. Assim, foi criada a Agenda 2030, contendo o conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável a serem cumpridos até o ano de 2030, os quais buscam equilibrar a prosperidade humana por meio da proteção do planeta, atuando em uma ação global para obter resultados locais. Apresenta-se na Tabela 1, alguns dos 17 objetivos da ODS, a serem alcançados na agenda 2030.

Tabela 1:Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

ODS	DESCRIÇÃO
2 Fome zero e agricultura sustentável	Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.

6 Água potável e saneamento	Assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos.
7 Energia limpa e acessível	Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos.
10 Redução das desigualdades	Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles.
11 Cidades e comunidades sustentáveis	Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.
12 Consumo e produção responsáveis	Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.
13 Ação contra a mudança global do clima	Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.
14 Vida na água	Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.
15 Vida terrestre	Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.
17 Parceria e meios de implementação	Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

Fonte: Nações Unidas Brasil apud. Dias G. M. (2020).

Mesmo que todas as empresas no mundo desenvolvido alcançassem níveis de emissão de poluição zero até o ano 2010, a Terra ainda estaria em estresse, denominado pelos biólogos de capacidade de suporte. De forma crescente, os flagelos do final dos anos 20, do século XXI – terras assoladas, pesca predatória e florestas devastadas, poluição urbana, pobreza, doenças infecciosas e migração – estão indo além das fronteiras geopolíticas. O fato é que, ao atendermos às nossas necessidades, estamos destruindo a capacidade de as gerações futuras atenderem às delas (ELKINGTON, 2001, *apud*, ESTENDER, 2008).

Dias M. S. (2020) citou que, embora a sustentabilidade nem sempre tenha sido tratada com uma preocupação séria, o tema tem ganhado maior atenção. A sua relevância deve-se a três principais razões: o rápido crescimento da população mundial; a crise ambiental; e as disparidades no desenvolvimento global (Sachs, 2015). O primeiro, juntamente com um crescimento económico sem precedentes e o desenvolvimento científico e tecnológico (Waas et al., 2011) cria pressões sobre os recursos naturais (Sachs, 2015). Para tal, contribui igualmente o aquecimento global, resultante da desflorestação e emissões de CO₂, e as elevadas quantidades de químicos prejudiciais à saúde emitidos anualmente, que

também contribuem, respetivamente, para a subida no nível da água, fortes secas e intensificação de fenómenos extremos (Haque, 2000), e perda de biodiversidade (Santiteerakul, Sekhari, Bouras, & Sopadang, 2015). Além disso, os países em desenvolvimento procuram atingir o nível de vida dos países industrializados (Despeisse et al., 2012), onde os padrões de consumo são insustentáveis (Harding, 2006), pelo que é necessário garantir que o façam de forma sustentável.

2.4. ECONOMIA LINEAR E ECONOMIA CIRCULAR

A indústria têxtil é considerada uma das mais poderosas e figura como um dos três mais importantes setores da economia mundial. Sua inserção no mercado global possui uma dimensão que escapa das análises disciplinares lineares, que a reduzem sempre a um viés econômico, social ou político quando se percebe que a complexidade de suas estruturas impede toda e qualquer análise que não seja interdisciplinar (GUIMARÃES BERLIN, 2014).

Os têxteis e o vestuário são um setor importante na economia europeia, sendo que o setor na UE é constituído principalmente (90%) por pequenas empresas (DGAE, 2018).

Até 2030, haverá uma diminuição no lucro da indústria, pois os impactos ambientais negativos levam à perda de reputação para com os consumidores, logo cada vez mais as marcas são desafiadas a combater a economia linear [Global Fashion Agenda, 2017b]).

2.4.1. ECONOMIA LINEAR

A economia linear (Figura 1) é um tipo de organização onde a cadeia produtiva se ocupa apenas de extrair recursos, produzir bens e descartar os rejeitos. Esse modelo é o mais enraizado na nossa economia, mas ele está se provando inviável: ele causa o esgotamento dos recursos finitos do meio ambiente e uma enorme geração de resíduos. Com itens facilmente quebráveis, bens pouco duráveis e inovações alimentadas pela obsolescência programada, a sociedade se viu diante da facilidade da troca e do descarte. Quando descartadas, a matéria-prima utilizada também perde seu valor, já que não será reaproveitada (ECOGREEN, 2020).



Figura 1: Esquematização da economia linear.

No sistema linear, de acordo com a Fundação EllenMacArthur (2012), o descarte de produtos e matéria significa que toda a sua energia residual foi perdida. A incineração ou reciclagem dos produtos descartados recupera somente uma pequena porção dessa energia, enquanto, que a reutilização preserva significativamente mais energia. O uso de recursos energéticos no modelo de produção linear é tipicamente mais intenso nas áreas superiores da cadeia de suprimentos, por exemplo na extração de materiais para conversão em uso comercial.

Em 2050, estima-se que o total de roupas vendidas será de 160 milhões de toneladas. Se o sistema linear se mantiver, o consumo de recursos não renováveis irá aumentar mais de 300 milhões de toneladas por ano e a introdução de microfibras de plástico no oceano poderá exceder 22 milhões de toneladas (Fundação Ellen MacArthur, 2017).

Algumas projeções indicam que, até 2030, haverá uma diminuição no lucro da indústria, pois os impactos ambientais negativos levam à perda de reputação para com os consumidores, logo cada vez mais as marcas são desafiadas a combater a economia linear [Global Fashion Agenda, 2017b)].

A ITV tem vindo a tomar consciência do seu impacto ambiental negativo, pelo que tem mudado alguns aspetos na cadeia de aprovisionamento, quer por si mesmas, quer através de outras empresas. Porém, essas iniciativas baseiam-se em usar melhores técnicas de produção ou materiais menos poluentes, em vez de combaterem diretamente o sistema de desperdício que integra a moda rápida e linear (Fundação Ellen Macarthur, 2017).

2.4.2. ECONOMIA CIRCULAR

A economia circular é um sistema económico que se baseia em modelos de negócios que substituem o conceito de 'fim de vida' por redução, reutilização e reciclagem de materiais em processos de produção/distribuição e consumo, com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável, o que implica a criação de qualidade ambiental, prosperidade económica e equidade social, benefício das gerações atuais e futuras (KIRCHHERR et al., 2017).

Essa organização aproveita de forma inteligente e ao máximo os recursos que já estão no processo produtivo. O circuito é fechado e minimiza o consumo de matérias-primas e de energia (Fig. 2). O design é importante para viabilizar a circularidade, visto que o produto será desmontado e transformado.



Figura 2 Representação do funcionamento da economia circular.

Fonte: <https://carinhoecogreen.com.br/economia-circular-linear-um-jeito-de-produzir-realmente-sustentavel/>

Ainda que a economia circular tenha efeitos positivos na economia, no ambiente, na sociedade e na criação de novas oportunidades, os resultados não aparecem imediatamente. Embora haja resultados a curto prazo a nível individual de cada empresa, o esforço tem de ser coletivo em toda a cadeia de aprovisionamento, quer no setor público, quer no privado, para que haja uma transformação significativa no tratamento das roupas, desde a produção ao reaproveitamento (Fundação Ellen Macarthur, 2017).

É necessário alterar a forma de como as roupas são pensadas para que deixem de ser descartáveis e o tempo de utilização das peças de vestuário aumente. Também é preciso melhorar a reciclagem modificando o design, a recolha e reprocessamento das roupas e é essencial usar os recursos da melhor forma possível e utilizar inputs renováveis. Logo, uma nova economia têxtil poderá trazer imensos benefícios, nomeadamente, para a economia, a sociedade e o ambiente (Fundação Ellen Macarthur, 2017).

Se a ITV se basear nos princípios da economia circular, a sua pegada ecológica diminuirá, pois, a produção e as fibras são mantidas num ciclo fechado, em que o seu valor permanece durante mais tempo, e são reintroduzidas na economia após serem utilizadas, nunca constituindo desperdício. Desta forma, o crescimento demográfico e económico é contruído com base na qualidade e sustentabilidade, o capital natural é regenerado e a poluição diminui. (Fundação Ellen Macarthur, 2017).

2.5. CONSUMO E CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS

2.5.1. O CICLO DE VIDA DE UM PRODUTO TÊXTIL

O conceito de ciclo de vida de um produto consiste nas etapas em que uma determinada matéria prima passa para resultar em um produto final, em processos que a acompanham desde a fase inicial até a final ((MENEGUCCI; MARTELI; CAMARGO; VITO, 2015).

A Figura 03, apresenta de forma simplificada o ciclo de vida de um produto têxtil, subdividida em 05 fases: pré-produção, produção, distribuição, uso/consumo e descarte. Na fase de pré-produção compreende a extração da matéria-prima, podendo ser fibras naturais (algodão, lã, seda, linho, cânhamo, juta) ou sintéticas (viscose, acetato, poliéster, nylon/poliamida, acrílico); em seguida é feita a análise e escolha de qual processo de transformação será efetuado em cada tipo de fibra, para na etapa de produção, ser realizado o procedimento, como: fiação, tecelagem, malharia, tinturaria, confecção, acabamento e etc. Na etapa 3, denominada distribuição, inicia-se o processo de embalagem, armazenamento e transporte, em seguida, uso e consumo do produto têxtil, e por fim a etapa de descarte, onde é possível empregar a reutilização do produto, a reciclagem, a reintrodução e valorização do mesmo ou a deposição em aterros sanitários.

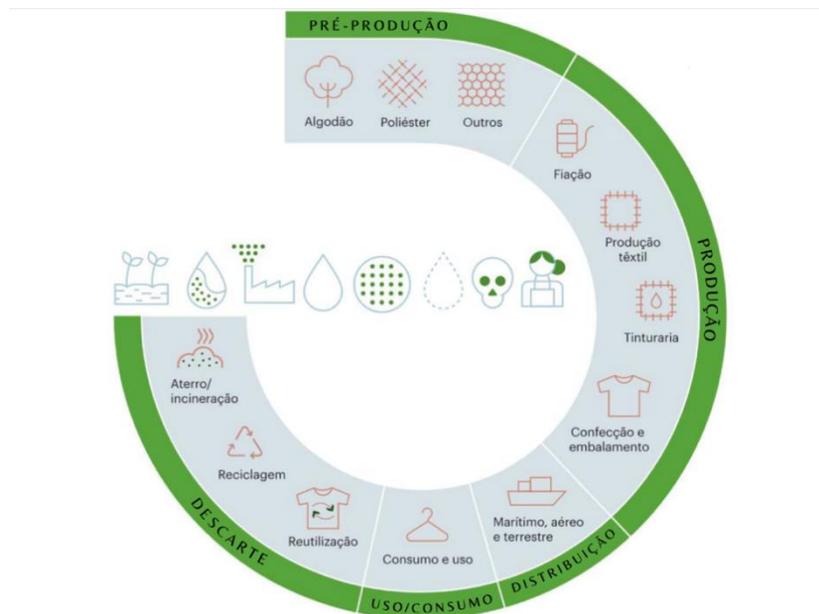


Figura 3 Ciclo de vida de um produto têxtil.

Fonte: Adaptado de: <https://www.publico.pt/2019/11/29/infografia/pegada-roupa-391>

2.5.2. INCENTIVOS AO CONSUMO

De acordo com o relatório da ECAP (2017), os cidadãos europeus compraram 6.4 milhões de toneladas de novas roupas, cerca de 12.66 kg por indivíduo, em 2015. Entre 1996 e 2012, o número de peças de roupa compradas por pessoa aumentou em 40% (EEA, 2014).

A moda rápida (fast fashion), impulsionada pelas cadeias de retalho multinacionais, constitui um fator decisivo no aumento do consumo têxtil. O modelo de negócio é caracterizado pela produção em massa e apresentação constante de novas coleções, disponibilizando-as durante um curto período de tempo a preços baixos, usando materiais de baixa qualidade. O aumento de variedade de roupa levou a que os consumidores encarassem os artigos baratos como descartáveis após um curto período de utilização (Sajn, 2019).

O modelo linear caracterizado por baixas taxas de utilização, reutilização e reparação de têxteis, bem como de reciclagem de fibras em novas fibras, no qual, muitas vezes, a qualidade, a durabilidade e a reciclabilidade não são consideradas prioridades durante a conceção e o fabrico de vestuário têm impactos negativos (Comissão Europeia, 2022).

