



DIANA FERREIRA DOS REIS

Licenciada em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

Uma proposta para reduzir as devoluções de artigos eletrónicos vendidos online devido a danos no transporte

Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

Universidade NOVA de Lisboa
Setembro, 2023



Uma proposta para reduzir as devoluções de artigos eletrónicos vendidos online devido a danos no transporte

Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Diana Ferreira dos Reis

Licenciada em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Ana Paula Ferreira Barroso,
Professora Auxiliar, NOVA School of Science and Technology

Júri:

Presidente: Professor Doutor André Mendes de Carvalho,
Professor Auxiliar, NOVA School of Science and Technology

Arguente: Doutora Inês de Abreu Ferreira,
Professora Adjunta Convidada, Escola Superior de Ciências
Empresariais – Instituto Politécnico de Setúbal

Orientador: Professora Doutora Ana Paula Ferreira Barroso,
Professora Auxiliar, NOVA School of Science and Technology

Uma proposta para reduzir as devoluções de artigos eletrónicos vendidos online devido a danos no transporte

Copyright © Diana Ferreira dos Reis, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar devo agradecer à Universidade Nova de Lisboa, especialmente à Faculdade de Ciências e Tecnologias que me acolheu e nutriu com conhecimento durante estes cinco anos. Em segundo lugar agradecer à minha orientadora, professora Ana Paula Barroso que me direcionou, apoiou e motivou na elaboração desta dissertação.

Agradecer de igual modo à empresa que me permitiu desenvolver este estudo de caso, para a qual acredito ter contribuído com resultados que lhes permitirão desenvolver o seu negócio.

Devo também prestar o meu agradecimento especial à minha família por sempre me ter incentivado a ir mais longe, a procurar construir o melhor caminho para o meu futuro.

Por fim, e não menos importante, agradecer ao meu namorado pela paciência e motivação sempre presentes.

RESUMO

Atualmente, o e-commerce tem um papel fundamental na sociedade. Apesar das vantagens, tais como a diminuição da dimensão de filas em espaços físicos e a criação de postos de trabalho em áreas digitais, foram identificados alguns desafios, sendo um deles a falta de qualidade com que os artigos chegam aos clientes, tornando-se, por vezes, motivo para devolução. Muitas empresas, tentam recuperar os artigos para que não haja uma perda total do valor.

Numa empresa de retalho eletrónico em Portugal existe uma unidade de recuperação de artigos, onde os artigos são recuperados para ser revendidos. Por vezes, no entanto, o custo de recuperação é demasiado elevado, tornando o produto não rentável.

Assim, neste estudo de caso avalia-se a viabilidade da implementação de uma segunda embalagem (que embala o artigo com a embalagem original) para a redução de danos nos artigos para evitar a sua devolução e, posterior, recuperação.

Para avaliar a viabilidade da implementação da segunda embalagem recorre-se à aplicação de métodos de análise estatística multivariada, nomeadamente análise fatorial e análise de clusters para analisar os dados dos artigos que foram devolvidos à empresa.

Selecionaram-se determinados artigos, considerando-os mais suscetíveis a danos e de grande importância para a empresa, que deviam ser embalados com a segunda embalagem. Os artigos selecionados contam com características como custos de recuperação e taxas de devoluções elevadas.

Depois de fazer uma análise dos dados verifica-se que é mais vantajoso aplicar uma segunda embalagem do que reparar os artigos devolvidos.

Palavras chave: Retalho, Logística Inversa, Embalagens, Reparação, Estatística Multivariada.

ABSTRACT

Currently, e-commerce plays a fundamental role in society. Despite the advantages, such as the dimension reduction of queues in physical spaces and the creation of workstations in digital areas, some challenges have been identified, one of which is the lack of quality with which items reach customers, sometimes becoming a reason for return. Many companies try to recover the items so that there is no total loss of value.

One e-retail company in Portugal has an item recovery unit, where items are recovered for resale. Sometimes, however, the cost of recovery is too high, making the product unprofitable.

Therefore, this case study assesses the feasibility of implementing a second package (which packs the item with the original packaging) to reduce damage to the items to prevent them from being returned and subsequently recovered.