O aumento do consumo levou ao aumento do desperdício. Perto de 30% das roupas armazenadas nas casas das pessoas tem em média um ano de utilização e são usadas cerca de 8 vezes antes de serem descartadas. Quando descartado, mais de metade do vestuário não é valorizado e acaba em incineradoras ou aterros [Global Fashion Agenda, 2017a)].

3. IMPACTOS AMBIENTAIS E A PRODUÇÃO DE RESÍDUOS TÊXTEIS

3.1. GESTÃO DE RESÍDUOS TÊXTEIS

A política dos 5R's consiste em cada R representar um ato particular acerca dos resíduos sólidos que pode fazer a diferença na sociedade, seja ele a redução, reutilização, reciclagem e os atos de recusar e repensar. Isso retrata um dos principais objetivos de “não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010).

A gestão eficiente dos resíduos e desperdícios assenta na política dos 5 R's, descritas a seguir:

- **REDUZIR:** utilizar técnicas de gerenciamento para diminuir a quantidade de material consumido para determinado fim (ex. água, energia, minerais, etc.);
- **REUTILIZAR:** utilizar novamente um material, no mesmo uso para o qual foi projetado, ou em outro uso compatível, aumentando assim a vida útil do material, antes de ser descartado ou enviado para a Reciclagem;
- **RECICLAR:** reciclagem é um conjunto de técnicas que tem por finalidade aproveitar os resíduos e colocá-los novamente no ciclo de produção de que saíram. É o resultado de uma série de atividades, pelas quais materiais que se tornariam lixo, ou estão no lixo, são desviados, coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de novos produtos (Viet, 2012);
- **RECUSAR:** O próximo passo para minimizar a produção de resíduos é impedir que os resíduos entrem em sua casa. A etapa “recusar” envolve dizer “não” para desperdiçar sob a forma de descartáveis de uso único, como: sacolas, canudo, lixo eletrônico, entre outros objetos de vida curta que possuem uma única passagem para a lata de lixo. Recuse coisas que você não precisa. Prefira empresas que firmam um compromisso com o meio ambiente. Está ficando cada vez mais recorrentes empresas que buscam substituir ações que provocam grande dano ao meio ambiente e se ligando a ideias sustentáveis, para que no final do processo, tenha um produto mais limpo.
- **REPENSAR:** projetar o produto com o objetivo de valorizar a recirculação dos recursos. Deve-se refletir uma maneira de conseguir recuperar o valor dos materiais utilizados na fabricação de um produto após o descarte.

3.2. POLÍTICA NACIONAL DE GESTÃO DE RESÍDUOS

A geração de resíduos sólidos é um processo inevitável que ocorre diariamente nas indústrias, em volumes e composições que variam conforme seu segmento de atuação e nível produtivo. Denomina-se resíduo, os restos ou as sobras provenientes de um processo produtivo, e que são considerados como inúteis, indesejáveis ou descartáveis (GONTIJO *et al.*, 2022).

O aumento da produção têxtil e do consumo foram apontados por Wang (2010) como os principais impulsionadores do aumento dos excedentes na indústria têxtil, sobretudo de resíduos pós-industriais e pós-consumo. Convém referir que os resíduos podem ser classificados em resíduos pré-consumo, ou industriais e em resíduos pós-consumo. Os primeiros correspondem aos resíduos que são gerados durante o processo de fabricação e que têm uma enorme fonte de matéria-prima que não é aproveitada. Já os resíduos pós-consumo consistem em produtos que são descartados após a sua vida útil. Estes podem ser provenientes das famílias ou do comércio e da indústria (Wang, 2010). Os excedentes têxteis constituem, portanto, um grave problema ambiental, pois a maioria é descartada em aterros ou é incinerado.

De acordo com o Decreto-Lei 178/2006 de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei 73/2011 de 17 de junho, a gestão de resíduos, corresponde à recolha, ao transporte, à valorização e à eliminação de resíduos, incluindo a supervisão destas operações, a manutenção dos locais de eliminação no pós-encerramento, bem como as medidas adotadas na qualidade de comerciante ou corretor. Ao nível comunitário, a gestão de resíduos tem constituído uma das prioridades da política ambiental, apresentando importantes desenvolvimentos. Atualmente, na UE, a política é baseada em grande parte na adoção do princípio da hierarquia da gestão dos resíduos. A Diretiva-Quadro de Resíduos de 2008 da Comissão Europeia, introduz a hierarquia da gestão dos resíduos, fornecendo um claro guia de como realizar a sua gestão de forma ambientalmente mais sustentável (Xu et al., 2019). A hierarquia da gestão dos resíduos (Fig. 4), estabelece a seguinte ordem de prioridades: Prevenção e Redução; Preparação para reutilização; Reciclagem; outras formas de valorização; Eliminação (Diretiva 2008/98/CE).



Figura 4 Pirâmide invertida da hierarquia de resíduos.

Fonte: Adaptado de (Diretiva 2008/98/CE).

No alinhamento com a revisão da diretiva, com o Plano de Ação para a Economia Circular (PAEC), e com vista a dar cumprimento à estabelecida hierarquia dos resíduos, a Comissão Europeia estabelece novas regras na gestão de resíduos, incluindo a obrigatoriedade da recolha seletiva de resíduos têxteis até ao final do ano de 2024, a fim de reduzir os impactes associados a esta fileira, em particular resultantes da sua deposição em aterro e incineração (PERSU 2020+, 2019).

De acordo com a EMF (2017), em 2015, apenas 13% do total do material que foi utilizado na ITV foi reciclado após a utilização (pós-consumo). Destes, só 1% foi reciclado em circuito fechado e os restantes 12% foram utilizados em artigos de menor valor, ou seja, foram utilizados, por exemplo, como material de enchimento. A maioria do material utilizado no setor, cerca de 73%, foi enviado para aterros ou incineração. Também existiram perdas no processo de recolha e tratamento do vestuário pós-consumo e perdas associadas ao processo produtivo, sendo estas de 1% e 12%, respetivamente (EMF, 2017).

3.3. PRODUÇÃO DE RESÍDUOS TÊXTEIS

Segundo Sánchez (2013), na literatura técnica existem várias definições de impacte ambiental, quase todas largamente concordantes quanto aos seus elementos básicos, embora formuladas de diferentes formas, como:

- Qualquer alteração no meio ambiente em um ou mais de seus componentes, provocada por ação humana (MOREIRA, 1992);
- O efeito sobre o ecossistema de uma ação induzida pelo homem (WESTMAN, 1985).

- A mudança em um parâmetro ambiental, num determinado período, e numa determinada área, que resulta de uma dada atividade, comparada com a situação que ocorreria se essa atividade não tivesse sido iniciada (WATHERN, 1988).

Outra definição de impacto ambiental, que hoje tem sua maior utilização pelos autores, é dada pela Norma ISO 14.001:2015 (segunda atualização da primeira Norma ISO 14.001, de 1996), segundo a tradução oficial brasileira da norma internacional, impacto ambiental é “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização.

Dois componentes específicos devem ser levados em consideração, quando se define impacto ambiental: o espacial e o temporal. O espacial delimita em que extensão de área os efeitos daquele impacto serão percebidos e o temporal delimita o tempo em que se espera que determinado impacto venha a causar efeitos (GUERCIO, 2006).

Os recursos naturais são os insumos que as populações e os ecossistemas necessitam para sua manutenção. Com o processamento e a utilização dos recursos naturais surge a poluição que é uma alteração indesejada nas características físicas, químicas e biológicas da atmosfera, litosfera e hidrosfera. A poluição é provocada pelo ser humano e causa impactos negativos na saúde humana e na de outras espécies, ou ainda deteriora materiais. Os efeitos globais da poluição podem trazer consequências que afetarão o clima e o equilíbrio global do planeta (BRAGA et al, 2005).

Segundo Agência Portuguesa do Ambiente – APA - o consumo de têxteis na UE é o fator que tem o quarto maior impacto no ambiente e nas alterações climáticas, a seguir aos alimentos, à habitação e à mobilidade (COMISSÃO EUROPEIA, 2022).

A ITV não é apenas considerada como uma das mais impactantes como também uma das mais complexas no sentido de rastreio de impactos e também no controle dos mesmos. De acordo com um estudo realizado pela Organização Não Governamental Britânica *Forum for the Future*, lançado em 2007, existem dois pontos principais que corroboram neste sentido:

- A competição brutal, que joga para baixo preços e conseqüentemente os padrões de qualidade, aliada à alta volatilidade da moda, que torna o vestuário altamente descartável.
- A complexidade e opacidade da cadeia de suprimentos, através da qual os diferentes estágios de produção da indústria de vestuário são descentralizados mundo afora, terceirizados, quarteirizados, estendidos e expandidos de tal forma que fica difícil ter um controle real sobre os padrões de sustentabilidade envolvidos.

3.3.1. CONSUMO E POLUIÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segundo Agência Portuguesa do Ambiente – APA - o consumo de têxteis na UE é o terceiro fator que é em termos de utilização dos recursos hídricos. A enorme pegada hídrica é outro dos importantes impactes ambientais deste setor económico. A ITV utiliza milhões de metros cúbicos de água por ano nas várias fases do ciclo de vida do produto, desde a água utilizada na rega das plantações de algodão até à lavagem do vestuário para comercialização. (European Parliament, 2020).

O relatório Pulse of the Fashion Industry 2017, elaborado pela Global Fashion Agenda (GFA) e pela Boston Consulting Group, estimou que, em 2015, a indústria têxtil e de vestuário global foi responsável pelo consumo de 79 bilhões de metros cúbicos de água (EPRS, 2019).

Para cultivar 1kg de fibra de algodão, que serve como uma das matérias primas mais usadas por confeções, são necessários de 7 a 29 mil litros de água. Uma camiseta, por exemplo, consome quase 3 mil litros de água apenas em sua produção, na produção de um par de calça jeans são consumidos cerca de 10 mil litros e 8 mil em um par de sapatos (ETIQUETA ÚNICA, 2022).

A indústria têxtil é uma das maiores produtoras de águas residuais devido à utilização de operações de processamento húmido, incluindo desengomagem, abastecimento, branqueamento, mercerização, tingimento e acabamento. As águas residuais descartadas são altamente poluídas e podem conter ácidos, álcalis, corantes, metais e compostos orgânicos (Holkar et al., 2016).

Os efluentes têxteis são geralmente coloridos e possuem alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e sólidos totais dissolvidos (TDS). Impurezas naturais e antrópicas, corantes e pigmentos e produtos químicos utilizados são as principais fontes de poluição da água (Indian Journal of Fibre & Textile Research, 2001).

A descarga direta de tais efluentes pode levar a uma deterioração significativa no valor estético de qualidade da água a jusante. A presença de detergentes e surfactantes no efluente seria frequentemente um risco para a vida aquática e um risco para a saúde, especialmente se a água recetora for usada a jusante como água potável em grandes áreas populacionais. As fontes dos principais poluentes metálicos, como cobre, zinco, cromo, etc., são principalmente os corantes de complexos metálicos e sais de cromo usados no tingimento de lã ou como agente oxidante no tingimento de enxofre. As fontes potenciais de poluentes orgânicos são colas, ácidos orgânicos, outros produtos químicos, transportadores usados no tingimento de poliéster, solventes de limpeza ou agentes de limpeza (tricloroetileno e percloroetileno), plastificantes, etc (Indian Journal of Fibre & Textile Research, 2001).

Segundo as estimativas citadas pelo Parlamento Europeu (2022), a produção têxtil é responsável por cerca de 20% da poluição da água potável à escala mundial. Estima-se que a lavagem de materiais sintéticos seja responsável pela libertação nos oceanos de 0,5 milhões de toneladas de microfibras por

ano, sendo responsável por 35% dos microplásticos primários libertados no ambiente, resultando em média, numa descarga de 700 000 fibras de microplásticos que tem a possibilidade de ser inserido na cadeia alimentar.

3.3.2. CONSUMO DE 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 é uma das maiores consumidoras de energia e mantém um recorde de menor eficiência na utilização de energia (Chandran K, P. Muthukumaraswamy, 2022). Por exemplo, o fabrico de uma única camiseta, consome quase 2kg de combustíveis fósseis (ETIQUETA ÚNICA, 2022). 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).

Na Figura 5, a seguir, é possível analisar a percentagem de utilização de energia elétrica em cada processo dentro das indústrias têxteis.

Na Figura 6, analisamos o uso de energia térmica nas indústrias têxteis, e quanto se é utilizado em média em cada etapa, inclusive as possíveis perdas de energia térmica que ocorrem durante as fases do processamento da fibra têxtil.