In order to assess the feasibility of implementing the second packaging, multivariate statistical analysis methods were used, namely factor analysis and cluster analysis to analyze the data from the articles that were returned to the company.

Certain items were selected, considering them to be more susceptible to damage and of great importance to the company, which should be packed with the second package. The items selected have characteristics such as recovery costs and high return rates.

After analyzing the data, it turns out that it is more advantageous to apply a second package than to repair the returned items.

Keywords: Retail, Reverse Logistics, Packaging, Repairs, Multivariate Statistics.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Objetivo	1
1.3	Metodologia	2
1.4	Organização do Documento	3
2	RETALHO E MÉTODOS DE ANÁLISE MULTIVARIADA.....	5
2.1	Retalho	5
2.1.1	<i>E-commerce</i>	6
2.1.2	Embalagens.....	7
2.1.3	Logística Inversa.....	7
2.2	Métodos de Análise Multivariada.....	12
2.2.1	Análise Fatorial	12
2.2.2	Análise de Clusters.....	19
2.3	Síntese do Capítulo	22
3	DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....	23
3.1	Empresa	23
3.2	Métodos de Venda.....	24
3.3	Métodos de Transporte	24
3.3.1	Transportador Interno	24
3.3.2	Transportadora A.....	25

3.3.3	Transportadora B.....	26
3.4	Devolução de Artigos.....	27
3.5	Identificação e Seleção dos Dados.....	28
3.5.1	Classificação do Embalamento.....	29
3.6	Caracterização de Dados.....	30
3.7	Influência do Tipo de Embalamento.....	33
3.8	Síntese do Capítulo	34
4	PROPOSTA DE REDUÇÃO DE DEVOLUÇÕES DE ARTIGOS ELETRÔNICOS.....	35
4.1	Métodos de Análise Multivariada.....	35
4.1.1	Artigos Irreparáveis.....	36
4.1.2	Artigos Quase Sem Danos	39
4.1.3	Artigos com Reparação.....	42
4.2	Análise de Clusters	46
4.2.1	Análise de Clusters dos Artigos Irreparáveis.....	47
4.2.2	Análise de Clusters dos Artigos Quase sem Danos.....	52
4.2.3	Análise de Clusters dos Artigos com Reparação	57
4.3	Embalamento.....	61
4.3.1	Identificação das Caixas Existentes na Empresa	61
4.3.2	Seleção e Adaptação da Caixa para cada Artigo.....	61
4.4	Custos na Unidade de Recuperação.....	66
4.4.1	Artigos Irreparáveis.....	66
4.4.2	Artigos Quase sem Danos.....	67
4.4.3	Artigos com Reparação.....	67
4.5	Análise Comparativa de Custos com as Margens de Lucro.....	68
4.6	Síntese do Capítulo	69
5	CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO	71
5.1	Conclusões Gerais.....	71

5.2	Limitações do Estudo	72
5.3	Trabalho Futuro	73
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
	ANEXO A - SCORES DE FATORES - ANÁLISE FATORIAL DOS IRREPARÁVEIS	83
	ANEXO B - MATRIZ DE AMALGAMENTO - ANÁLISE DE CLUSTERS DOS IRREPARÁVEIS	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Metodologia de elaboração da dissertação.....	3
Figura 2.1 - Tipos de embalagem	7
Figura 2.2 - Vendas do e-commerce no período de 2014 a 2023.....	8
Figura 2.3 - Fluxo da cadeia de abastecimento e da logística inversa.....	10
Figura 2.4 - Exemplo de matriz das correlações entre variáveis.....	14
Figura 2.5 - Exemplo de <i>Scree Plot</i>	17
Figura 2.6 - Exemplo de dendrograma	20
Figura 2.7 - Exemplo de dendrogramas que resultam dos diferentes métodos de análise de clusters.....	21
Figura 3.1 - Plástico filme	25
Figura 3.2 - Saco acolchoado.....	25
Figura 3.3 - Processo de decisão de embalagem e transporte.....	26
Figura 3.4 - Distribuição de artigos por triagem	30
Figura 3.5 - Devoluções por tipo de entrega - artigos irreparáveis.....	32
Figura 3.6 - Devoluções por tipo de entrega - artigos com reparação	32
Figura 3.7 - Devoluções por tipo de entrega - artigos quase sem danos	32
Figura 4.1 - Matriz das correlações dos artigos irreparáveis	36
Figura 4.2 - Matriz das correlações dos artigos quase sem danos.....	39
Figura 4.3 - Matriz das correlações dos artigos com reparação.....	43
Figura 4.4 - Dendrograma dos artigos irreparáveis	47
Figura 4.5 - Boxplot dos clusters formados nos artigos irreparáveis, (a) Custo unitário, (b) Peso, (c) Saco acolchoado, (d) Esferovite, (e) Taxa de devoluções HD, (f) Taxa de devoluções PIS.....	51
Figura 4.6 - Dendrograma dos artigos quase sem danos.....	52