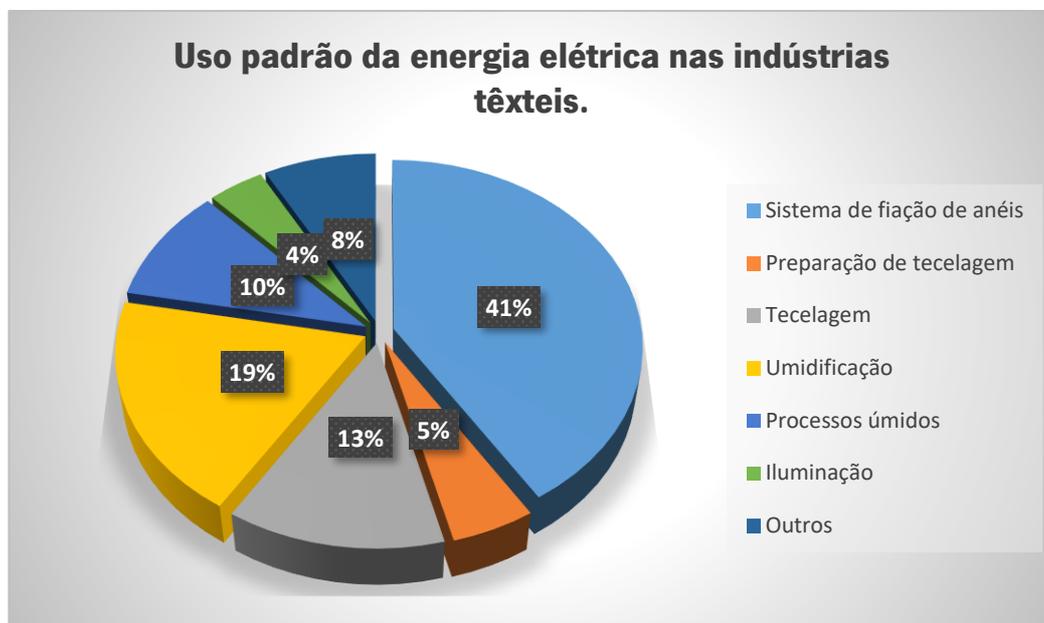


Figura 5 Uso padrão de energia elétrica.

Fonte: Adaptado de Farhana, K. et al. (2022).

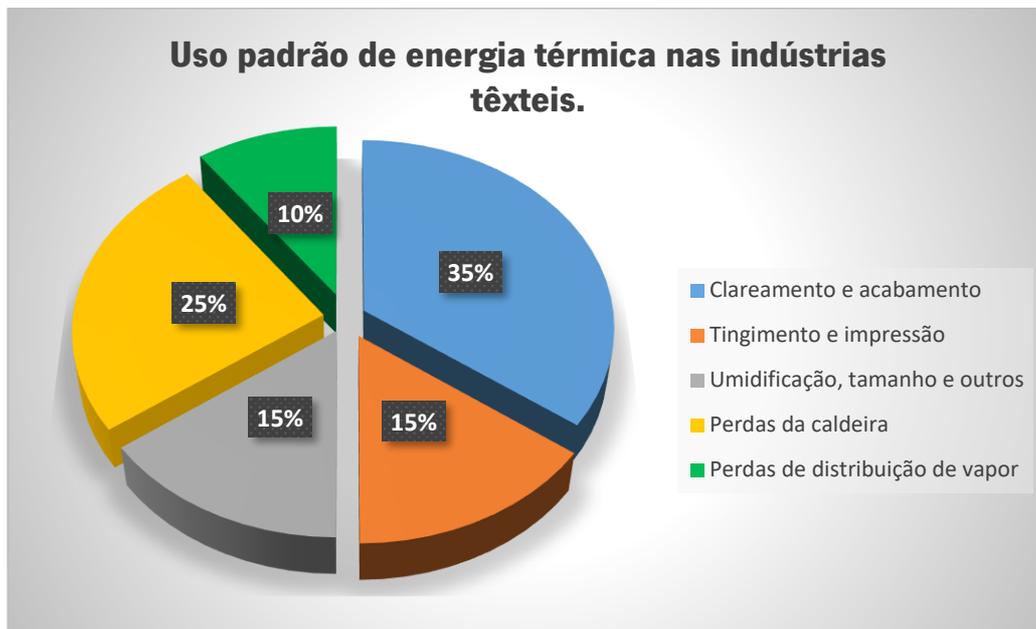


Figura 6 Uso padrão de energia térmica.

Fonte: Adaptado de Farhana, K. et al. (2022).

3.3.3 EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA

O impacto da pegada de carbono (FPC) no meio ambiente é atribuído à emissão de gases de efeito estufa (GEE), como CO_2 , NO_2 , hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF_6) (AKAN, 2018). É incontroverso que o desenvolvimento da sociedade humana e sua sobrevivência é maioritariamente afetados pelas mudanças climáticas que são alimentadas pelo dióxido de carbono.

De acordo com Zhu (2018), as fontes de emissão de GEE dos fabricantes têxteis podem ser divididas em duas partes – emissões diretas e emissões indiretas. As emissões diretas incluem as emissões de GEE que ocorrem a partir de fontes pertencentes ou controladas pelas empresas têxteis, por exemplo, combustão de combustíveis fósseis em caldeiras, fornos, veículos, etc., próprios ou controlados; emissões da produção química ou processamento e fabricação de materiais (Chen et al., 2011) em equipamentos de processo próprios ou controlados. E as emissões indiretas são definidas como as emissões provenientes da geração de eletricidade comprada, calor, vapor, etc., consumida por essas empresas (Huang et al., 2017).

A emissão de GEE ocorre nas várias fases do ciclo de vida de uma peça de roupa (Figura 7), desde a produção, transporte e uso (lavagem, secagem e engomagem).

Uma grande proporção da produção de roupas ocorre em países que dependem de fábricas movidas a carvão, aumentando a pegada de carbono de cada peça de vestuário (EMF, 2017).

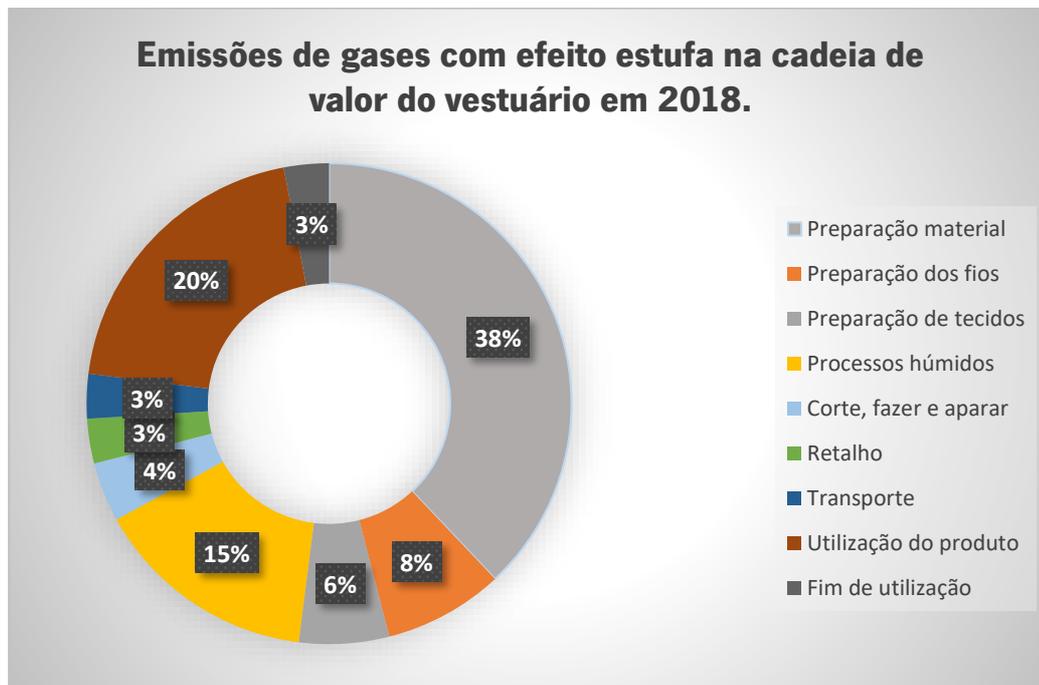


Figura 7 Emissões de gases com efeito estufa na cadeia de valor do vestuário em 2018.

Fonte Capital Verde, 2021.

Dados da EU indicam que a ITV é a quinta em termos de emissões de gases com efeito de estufa (COMISSÃO EUROPEIA, 2022). O relatório da Quantis (2018) revelou que a indústria da moda é responsável por 8% a 10% das emissões globais de GEE, sendo que 83% dessas emissões é atribuído à produção de vestuário e os restantes 17% à produção de calçado. As emissões globais associadas à indústria da moda são comparáveis às emissões totais de toda a Europa, representa mais emissões do que todos os voos internacionais e viagens de transporte marítimo juntos (Sajn, 2019).

A produção de têxteis gera cerca de 15-35 toneladas de COeq por tonelada de têxteis produzidos. A produção e manipulação de roupas, calçados e têxteis domésticos consumidos na UE-28 geraram emissões de 654 kg COeq por pessoa em 2017. Apenas 25% dessas emissões ocorreram na UE-28 (EEA 2019).

Segundo a Agência Europeia do Ambiente, em 2017, a compra de têxteis na UE gerou aproximadamente 654 kg de emissões de CO² por pessoa (EEA, 2019; European Parliament, 2020). O setor têxtil é, assim, responsável pela emissão de milhões de toneladas de CO₂, o que tem suscitado alguma preocupação uma vez que este é considerado GEE. O setor tem ainda um forte impacte nos processos de acidificação e produção de chuvas ácidas associadas às emissões de SO_x e NO_x nos processos do carvão e petróleo, respetivamente (ECAP, 2017).

3.3.4. UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS TÓXICOS E POLUIÇÃO DOS SOLOS

O impacto ambiental da ITV começa logo na produção das matérias-primas. O couro e as fibras naturais (seda, algodão, lã) são os materiais com maior impacto, mas o mesmo material pode ser mais ou menos nocivo para o ambiente, dependendo do seu tipo de cultivo, intensivo ou mais sustentável (MENDONÇA *et al.*, 2019).

Além do uso de produtos químicos impactantes nas áreas de alvejamento, tinturaria e estampagem, deve-se considerar em especial o uso de pesticidas e de agrotóxicos nas monoculturas tradicionais de algodão, causando doenças nos trabalhadores e poluindo o solo e o lençol freático.

As práticas da cultura do algodão incluem o uso sistemático de agrotóxicos para combater o bicudo, considerado uma praga. No intuito de aniquilar o inseto e visando menores perdas e melhor qualidade dos produtos cultivados, faz-se uso de agrotóxicos e pesticidas que atingem o solo e podem afetar a microbiota, provocando mudanças na ciclagem de nutrientes, possível erosão nos solos e, conseqüentemente, alterando a fertilidade dos solos e a pureza dos níveis freáticos (PIRES *et al.*, 2005).

Apesar de a área global dedicada ao cultivo de algodão permanecer constante nos últimos 70 anos, a produção de algodão empobreceu e degradou o solo. Por ano são usadas 200 mil toneladas de pesticidas e 8 milhões de toneladas de fertilizantes, o que significa que produzir 1kg de algodão equivale ao uso de 0,35 a 1,5kg de químicos. Deste modo são contaminados solos, rios, lagos e aquíferos subterrâneos (MENDONÇA *et al.*, 2019).

Os dados da EU indicam que a ITV é o terceiro fator em termos de uso dos solos e o quinto em termos de utilização de matérias-primas primárias (COMISSÃO EUROPEIA, 2022), incluindo água, combustíveis fósseis, solo, fertilizantes, etc.

4. CASO DE ESTUDO

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE DA EMPRESA

A Ultriplo Lda., (U3), é uma empresa Portuguesa privada que desenvolve o seu trabalho no ramo da valorização têxtil, tendo sido fundada em Portugal no ano de 2001, pelo Holandês Jansienes Karst e o filho, Roel Karst, depois de darem início a empresas do mesmo ramo no seu país de origem Holanda e Países Baixos (Hoffman, 2021).

O grande objetivo da U3 é diminuir a quantidade de têxteis que são depositados no meio ambiente, prolongando o ciclo de vida destes bens através da reutilização, fundamentando-se no conceito dos 3R's, reduzir, reutilizar e reciclar, garantindo a valorização dos bens que são recolhidos, sendo fundamental para a proteção e desenvolvimento sustentado do meio ambiente (RELEASE, PORTUGAL INOVADOR).

Hoje em dia, a sua atuação cobre todo o país, desde Monção até Faro, e detém instalações em Braga (onde está sediada), Seia, Benavente e Albufeira. A sua equipa é composta por 60 elementos, além de criar um total de 200 postos de trabalho, quando contabilizados os profissionais que colaboram indiretamente com a Ultriplo (ULTRIPLO, DOCUMENTO INTERNO).

De acordo com a Ultriplo, toda a sua estrutura suporta uma atividade que, atualmente, regista uma recolha anual de sete mil toneladas de vestuário, possui cerca de 800 parcerias locais, e parceria direta com a Cruz Vermelha Portuguesa. Esta última parceria tem como objetivo desenvolver mecanismos de cooperação que tornem possível e promovam, a participação conjunta em atividades de carácter social e de emergência, apoiando também empresas e entidades públicas no sistema de gestão de resíduos, recolhendo, tratando e reinserindo no mercado, através da reutilização têxtil, roupas, calçados e brinquedos no ciclo da economia circular.

Por todo o país, existem mais de 3 000 dispositivos de recolha, semelhantes ao contentor representado na Figura 8. Estes contentores estão distribuídos por toda a via pública, sendo possível encontrá-los próximo de instituições, em postos de combustível, perto de escolas, entre outros pontos que foram escolhidos estrategicamente, para que os produtos aos quais a comunidade já não lhes dá qualquer tipo de utilização sejam depositados nos mesmos para terem o fim adequado (RELEASE, PORTUGAL INOVADOR).



Figura 8 Dispositivo de recolha ou contentor.

Fonte Ultriplo.com

Na Figura 9, é apresentado de forma didática e resumida de todo o processo que o material leva após sua chegada na sede.

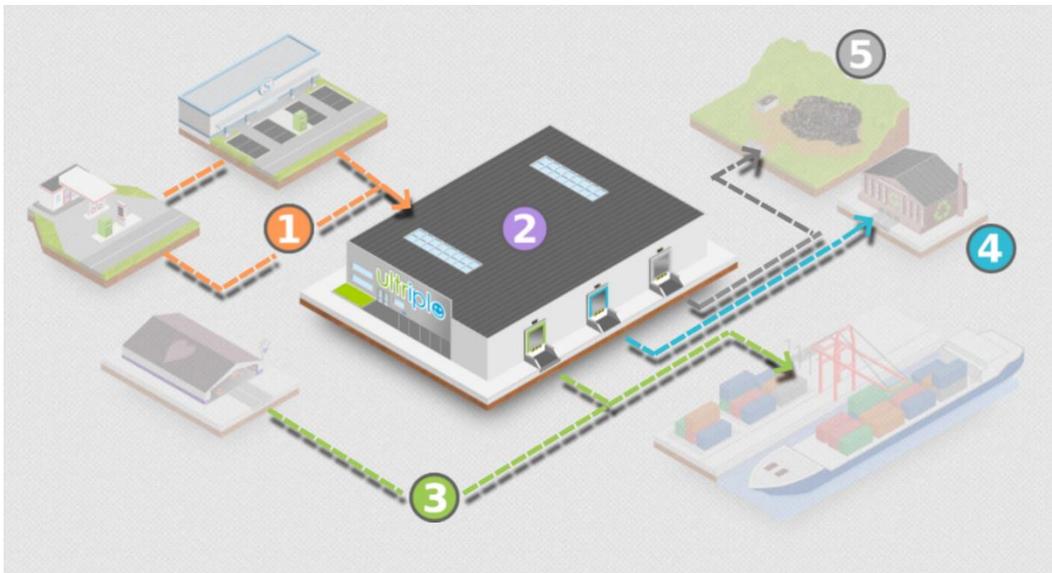


Figura 9 Esquema ilustrativo do processo de materiais recolhidos desde a sua chega à sede até sua destinação final.

Fonte 1 Adaptado de <https://www.ultriplo.com/>

Como esquematizado na Figura 9, no ponto 1 estão representados os locais de recolha que foram distribuídos pela extensão de todo país e seu encaminhamento para a sede da Ultriplo Lda. Após a operação da recolha, dá-se início a um processo minucioso denominado triagem, retratado pelo ponto

2, abrangendo tudo o que foi recolhido, separando todos os resíduos (têxteis, vestuário, calçado, brinquedos, livros, entre outros que são depositados) consoante as suas características e a qualidade em que se encontram.

Em seguida após a finalização do processo de triagem, é iniciada a etapa em que empresa dá resposta e prioridade a todos os pedidos de apoio social que chegam a nível nacional, separando tudo o que foi pedido e cumprindo requisitos de qualidade para o utilizador final. Todo material que foi recolhido, triado e não chegou a ser transferido, é exportado de forma a suportar todos os custos desta atividade, caracterizado pelo ponto 3.

Segundo informações fornecidas pela Ultriplo, devido à eficácia do sistema de triagem, estima-se que 35% de tudo o que é recolhido destina-se à reciclagem, ilustrado pelo ponto 4 e, apenas cerca de, 5% é direcionado para o aterro sanitário, ponto 5. Aqui, incluem-se materiais que não servem para a reutilização devido a presença de algum tipo de danificação ou apenas por estar fora do padrão de qualidade necessário, resultando em uma percentagem bastante pequena tendo em conta a grande quantidade de resíduos que recolhem. Por exemplo, em termos de vestuário são recolhidos próximo a 500 toneladas por mês em Portugal (Hoffman, 2021).

Com este processo, a Ultriplo consegue aliar o seu modelo de funcionamento, enquanto empresa que não deixa de ter a sua vertente comercial, em três propósitos: 1- no sentido económico, cria uma quantidade relevante de postos de trabalho, em alternativa a um trabalho que seria desempenhado por instituições e, conseqüentemente, por voluntários; 2- no âmbito social, proporciona um canal mais eficiente de distribuição de roupa junto daqueles que manifestem carências neste sentido; 3- quanto ao aspeto ecológico, este procedimento reduz o desperdício e promove a reutilização e reciclagem destes bens, numa altura em que se fala cada vez mais do impacto ambiental do vestuário (ULTRIPLO, DOCUMENTO INTERNO).

4.2. BASE DE DADOS DA ULTRIPLO

Os dados utilizados para análise e desenvolvimento do trabalho compreendem informações acerca da zona Norte do país, zona escolhida a título ilustrativo para caracterização da atividade da Ultriplo. Estes dados incluem as saídas dos veículos de recolha de uma das Sedes, situada em Braga, identificada como zona 1048. Estes dados referem-se ao período de um ano, precisamente, entre 1 de janeiro de 2021 a 31 de dezembro de 2021. Cada saída planeada e determinada pela Ultriplo tem como objetivo ter acesso aos dispositivos de recolha situados no decorrer de cada rota, com dada periodicidade, de acordo com a necessidade de cada localidade, recolhendo assim desde vestuários, brinquedos, livros e calçado.

Para este período, foram analisadas na base de dados 1605 registos de saída, coincidentes com

o número de linhas da base de dados, que percorreram 32 rotas. Entretanto, foram identificadas 3 saídas que apresentam dados omissos, sendo assim desconsideradas do nosso estudo. A Tabela 2 apresenta as 32 rotas com seu respectivo identificador (*routeId*), o nome da rota (*routeName*) e respectivo número de saídas efetuadas.

Tabela 2 Apresentação das rotas.

Zona	routeId	routeName	Nº de Saídas Efetuadas
1048	496	L-Matosinhos	52
	483	L-Moncao-Melgaco	50
	513	L-Brito	51
	479	L-Vila.Real-Peso.Regua	51
	497	L-Ovar	52
	514	L-Braga1	49
	502	L-Paredes-Penafiel	50
	506	L-Trofa	52
	484	L-Caminha	51
	490	L-Fafe	50
	507	L-Paços.de.Ferreira	50
	480	L-Mirandela	48
	509	L-Santo.Tirso	47
	487	L-Apulia-Povoa	52
	498	L-S.M.Feira-Vale.Cambra	51
	486	L-Esposende	47
	508	L-Vila.Verde-Amares	52
	512	L-Famalicao	51
	510	L-Vizela	50
	482	L-P.Lanhoso-Montalegre	51
	494	L-Vila.Nova.Gaia	52
	501	L-Lousada	50
	488	L-Barcelos	50
	495	L-Cinfaes	50
	515	L-Braga2	48
	500	L-S.M.feira-Estarreja	51
	481	L-Chaves	50
	499	L-Lourosa	49

485	L-Viana-Ponte.Lima	50
511	L-Aves	50
489	L: Vila Pouca Aguiar-Cabeceiras	48
503	L: Porto-Valongo	50

A base de dados utilizada é composta por 20 variáveis, apresentadas na Tabela 3, sendo três delas criadas a partir das variáveis originais definidas para cada saída, nomeadamente: “*weighingMedio*”, “*fillingMedio*” e “*totalKms*”. Com a análise destas variáveis, pretendemos identificar alguma relação ou padrão existente entre si, que permita sumariar de modo representativo a vasta informação que os dados recolhidos nos proporcionam.

Tabela 3: Apresentação e descrição das variáveis (as novas variáveis, propostas para este estudo, aparecem a bold).

Variáveis	Descrição	Tipo de variável			
		Qualitativa (categórica)		Quantitativa (numérica)	
		Nominal	Ordinal	Discreta	Contínua
<i>Id</i>	Identificador numérico da recolha			X	
<i>driverName</i>	Motorista responsável pela recolha	X			
<i>StartDateTime</i>	Data e hora do início da recolha				X
<i>EndDateTime</i>	Data e hora do final da recolha				X
<i>Day</i>	Dia da recolha			X	
<i>Month</i>	Mês da recolha			X	
<i>DayOfWeek</i>	Dia da semana da recolha		X		
<i>initialKm</i>	Quilometragem no início da recolha (km)			X	
<i>finalEndKm</i>	Quilometragem no final da recolha (km)			X	
<i>totalKms</i>	Kilometragem total esperada das rotas que se encaminham para cada centro de triagem (km)			X	
<i>Vehicle</i>	Veículo utilizado na recolha			X	
<i>Containers</i>	Número de contentores integrantes de cada rota			X	

<i>routeName</i>	Nome da rota	X			
<i>branch</i>	Sede correspondente a uma zona do país	X			
<i>totalPickups</i>	Número de contentores recolhidos na saída			X	
<i>filling</i>	Preenchimento total dos contentores (%) recolhidos na saída				X
Filling Médio	Variável criada através da divisão entre <i>filling</i> e <i>totalPickups</i> (%)				X
<i>weighing</i>	Peso total da quantidade de resíduos têxteis recolhidos (kg)				X
Weighing Médio	Variável criada através da divisão entre <i>weighing</i> e <i>totalPickups</i> (kg)				X

Cada variável poderá proporcionar uma análise específica. Em relação a variável “*filling*”, corresponde ao preenchimento total de todos os contentores recolhidos a cada saída, ou seja, o somatório do “*filling*” de cada contentor por saída. Vale ressaltar que, o preenchimento dos contentores pode chegar a ultrapassar 100%, em virtude dos resíduos têxteis podem ser encontrados fora dos contentores, após estiverem completamente preenchidos.

Já a variável “*fillingMédio*” foi obtida através da divisão da variável “*filling*” pela variável “*totalPickups*”, identificando o preenchimento médio dos contentores para cada saída efetuada. No que respeita a variável “*weighingMédio*”, foi calculado o quociente entre a variável “*weighing*” e “*totalPickups*”, obtendo como resultado o peso médio recolhido em cada saída realizada. A variável “*totalKms*”, foi criada através da diferença de valores de quilometragem final e quilometragem inicial encontradas nas variáveis “*finalEndKm*” e “*initialKm*”, na devida ordem.

Foram identificadas duas situações anómalas na base dados, a primeira referente a variável “*totalKms*”, onde em uma determinada saída foi identificado um valor extremamente alto de quilómetros percorridos, mais exatamente 3941 km, o que é bastante fora do normal, comparado com as restantes saídas; e o segundo problema encontrado foi na variável “*weighingMédio*”, o qual apresentou um valor de 247.3 kg por quilómetro, também bastante acima do habitual, sendo assim retirados das análises afim de, evitar dificuldade de leitura dos gráficos, assumindo que possivelmente houve algum erro no registo destas informações.