Figura 4.7 - Boxplot dos clusters formados nos artigos quase sem danos, (a) Custo unitário, (b) Taxa de depreciação, (c) Saco acolchoado, (d) Esferovite, (e) Taxa de devoluções PIS, (f) Taxa de devoluções HD, (g) Peso	56
Figura 4.8 - Dendrograma dos artigos com reparação.....	57
Figura 4.9 - Boxplot dos clusters formados nos artigos com reparação, (a) Custo unitário, (b) Taxa de depreciação, (c) Custo de recuperação, (d) Peso, (e) Saco acolchoado (f) Esferovite (g) Taxa de devoluções HD (h)Taxa de devoluções PIS.....	60
Figura 4.10 - Bolha, (a) Embalamento estratégico, (b) Bolha.....	65

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 - Distribuição dos artigos das três triagens quanto ao saco acolchoado.....	33
Tabela 3.2 - Distribuição dos artigos das três triagens quanto à utilização de esferovite.....	33
Tabela 3.3 - Distribuição dos artigos em relação ao peso de 4,5 Kg.....	34
Tabela 4.1 - Teste de KMO e esfericidade de Bartlett dos artigos irreparáveis.....	37
Tabela 4.2 - Comunalidades dos artigos irreparáveis.....	37
Tabela 4.3 - Valores próprios dos fatores e variância total explicada dos artigos irreparáveis	38
Tabela 4.4 - Cargas fatoriais das variáveis para os artigos irreparáveis.....	38
Tabela 4.5 - Teste de KMO e esfericidade de Bartlett dos artigos quase sem danos.....	40
Tabela 4.6 - Comunalidades dos artigos quase sem danos.....	40
Tabela 4.7 - Teste de KMO e esfericidade de Bartlett dos artigos quase sem danos.....	41
Tabela 4.8 - Cálculo das comunalidades dos artigos quase sem danos.....	41
Tabela 4.9 - Valores próprios dos fatores e variância total explicada dos artigos quase sem danos.....	41
Tabela 4.10 - Cargas fatoriais dos artigos quase sem danos.....	42
Tabela 4.11 - Teste de KMO e de esfericidade de Bartlett dos artigos com reparação.....	43
Tabela 4.12 - Cálculo das comunalidades dos artigos com reparação.....	43
Tabela 4.13 - Teste de KMO e esfericidade de Bartlett dos artigos com reparação.....	44
Tabela 4.14 - Comunalidades dos artigos com reparação.....	44
Tabela 4.15 - Teste de KMO e esfericidade de Bartlett dos artigos com reparação.....	44
Tabela 4.16 - Comunalidades dos artigos com reparação.....	45
Tabela 4.17 - Valores próprios dos fatores e variância total explicada dos artigos com reparação.....	45
Tabela 4.18 - Cargas fatoriais dos artigos com reparação.....	46
Tabela 4.19 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 1 dos artigos irreparáveis.....	48