Todas as análises foram realizadas com recurso ao Software de Tratamento Estatístico R. Os métodos estatísticos adotados incidiram na análise descritiva, exploratória e gráfica, bem como numa parte de inferência estatística de variáveis importantes para aferir o impacto ambiental da reutilização e reciclagem de resíduos têxteis, a partir das cerca de 1600 saídas diárias para a recolha destes mesmos.

4.3. ANÁLISE PRELIMINAR DOS DADOS

Numa primeira fase da análise exploratória iremos tentar caracterizar a atividade da empresa Ultriplo, nomeadamente perceber se esta atividade depende do mês ou dia da semana, quantos veículos e condutores envolve, quantos contentores são em média recolhidos por saída, quantos quilómetros são percorridos em média, etc.

Pela análise do ano de 2021, foi possível perceber que o total mensal de saídas efetuadas é razoavelmente uniforme ao longo do ano, como mostram a Figura 10 e Tabela 4, havendo uma diferença muito pequena entre os meses, sendo março o mês (3) com o maior número de saídas registadas, e janeiro (1) com o menor.

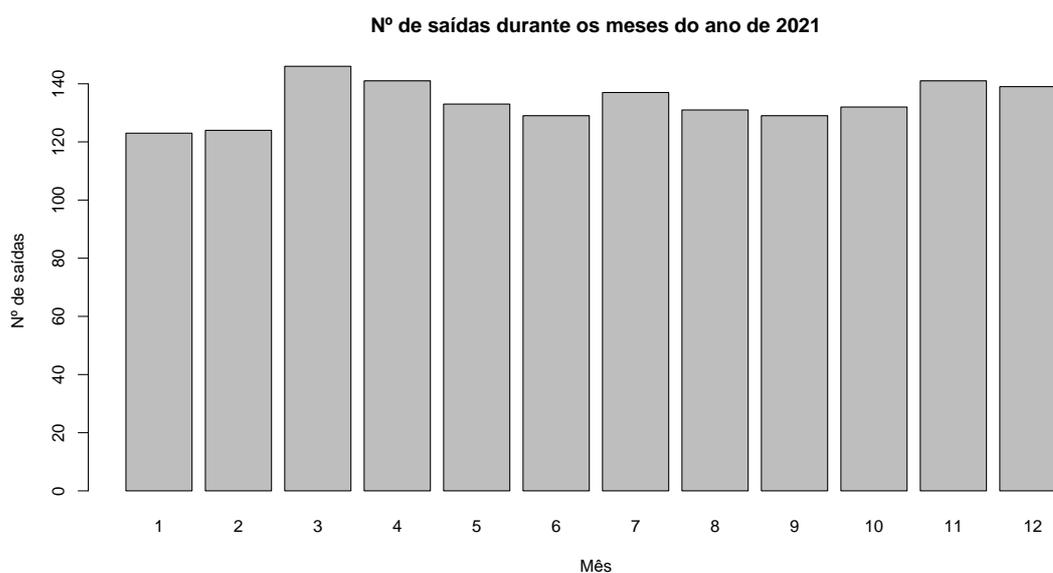


Figura 10: Representação gráfica do número de saídas por cada mês.

Tabela 4: Número de saídas efetuadas no ano de 2021.

Nº de saídas ao longo de 12 meses												
Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	122	124	142	138	132	128	136	130	128	132	138	136

Nº de saídas	123	124	146	141	133	129	137	131	129	132	141	139
--------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

A Tabela 5 apresenta a variação das saídas efetuadas ao longo da semana, vale ressaltar que aos domingos não são efetuadas saídas. Durante os dias não há grandes discrepâncias, exceto o sábado que apresenta menor atividade, sendo terça feira o dia com maior número de recolhas.

Tabela 5: Número de saídas efetuadas durante os dias da semana.

Nº de saídas por dia da semana						
Dia da semana	Segunda feira	Terça feira	Quarta feira	Quinta feira	Sexta feira	Sábado
Nº de saídas	315	319	317	303	314	37

Há um total de 19 veículos que foram utilizados para realização das recolhas durante o ano de 2021, uns foram utilizados diversas vezes, como o veículo 30, em contrapartida outros foram utilizados apenas uma vez como os veículos 2, 24 e 33, apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Veículos utilizados nas recolhas.

Veículos utilizados																			
Veículo	1	2	8	10	11	14	15	16	17	18	20	21	24	27	29	30	32	33	34
Nº de saídas utilizados	2	1	87	164	30	42	6	94	210	51	52	101	1	6	71	254	244	1	188

Em relação ao número de contentores recolhido em cada saída, varia entre um mínimo de 2 contentores e o máximo de 27, com uma mediana igual a 19 contentores. Vale ressaltar que, e cada saída de uma dada rota, o conjunto de contentores a recolher pode variar. Por exemplo, por algum motivo esporádico, pode ser necessário recolher um determinado contentor, então acrescenta-se aquele contentor em determinada rota, afim de evitar que o vestuário seja colocado do lado de fora do mesmo.

Dito isto, o primeiro histograma da Figura 11 apresenta o número de contentores integrantes de cada rota (*containers*) e o segundo histograma apresenta o número de contentores verdadeiramente recolhidos (*totalPickups*).

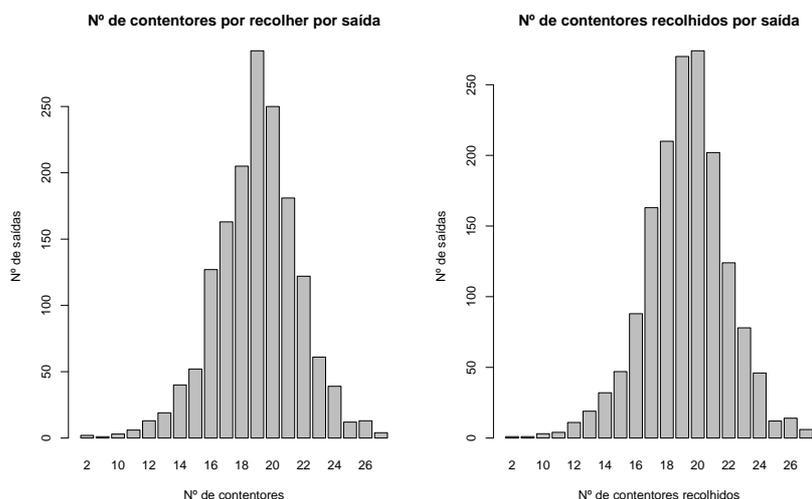


Figura 11: Número de contentores integrantes de cada rota (*Containers*) e número de contentores verdadeiramente recolhidos (*totalPickups*).

A Tabela 7 apresenta as principais estatísticas descritivas das variáveis consideradas mais relevantes para o nosso estudo, nomeadamente “*totalKms*”, “*weighing*” e “*filling*”. Em relação à variável “*totalKms*” que corresponde à quilometragem total percorrida numa determinada saída, é possível observar variação entre o mínimo de 19 km e máximo de 1150 km, em média são percorridos cerca de 166 Km (Tabela 7) em cada saída. Já a variável “*weighing*” relacionada com o peso total de material recolhido, há variação entre 180 e 3480 kg, com média de 2148 kg. No que diz respeito a variável “*filling*” que representa o somatório do preenchimento de todos os contentores recolhidos na saída, verifica-se uma variação entre os 100% aos 1880%.

Tabela 7: Estatística descritiva de algumas variáveis consideradas relevantes.

Variáveis	Mín	Máx	Média	Mediana	Q1	Q3
<i>totalKms (km)</i>	19	1150	166.8	141	99	212
<i>weighing (kg)</i>	180	3480	2148	2160	1820	2500
<i>filling (%)</i>	100	1880	1090	1100	900	1280
<i>weighingMedioPorKm (kg)</i>	1.417	117.1	17.3	14.6	9.5	22.9
<i>weighingMedioPorContentor (kg)</i>	52.9	440	114.1	110	92	130
<i>fillingMedio (%)</i>	18.3	165	57.7	57.2	46.1	67.4

A Tabela 7 apresenta também três novas variáveis que nos parecem mais informativas para o nosso estudo: o “peso médio por km” percorrido numa determinada saída (*weighingMedioPorKm*); o “peso médio por contentor” despejado nessa saída (*weighingMedioPorContentor*); e o “preenchimento médio por contentor” despejado (*fillingMedio*). Relativamente a primeira variável

(*weighingMedioPorKm*), conclui-se que o respetivo valor médio é 17,3 Kg, e que 50% dos pesos médios por km variam entre 9.5 Kg e 22.9 Kg. No que respeita à segunda variável (*weighingMedioPorContentor*), temos um valor médio de 114.1 Kg, sendo 50% dos pesos médios com variação entre 92 Kg e 130 Kg. Por último, em termos de preenchimento médio, cada contentor possui aproximadamente 58% de ocupação, cerca de 50% dos preenchimentos médios tem variação entre 46.1% e 67.4%.

A Figura 12 apresenta estas três novas variáveis ao longo dos meses, afim de se perceber se existe algum padrão temporal. Através do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis para comparação de medianas, foram comparados os 12 meses do ano de 2021, verificando-se que existem diferenças significativas entre grupos (12 meses do ano) para as 3 variáveis em estudo (“Peso médio por km”; “Peso médio por contentor” e “Preenchimento médio por contentor”). Note-se que, de acordo com o teste de Kruskal-Wallis, a hipótese nula (H_0) afirma que as medianas são todas iguais, porém os 3 valores de p obtidos foram inferiores ao nível de significância de 1% ou 0,01, ou seja, pode-se rejeitar a (H_0) e concluir que as estimativas das medianas não são iguais.

Estes resultados parecem então indicar que a sazonalidade é um elemento importante e que tem influência considerável, principalmente durante o período do verão que perdura pelos meses de junho (6) a setembro (9).

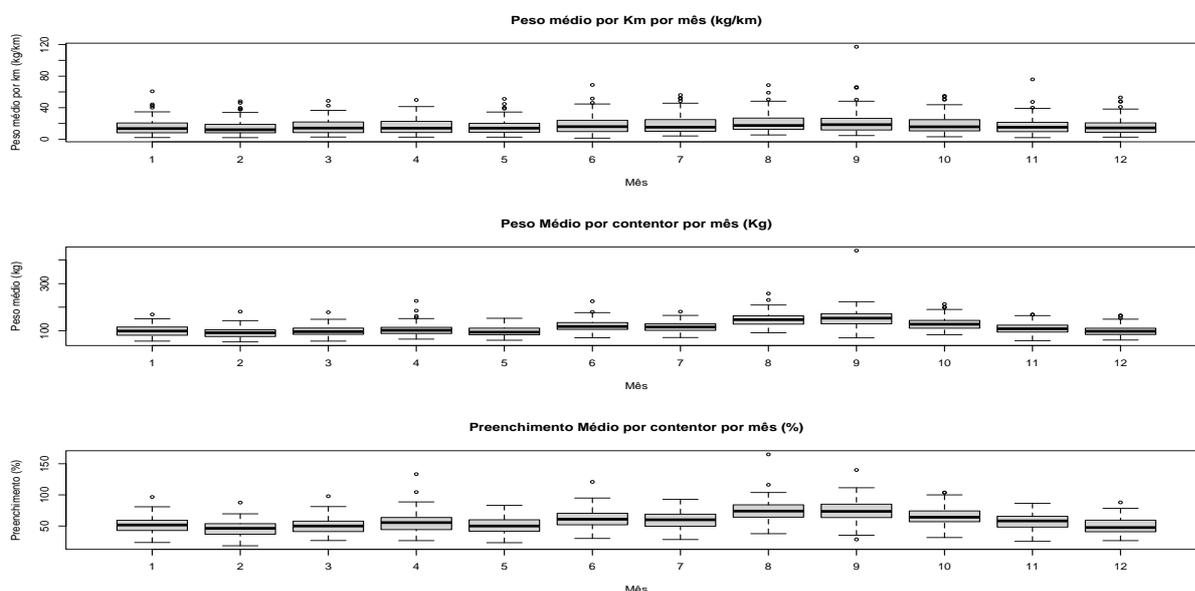


Figura 12: Variação mensal das variáveis “peso médio por km”, “peso médio por contentor” e “preenchimento médio por contentor” .

Foi realizada uma análise semelhante para os dias da semana (Figura 13), tendo-se mais uma vez confirmado através do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis diferenças significativas nas medianas entre os 6 dias.

No que diz respeito a variável “Peso médio por Km”, é possível perceber que a quinta feira (4) recolhe maior peso por quilómetro, em relação aos demais dias da semana. Já acerca do preenchimento médio por contentor, a segunda (1) e o sábado (6) estão associados a maior percentagem de preenchimento dos contentores.

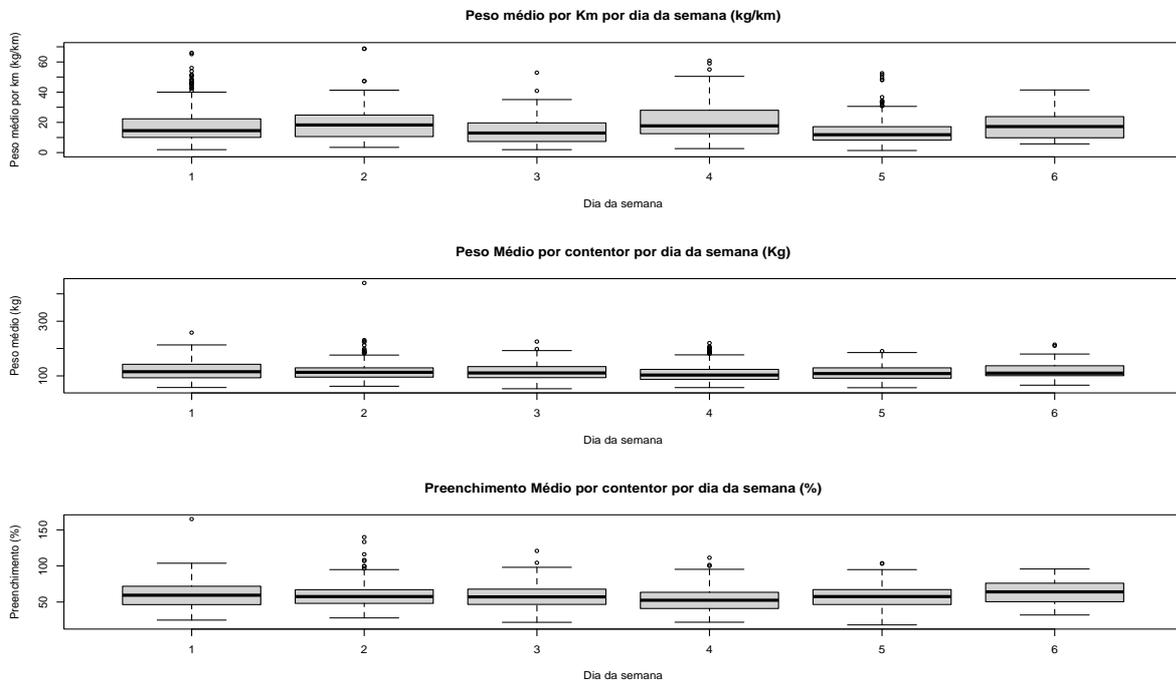


Figura 13: Variação semanal das variáveis “Peso médio por km”, “Peso médio por contentor” e “Preenchimento médio por contentor”.

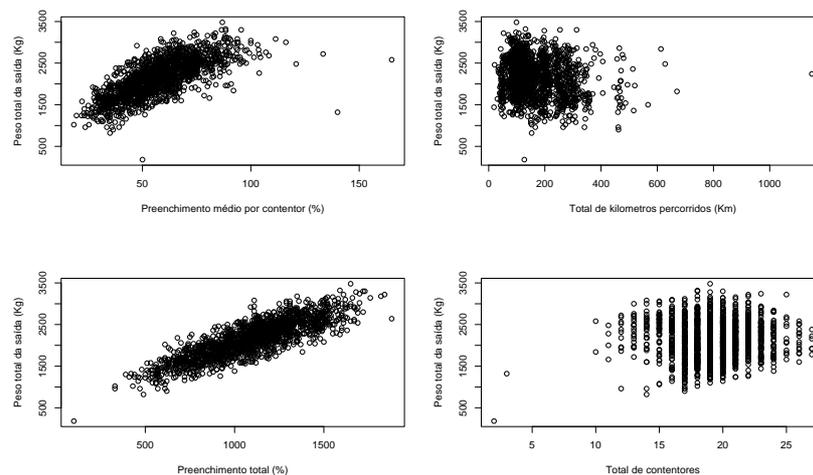


Figura 14: Correlação entre variável dependente "Peso total da saída" com variáveis quantitativas "Preenchimento total", "Preenchimento médio por contentor", "Total de Kilometros percorridos" e "Total de contentores".

De seguida, pretendemos investigar possíveis razões que possam justificar que o peso total recolhido numa dada saída seja mais elevado. A Figura 14 apresenta os gráficos de dispersão que

relacionam a variável “Peso total da saída” com as demais variáveis quantitativas, apontando para a existência de relação forte, positiva e linear desta variável com as variáveis “Preenchimento médio por contentor” e “Preenchimento total”. Por outro lado, não parece haver relação nítida entre a variável “Peso total da saída” e a variável “Total de quilômetros percorridos”, nem com a variável “Total de contentores”.

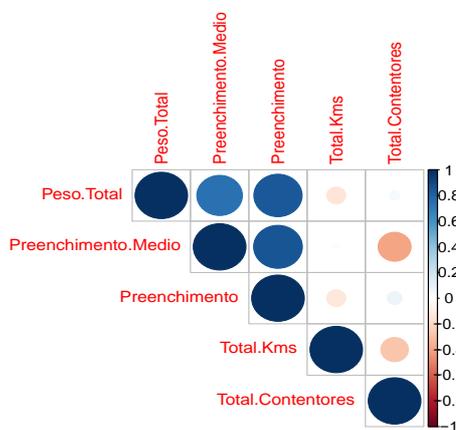


Figura 15: Matriz de correlações e significância

Na análise da matriz de correlações e significância (Figura 15) entre as variáveis numéricas, é possível considerar uma correlação inversa fraca entre as variáveis:

- “Total de quilômetros percorridos “ e “peso total descarregado”, indicando que a quantidade de resíduos têxteis recolhidos não é necessariamente maior em rotas mais longas. O diagrama de dispersão (Figura 14) mostra uma grande dispersão dos dados, sugerindo que estas variáveis são, na realidade independentes.

- “Total de quilômetros percorridos” e “preenchimento total”, indicando que o preenchimento total dos contentores tem tendência a decrescer em saídas mais longas;

- “Número total de contentores” e “preenchimento médio”, mostrando que o preenchimento médio dos contentores diminui em saídas com maior número de contentores;

- “Total de quilômetros percorridos” e o “número total de contentores”, indicando que saídas mais longas (associadas a rotas mais longas) têm menor número de contentores, o que poderá explicar a correlação inversa entre o total de quilômetros percorridos e preenchimento total dos contentores, uma vez que o número de contentores é menor.

Em contrapartida, a correlação entre as variáveis “Preenchimento” e “Peso total” é forte e positiva, um resultado esperado uma vez que quanto maior o preenchimento dos contentores, maior será o peso do material recolhido. Já entre “Peso total” e “Total de contentores” não há relação estatisticamente significativa (0.039, p valor=0.1132). Interessante é a correlação positiva entre o número total de

contentores recolhidos (aproximadamente o número de contentores da rota) e o preenchimento total, a qual permite perceber que, nas rotas com maior número de contentores são recolhidos mais resíduos têxteis (estão associadas a um maior preenchimento total), mas que o preenchimento médio desses contentores é menor. Este resultado sugere que, embora se recolham mais resíduos têxteis nas saídas com mais contentores, estas poderão não ser as mais eficientes uma vez que o preenchimento médio dos contentores diminui.

4.4. ANÁLISE DE REGRESSÃO

Iremos terminar o capítulo dedicado ao caso de estudo, recorrendo a métodos de inferência estatística para sustentar algumas conclusões provenientes da análise preliminar de dados apresentada na secção anterior. Considerando como possível variável de interesse o “Peso total da saída”, a qual pretendemos maximizar de forma a minimizar a pegada de carbono, iremos investigar possíveis preditores que demostrem ser estatisticamente significativos. Para realizar essa investigação, utilizaremos análises de regressão linear, que nos permitirão identificar e quantificar as relações entre o “Peso total da saída” e os preditores em questão, proporcionando uma base sólida para a tomada de decisões informadas no nosso estudo.

Foram testados modelos de regressão alternativos, tendo-se concluído que o modelo mais adequado, que permite explicar cerca de 72% (R²) da variabilidade do peso total descarregado, considera como preditores:

- 1) O número total de contentores descarregados (*totalPickups*), com um coeficiente de regressão estimado igual a -5.92 e um p-valor igual a 0.011.
- 2) O preenchimento total (*filling*), com um coeficiente de regressão estimado igual a 1.41 e um p-valor << 1%.
- 3) O total de quilómetros percorridos (*totalKms*), com um coeficiente de regressão estimado igual a -0.21 e um p-valor igual a 0.00155.

Considerando-se um nível de significância de 1%, os três preditores mostram ter significância estatística. Algumas das conclusões que podemos retirar, fixando as restantes condições, são então:

- 1) **Por cada contentor adicional, espera-se um decréscimo de 5.92 kg no peso total descarregado.** Este resultado talvez possa ser explicado pelo facto, referido na secção anterior, do preenchimento médio dos contentores tender a diminuir em saídas com maior número de contentores.

- 2) **Por cada 10% adicionais no preenchimento total, espera-se um aumento de 14.1 kg no peso total descarregado.** Este resultado deve ser justificado pela existência de uma correlação forte positiva entre estas 2 variáveis.
- 3) **Por último, por cada 10 km adicionais percorridos, espera-se um decréscimo de 2.1 kg no peso total descarregado.** Este resultado talvez possa ser explicado pelo facto, também referido na secção anterior, do preenchimento total dos contentores ter tendência a decrescer em saídas mais longas.

Assim, os resultados parecem indicar que o preenchimento dos contentores (representado aqui pelo preenchimento médio) é um fator determinante na eficiência das recolhas efetuadas pela U3.

Gostaríamos ainda de compreender se o mês é importante para explicar o peso total descarregado. Mais uma vez, prosseguimos com a análise de alguns modelos de regressão, tendo sido selecionado um modelo semelhante ao anterior ($R^2=76.5\%$), mas onde o preditor associado ao número total de contentores descarregados (*totalPickups*) foi trocado pelo mês. Passamos então a sumariar as principais conclusões:

- 1) **Há diferenças estatisticamente significativas (no sentido positivo) para os meses de junho a novembro com descargas superiores quando comparados com janeiro.** Por exemplo, em média em setembro descarrega-se mais 333.6 kg do que em janeiro.
- 2) Por cada 10 km a mais percorridos, espera-se uma diminuição de 2.2 kg na descarga.
- 3) Por cada 10% a mais no preenchimento, espera-se um aumento de 12.5 kg na descarga.

Note-se que foi realizada a habitual análise de resíduos que confirmou a adequabilidade dos modelos aqui apresentados.

Estes resultados sugerem existir duas épocas distintas, uma época alta de junho a novembro e uma época baixa de dezembro a maio.

5. CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO

A constante evolução das tendências e o apelo à renovação do guarda-roupa levam muitas vezes ao descarte prematuro de itens têxteis em perfeitas condições, contribuindo para o problema do desperdício na indústria da moda e destacando a necessidade de promover uma mentalidade mais sustentável que valorize a durabilidade e a a temporalidade das peças.

Ao adotar a valorização têxtil, a indústria pode mitigar seus efeitos prejudiciais no meio ambiente, reduzir a exploração de recursos finitos e diminuir a pegada de carbono. Além disso, a conscientização sobre a importância da valorização têxtil está crescendo entre empresas e consumidores, impulsionando a transformação do setor em direção a práticas mais sustentáveis. A reutilização, a reciclagem de fibras têxteis e a promoção da economia circular são passos essenciais para garantir um futuro mais verde e responsável para a indústria têxtil, onde a preservação dos recursos naturais é prioritária.

A título de conclusão de análises, refere-se que uma mais valia da modelação utilizada é a possibilidade de oferecer uma ferramenta simples para a análise de cenários, nomeadamente relacionados com a percentagem de preenchimento dos contentores.