Tabela 4.20 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 2 dos artigos irreparáveis.....	49
Tabela 4.21 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 3 dos artigos irreparáveis.....	49
Tabela 4.22 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 4 dos artigos irreparáveis.....	50
Tabela 4.23 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 5 dos artigos irreparáveis.....	50
Tabela 4.24 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 1 dos artigos quase sem danos	53
Tabela 4.25 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 2 dos artigos quase sem danos	53
Tabela 4.26 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 3 dos artigos quase sem danos	54
Tabela 4.27 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 4 dos artigos quase sem danos	54
Tabela 4.28 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 5 dos artigos quase sem danos	55
Tabela 4.29 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 1 dos artigos com reparação..	57
Tabela 4.30 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 2 dos artigos com reparação..	58
Tabela 4.31 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 3 dos artigos com reparação..	58
Tabela 4.32 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 4 dos artigos com reparação..	59
Tabela 4.33 - Comparação das dimensões das embalagens.....	62
Tabela 4.34 - Adaptação dos custos das embalagens	63
Tabela 4.35 - Exemplos de adequação das dimensões dos produtos e respetivos preços	64
Tabela 4.36 - Exemplos dos custos dos artigos irreparáveis	66
Tabela 4.37 - Exemplos dos custos dos artigos quase sem danos.....	67
Tabela 4.38 - Exemplos dos custos dos artigos com reparação.....	68

SIGLAS

ACP	Análise dos Componentes Principais
AEP	Análise dos Eixos Principais
AF	Análise Fatorial
AFC	Análise Fatorial Confirmatória
AFE	Análise Fatorial Exploratória
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
ANP	<i>Analytic Network Process</i>
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
EAN	<i>European Article Number</i>
ELD	Entrepósito de Logística Direta
ELI	Entrepósito de Logística Inversa
HD	<i>Home Delivery</i>
KMO	<i>Kaiser - Meyer - Olkin</i>
MSA	<i>Measure of Sampling Adequacy</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
PIS	<i>Pick Up In Store</i>
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>

SÍMBOLOS

ρ	Coeficiente de correlação parcial k-2
r	Coeficiente de correlação de Pearson

INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

O e-commerce, definido como o ato de fazer compras online, tem um papel cada vez mais relevante na sociedade atual, trazendo diversos benefícios como a comodidade de fazer uma compra sem deslocação física, evitando filas em espaços físicos [1]. Por outro lado, existem problemas que foram sucessivamente crescendo, tais como os danos nos artigos durante o transporte, levando a que as encomendas cheguem ao cliente em condições indesejadas, gerando um processo de devolução, levando à entrada do artigo no fluxo da logística inversa, definida como o movimento dos artigos desde o ponto de consumo, o cliente final, até ao ponto de origem. Naturalmente, o processo de devolução leva a um incremento de custos com o produto [2]. Nesta dissertação pretende-se avaliar a viabilidade de uma solução para diminuir as devoluções por dano e, conseqüentemente, os seus custos.

1.2 Objetivo

O objetivo principal desta dissertação visa a diminuição das devoluções por dano de artigos encomendados online e entregues no domicílio do cliente, aumentando a sua satisfação com a compra. É também objetivo a redução ou eliminação dos custos de recuperação dos artigos e das perdas associadas à sua depreciação.

A solução a avaliar diz respeito à utilização de uma segunda caixa à volta do artigo permitindo verificar uma redução das devoluções e, conseqüentemente, dos custos associados à recuperação do próprio artigo.

A solução conta com uma embalagem em cartão, que a empresa compra habitualmente, não envolvendo, dessa forma, a procura de um novo fornecedor, bem como de bolha e fita adesiva impressa com o logotipo da empresa. A embalagem que se pretende usar será colocada em torno da embalagem original do artigo, ou seja, a envolver a embalagem primária do artigo.

1.3 Metodologia

Para desenvolver esta dissertação foi seguida a metodologia da figura 1.1, utilizando-se o estudo de caso como estratégia de investigação.

Começou-se por identificar o problema existente na empresa, de forma a entender quais as áreas a que dizia respeito. De seguida procura-se conhecer o processo, quer de logística direta, quer de logística inversa, de forma a conhecer os dados a tratar e modelar. Depois de compreendido o processo, procedeu-se à recolha de dados de forma a circunscrever o estudo a determinada quantidade de dados e identificar qual o melhor método para a sua análise. Elaborou-se então uma pesquisa bibliográfica na área da Logística Inversa, procurando encontrar análises de dados que permitissem sustentar o estudo a realizar. Em seguida, foram selecionadas as variáveis a estudar, permitindo assim analisar e determinar os métodos mais adequados à sua análise. Realiza-se uma primeira análise às variáveis selecionadas, possibilitando definir os passos do estudo a seguir, tendo sido decidido, nesta etapa, recorrer a métodos de análise estatística multivariada de dados, nomeadamente a análise fatorial e análise de clusters.