Para o ano 2021, conclui-se que o preenchimento médio por contentor foi de 57.7% e a descarga média total foi de 2.2 toneladas. Com os modelos considerados, poder-se-á compreender o impacto esperado no total descarregado para diferentes cenários do aumento, por exemplo para 70%, no preenchimento médio dos contentores.

Visto que, foi possível comprovar que alguns meses possuem maior recolha de resíduos que outros, seria interessante reformular rotas para cada tipo de temporada, afim de alcançar maior quantidade de recolhas e aumento na eficiência do processo.

Algumas das contribuições deste estudo, é a proposta de utilização de novos índices de eficiência no processo desenvolvido pela empresa, em destaque temos: “peso médio por km” percorrido numa determinada saída (*weighingMedioPorKm*); o “peso médio por contentor” despejado nessa saída (*weighingMedioPorContentor*); e o “preenchimento médio por contentor” despejado (*fillingMedio*).

Ressalve-se, no entanto, que apenas foi analisado um período de 12 meses, e que seria interessante replicar este estudo num intervalo temporal mais amplo. Uma vez que os anos influenciados pela situação pandémica foram considerados atípicos, pelo que se sugere a continuação deste estudo para os próximos 3 a 5 anos, de forma a ser assegurada a representatividade dos dados.

Para finalizar, o respetivo estudo confirmou que a empresa *Ultriplo, Lda.* exerce um papel muito importante na sociedade, devido todo seu processo de recolha de resíduos têxteis em Portugal, contribuindo para a diminuição do impacto ambiental, promoção de economia circular do setor têxtil, auxílio de carácter social e de emergência à empresas e entidades públicas no sistema de gestão de resíduos.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO Brasileira De Normas Técnicas (2004), NBR ISO 14001 – Sistema de gestão ambiental: especificação e diretrizes para uso. Rio de Janeiro: ABNT. 14 p.
- Akan A. E. , Alves A. P. Potential of reduction in carbon dioxide equivalent emissions via energy efficiency for a textile factory. *Journal of Energy Systems*. 2018; 2(2): 57-69.
- ASSOCIAÇÃO TÊXTIL E VESTUÁRIA DE PORTUGAL – ATP. Brochura da evolução da indústria e vestuário, 50 anos, 2022.
- BEZERRA, Vitor de Moura. EVOLUÇÃO DO SETOR AUTOMOBILÍSTICO POR MEIO DA AUTOMAÇÃO. 2019. Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019.
- BRAGA, B., HESPANHOL, I., CONEJO, J.G.L., MIERZWA, J.C., BARROS, M.T.L., SPENCER, M., PORTO, M., NUCCI, N., JULIANO, N., EIGER, S. Introdução à Engenharia Ambiental – O desafio do desenvolvimento sustentável. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 2a Ed., 318p.
- BRUNO, Flavio S.; PURCIDÔNIO, Paula M.; VILELA, Viviane A.; VIANA, Ingrid D.; VALLE, Rogério A. B. Aquisição de competências ambientais na indústria têxtil: oportunidades para a diferenciação competitiva a partir do emprego de metodologias de avaliação de impactos ambientais. In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais. Salvador, out. 2009.
- CAMARGO, A. L. B. Desenvolvimento sustentável: dimensões e desafios. Campinas: Papirus, 2003;
- CÁRIO, S.A.F.; FERNANDES, R. L. DA RODA D'ÁGUA À NANOTECNOLOGIA: A TRAJETÓRIA DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR TÊXTIL. IX Congresso Brasileiro de História Econômica e 10º Conferência Internacional de História de Empresas., Curitiba, Paraná. 2011.
- Chandran K, P. Muthukumaraswamy. SITRA ENERGY AUDIT–IMPLEMENTATION STRATEGY IN TEXTILE MILLS, THE SOUTH INDIA TEXTILE RESEARCH ASSOCIATION, Coimbatore, 2002.
- COMISSÃO EUROPEIA, COMUNICAÇÃO DA COMISSÃO AO PARLAMENTO EUROPEU, AO CONSELHO, AO COMITÉ ECONÓMICO E SOCIAL EUROPEU E AO COMITÉ DAS REGIÕES: Estratégia da UE em prol da Sustentabilidade e Circularidade dos Têxteis, Bruxelas, 2022.
- COSTA, H. M. S. Estudo da pegada de carbono das indústrias do couro e desenvolvimento de uma ferramenta de cálculo. Faculdade de Ciência e Tecnologias, Universidade Nova de Lisboa. 2021;
- DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA TÊXTIL, UMNHO, DET, 2023, disponível em: <http://www.det.uminho.pt/pt-pt/geral/historia>, acedido em: 14 de dezembro de 2022.
- DIAS, Gabriela de Moraes. OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL INSTITUÍDOS PELA ONU E A TRIBUTAÇÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA TÊXTIL. 2020. 60 f. - Curso de Direito, Centro Universitário de Brasília (Uniceub)., Faculdade de Ciências Jurídicas e Sociais – FAJS, Brasília - DF, 2020.
- DIAS, Maria Saragoça. A relevância da Sustentabilidade na Indústria do Vestuário: o caso das pme portuguesas com presença no reino unido. 2020. 162 f. Curso de Gestão, Universidade Católica Portuguesa, Porto, Portugal, 2020. Cap. 2.
- DGAE (2018). Sinopse da Indústria Têxtil e Vestuário (ITV), Direção-Geral das Atividades Económicas, <https://www.dgae.gov.pt/sinopse-textil-vestuario-17-04-2019-pdf>, acedido em 10/03/2023
- DIRECTIVE 2008/98/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives, (2008);
- ECOGREEN. Economia Circular x Linear: um jeito de produzir realmente sustentável. 2020. Disponível em: <https://carinhoecogreen.com.br/economia-circular-linear-um-jeito-de-produzir-realmente-sustentavel/>. Acesso em: 17 mar. 2023;
- EEA (2014). Environmental indicator report, <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-indicator-report-2014>, acedido em 16/03/2023;
- EEA (2019). Textiles in Europe's circular economy, <https://www.eea.europa.eu/publications/textiles-in-europes-circular-economy>, acedido em 16/03/2023;

- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (EMF) (2017). A new textiles economy: Redesigning fashion 's future. Disponível em https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/A-NewTextiles-Economy_Full-Report_Updated_1-12-17.pdf. Obtido em 05/01/2023;
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (EMF). Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition. 2012. (v. 1);
- EPA – U. S. Environmental Protection Agency. Office of Compliance Sector Notebook Project: Profile of the textile Industry. Washington, 1997;
- EPRS - European Parliamentary Research Service -. Environmental impact of the textile and clothing industry: what consumers need to know. European Parliament, 2019;
- ESTENDER, A. C., PITTA, T. T. M. O CONCEITO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Guarulhos, Sp: Revista Terceiro Setor, v. 2, n. 1, 2008;
- Farhana, K., Kadirgama, K., Mahamude, A.S.F. ENERGY CONSUMPTION, ENVIRONMENTAL IMPACT, AND IMPLEMENTATION OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES IN GLOBAL TEXTILE INDUSTRIES: AN OVERVIEW TOWARDS CIRCULARITY AND SUSTAINABILITY. Mater Circ Econ 4, 15 (2022). <https://doi.org/10.1007/s42824-022-00059-1>;
- Fashioning Sustainability Report. Forum for the Future, 2007;
- FEBRATEX GROUP. A evolução da indústria têxtil desde o princípio, São Paulo, Brasil, out. 2019. Disponível em: < <https://fcm.com.br/>>, acessado em: 20 de dezembro de 2022;
- Global Fashion Agenda [2017a)]. A Call To Action For A Circular Fashion System, https://globalfashionagenda.com/wp-content/uploads/2017/04/GFA17_Call-toaction_Poluc-brief_FINAL_9May.pdf, acessado em 18/03/2023;
- KIRCHHERR, D. Reike, M. Hekkert. Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions. Resour. Conserv. Recycl, v. 127, p. 221-232, 2017;
- MENDONÇA, Cátia; MOUTINHO, Vera; ROBALO, Rita; RODRIGUES, Célia. A pegada da nossa roupa. 2019. Disponível em: <https://www.publico.pt/2019/11/29/infografia/pegada-roupa-391>. Acesso em: 14 mar. 2023;
- MENEGUCCI, Franciele; MARTELI, Leticia; CAMARGO, Maristela; VITO, Meriele. Resíduos têxteis: Análise sobre descarte e reaproveitamento nas indústrias de confecção. In: XI CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, Rio de Janeiro. Gestão Ambiental e Sustentabilidade. Rio de Janeiro, 2015;
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional dos Resíduos Sólidos- PNRS Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636> >. Acesso em: 27 março de 2023;
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. A ONU e o meio ambiente. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>. Acesso em: 09 de fevereiro de 2023;
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. Transformando nosso mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acessado em: 09 de fevereiro de 2023;
- Parlamento Europeu. O Impacto da Produção e dos Resíduos Têxteis no Ambiente (Infografia), Direção-Geral da Comunicação, 2022;
- PERSU 2020+. (2019). Plano Estratégico dos Resíduos Sólidos Urbanos 2020+. Retrieved from https://apambiente.pt/_zdata/DESTAQUES/2019/PERSU2020/PERSU2020%20_Audicao_Publica_dez2018.pdf;
- PIRES, Dario Xavier; CALDAS, Eloísa Dutra; RECENA, Maria Celina Piazza. Intoxicações provocadas por agrotóxicos de uso agrícola na microrregião de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, no período de 1992 a 2002. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.21, n.3, maio/jun. 2005;
- Quantis (2018). Measuring Fashion, https://quantis-intl.com/wpcontent/uploads/2018/03/measuringfashion_globalimpactstudy_fullreport_quantis_cwf_2018a.pdf, acessado em 08 de março de 2023;

- RIBEIRO, Ernesto Martins Vaz. A indústria em Portugal nos séculos XVIII, XIX e XX. 2020. 67 f. Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2020;
- SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI. São Paulo: Studio Nobel: Fundap, 1993;
- Sajn, N. (2019). Environmental Impact Of The Textile And Clothing Industry, Parlamento Europeu [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/633143/EPRS_BRI\(2019\)633143_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/633143/EPRS_BRI(2019)633143_EN.pdf), acessado em 08 de março de 2023;
- SANCHEZ, Luis Enrique. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013;
- SCHARF, Regina. Manual de Negócios Sustentáveis. São Paulo, Amigos da Terra, 2004;
- SILVA, C. C. Etnoturismo: Um olhar sobre o povo de Macuxi da comunidade indígena Raposa I da terra indígena Raposa Serra do Sol à luz da Instrução Normativa Nº 03/2015 – FUNAI. 2022. Acesso em: 03/01/24.
- SILVA, D. N., & SANTOS MENEZES, M. Design têxtil: revisão histórica, surgimento e evolução de tecnologias. 2013;
- Tomás, C. (10 de Janeiro de 2016). 230 Toneladas de Roupa Vão para o Lixo. Expresso. Obtido em 20 de Dezembro de 2023;
- UNICA, Etiqueta. A Indústria Têxtil e o Desperdício Hídrico Atual. 2014-2022. Disponível em: <https://blog.etiquetaunica.com.br/a-industria-textil-e-o-desperdicio-hidrico-atual/>. Acesso em: 10 maio 2023;
- VEIGA, B. M. S. Pegada de carbono empresarial – Uma aplicação do método MC3 à Domingos da Silva Teixeira SA. Escola de Economia e Gestão. Universidade do Minho. 2017.
- Viet, H. M. Reciclagem de metais metálicos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2012);
- Wackernagel, M., Dholakia, R., Deumling, D. & Richardson, D., 2000. Redefining Progress, Assess your Household's Ecological Footprint 2.0. s.l.:s.n;
- World Wildlife – 2016. <https://www.worldwildlife.org/pages/living-planet-report-2016>, Acesso em: 15/12/23;
- Wang, Y. Fiber and textile waste utilization. Waste and biomass valorization, 135-143. 2010.

ANEXOS

Anexo I: Número de saídas efetuadas durante os dias da semana.

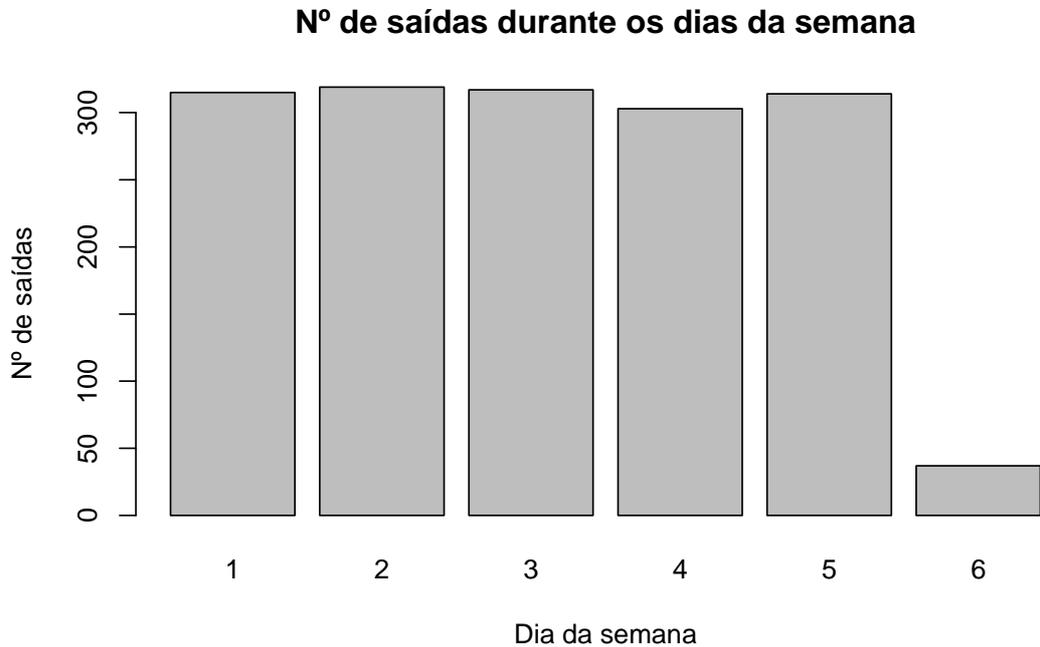


Figura 16: Representação gráfica do número de saídas efetuadas durante os dias da semana.

Anexo II: Horários de início e fim de processo de recolhas.

Tabela 8: Tabela de horários de início do processo de recolhas dos *containers*.

Horário de início das recolhas																
Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nº de saídas utilizados	1	2	12	59	102	435	804	135	16	6	4	6	14	5	3	1

Tabela 9: Tabela de horários de fim do processo de recolhas dos *containers*.

Horário de fim das recolhas																
Hora	0	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Nº de saídas utilizados	1	4	15	66	267	452	308	148	131	124	52	22	7	5	2	1

Anexo III: Histogramas e diagrama de caixa das variáveis.

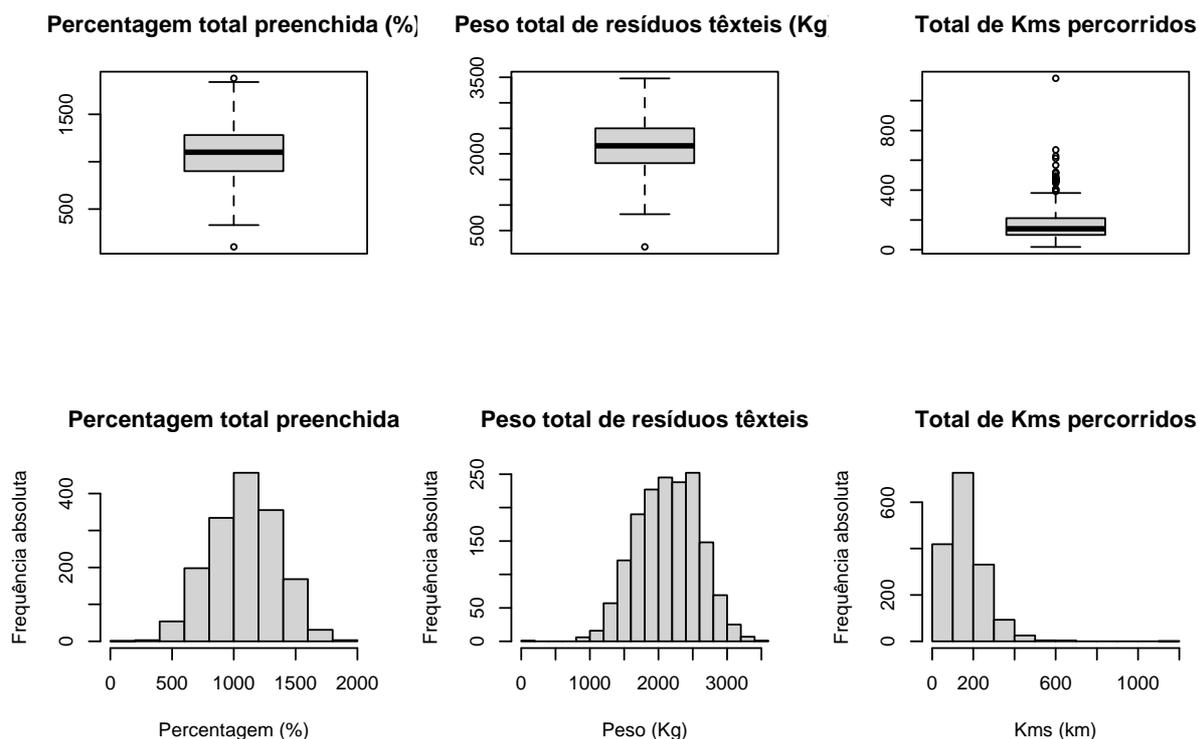


Figura 17: Análise gráfica das variáveis *filling* (%), *weighing* (kg) e *totalKms* (km).

Anexo IV: Estatística descritiva de algumas variáveis consideradas relevantes.

Tabela 10: Estatística descritiva de algumas variáveis de interesse.

Variáveis	Mín	Máx	Média	Mediana	Dv's
totalKms	19	1150	166.8	141	93.04512
totalPickups	2	27	19.25	19	2.663932
weighing	180	3480	2148	2160	451.1769
filling	100	1880	1090	1100	268.7213
fillingMedio	18.33	165	57.70	57.22	16.50024
weighingMedioPorContentor	52.94	440	114.01	110	31.11195
weighingMedioPorKm	1.417	117.143	17.257	14.601	10.59732

Anexo V: Análise gráfica de novas variáveis.

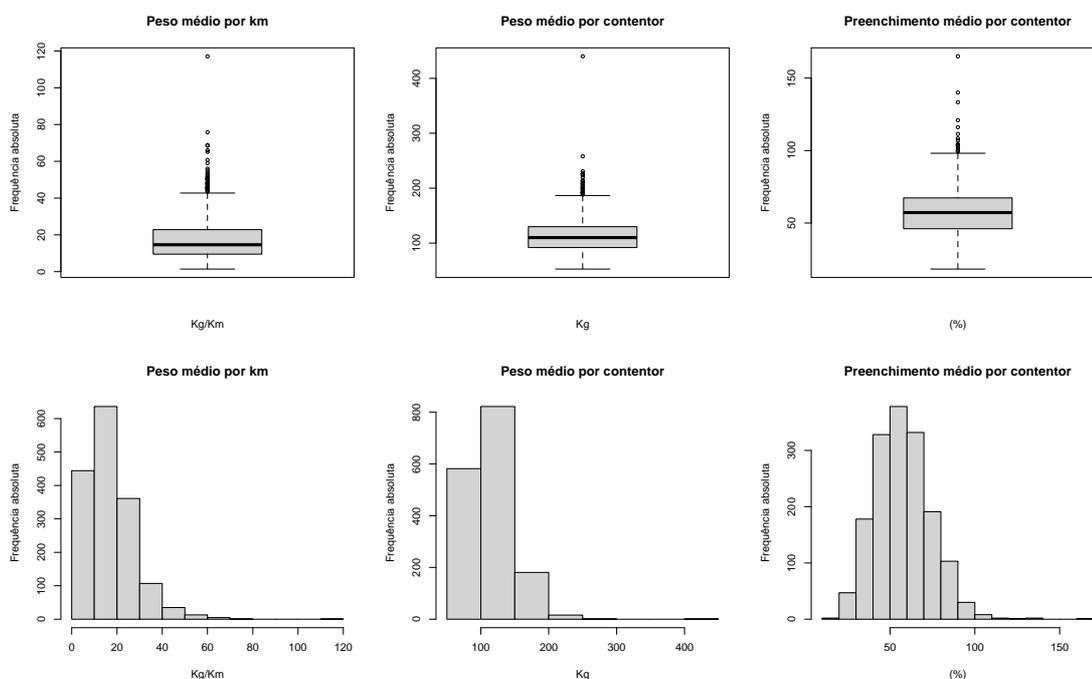


Figura 18: Análise gráfica de variáveis "weighingPorKm", "weighingPorContentor" e "fillingMedio", derivadas de dados originais.

Anexo VI: Tabela descritiva de rotas.

Tabela 11: Sumário de número de saídas efetuadas, distância média percorrida por rota/saída, número médio de contentores despejados por rota/saída, preenchimento médio dos contentores por rota/saída, peso médio da quantidade de têxteis recolhidos por rota/saída e, respetivo, peso médio de resíduos recolhidos por distância percorrida.

Zona	Rotas Definidas	Nº de Saídas Efetuadas	Distância Média Percorrida por Saída por Rota (Km)	Nº Médio de Contentores Despejados por Saída por Rota	Nº mais frequente por Saída por Rota	Preenchimento Médio dos Contentores por Saída por Rota (%)	Peso Médio da Quantidade de Resíduos Têxteis Recolhidos por saída por Rota (Kg)	Peso Médio da Quantidade de Resíduos Têxteis Recolhidos pela Distância Total Percorrida por Rota (Kg/Km)
1048	L: Apúlia-Póvoa	52	112,83	19,84	20	56,74	2258,07	20,01
	L: Aves	50	101,84	21,12	20	54,49	2262,80	22,22
	L: Barcelos	50	83,88	20,86	20	52,48	2351,60	28,04
	L: Braga 1	49	46,04	22,73	20	43,44	1939,18	42,12
	L: Braga 2	48	55,96	24,16	20	42,10	2174,58	38,86
	L: Brito	51	88,61	18,90	20	65,85	2118,82	23,91
	L: Caminha	51	204,04	17,74	20	56,60	1891,37	9,27
	L: Chaves	50	306,12	16,88	20	56,44	1959,80	6,40
L: Cinfães	50	286,24	18,56	20	41,02	1808,80	6,32	

L: Esposende	47	188,38	18,27	20	54,54	2053,40	10,90
L: Fafe	50	116,60	17,98	20	65,33	1448,00	12,42
L: Famalicão	51	87,88	19,39	20	67,42	2372,54	27,00
L: Lourosa	49	200,33	18,63	20	69,71	2442,85	12,19
L: Lousada	50	151,88	19,24	20	54,74	2060,00	13,56
L: Matosinhos	52	128,84	16,63	20	71,93	2235,00	17,35
L: Mirandela	48	411,81	17,66	20	58,53	1832,91	4,45
L: Monção-Melgaço	50	240,54	19,44	20	56,54	2252,80	9,37
L: Ovar	52	198,44	18,09	20	63,12	2439,80	12,29
L: P. Lanhoso-Montalegre	51	177,88	18,45	20	49,82	1865,49	10,49
L: Paços de Ferreira	50	121,40	19,52	20	55,37	2222,20	18,30
L: Paredes-Penafiel	50	212,10	20,48	20	55,22	2217,00	10,45
L: Porto-Valongo	50	166,92	18,06	20	49,31	1776,00	10,64
L: S.M. Feira-Estarreja	51	229,98	19,41	20	58,75	2109,01	9,17
L: S.M. Feira-Vale Cambra	51	254,61	19,64	20	56,52	2200,00	8,64
L: Santo Tirso	47	86,04	18,08	20	60,94	2168,72	25,21
L: Trofa	52	109,21	20,30	20	67,29	2393,46	21,92
L: Viana-Ponte Lima	50	144,94	21,92	20	60,87	2264,80	15,63
L: Vila Nova Gaia	52	162,04	16,38	20	66,13	2109,42	13,02
L: Vila Pouca Aguiar-Cabeceiras	48	222,19	19,00	20	46,22	1935,20	8,71
L: Vila Real-Peso Régua	51	304,82	18,80	20	59,14	2179,60	7,15
L: Vila Verde-Amares	52	84,19	19,90	20	53,61	2361,34	28,05
L: Vizela	50	130,82	19,68	20	49,78	1997,00	15,27