Depois de aplicadas as técnicas estatísticas, foi selecionado um conjunto de produtos e analisadas as suas características, que incluem o seu custo de recuperação. Este custo foi, depois, comparado com o custo de embalamento e margem de lucro, para que possam ser feitas as recomendações finais, bem como apresentadas as conclusões do estudo de caso.

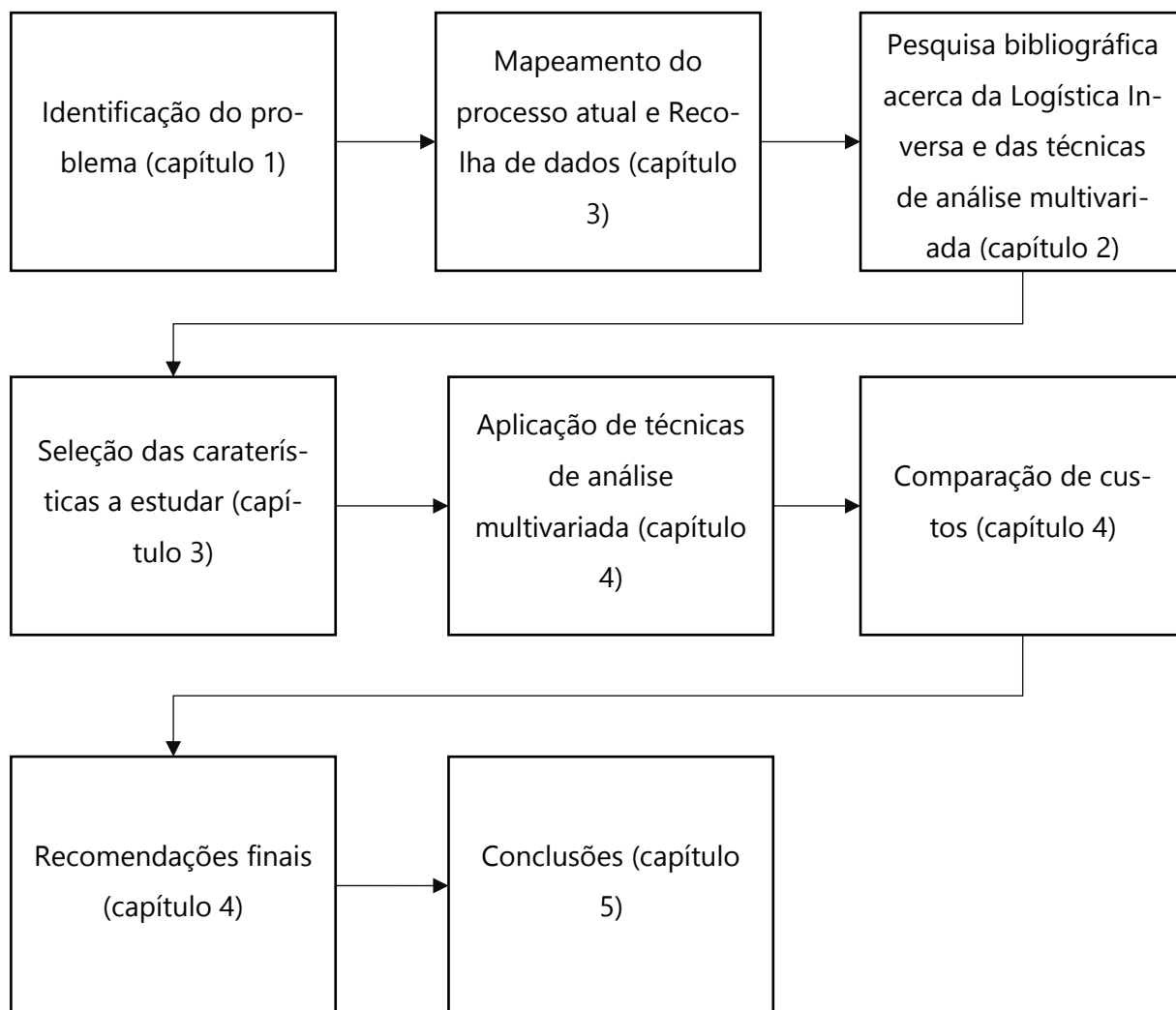


Figura 1.1 - Metodologia de elaboração da dissertação

1.4 Organização do Documento

A presente dissertação está subdividida em cinco capítulos, escritos de forma encadeada, facilitando a sua compreensão e apresentando, gradualmente, o detalhe.

No primeiro capítulo apresenta-se a introdução, onde é explicitado o objetivo final do desenvolvimento da dissertação, bem como a contextualização do seu tema.

No segundo capítulo é apresentada uma base teórica, para contextualizar e suportar o desenvolvimento que se sucede.

No terceiro capítulo, é dada a conhecer a realidade da empresa onde o estudo é realizado, bem como a estrutura de dados que serão, posteriormente, analisados.

No quarto capítulo procede-se ao tratamento dos dados, com recurso a duas técnicas estatísticas de análise de dados, nomeadamente a análise fatorial e a análise de clusters. Estas são utilizadas com objetivo de identificar as semelhanças entre os artigos e, assim, poder agrupar os que têm maior importância para a empresa. Para além da aplicação das técnicas estatísticas, foi realizada uma comparação de custos que permitirão tirar conclusões.

Por fim, no quinto capítulo encerra-se o estudo com as conclusões obtidas a partir da sua análise de dados, bem como a conclusão geral desta dissertação sendo identificados trabalhos a realizar no futuro.

RETALHO E MÉTODOS DE ANÁLISE MULTIVARIADA

O segundo capítulo, designado por Retalho e Métodos de Análise Multivariada é composto por vários conteúdos científicos que são essenciais para o desenvolvimento desta dissertação. Neste capítulo são descritos, de forma detalhada, os métodos de análise multivariada utilizados para analisar os dados.

2.1 Retalho

O retalho é a fase final na cadeia de abastecimento que engloba todas as atividades comerciais para vender produtos ou serviços ao cliente final, destinados ao uso pessoal ou doméstico. O retalho disponibiliza uma variedade e uma seleção de produtos em quantidades reduzidas, no local e momento mais convenientes para o cliente. Um negócio é categorizado como um negócio de retalho se desempenhar a função de retalho e vender mais de 50% dos seus produtos ao público, em geral para uso doméstico [3].

O setor do retalho tem grandes dificuldades em equilibrar a variedade de artigos e o nível de *stock* para cada um destes. Estas dificuldades ocorrem devido a limitações impostas pelo montante financeiro que podem investir em *stock* e pelo espaço físico disponível. Ao efetuarem escolhas adequadas a estes problemas, os retalhistas esperam satisfazer as necessidades dos clientes, disponibilizando a mercadoria apropriada, na loja adequada e no momento certo. Se falharem, os clientes podem abandonar a compra, resultando em perdas, tanto nas vendas presentes, como nas futuras. Como resultado, torna-se extremamente importante para os retalhistas saber como organizar da melhor forma a variedade de produtos para gerar mais lucro a partir do espaço nas prateleiras que é limitado [4].

Outro fator de extrema relevância no setor de retalho envolve a presença de incertezas e variações nas vendas. Essas incertezas estão, essencialmente, relacionadas com os clientes e, podem surgir de três fontes distintas: a quantidade de compra, o momento da compra e as

preferências dos clientes. Portanto, torna-se fundamental realizar previsões precisas que ajudem a mitigar os impactos das flutuações que podem ocorrer devido aos comportamentos dos clientes, com o objetivo de aumentar a disponibilidade dos produtos para atender às suas necessidades [5].

A indústria do retalho encontra-se atualmente a enfrentar desafios significativos devido à rápida transformação digital. Neste setor em constante evolução, as mudanças no comportamento dos consumidores ao longo do tempo têm sido evidentes. Assim, os retalhistas enfrentam a necessidade constante de crescimento, evolução e melhoria contínua do seu modelo de negócio. Esta dinâmica oferece oportunidades para aumentar o envolvimento dos clientes e aprimorar a experiência de compra de forma abrangente. A transformação digital é um dos fatores disruptivos mais críticos que teve um impacto profundo, tanto nos consumidores como nos retalhistas. Este cenário exige que os retalhistas adotem estratégias inovadoras para satisfazer as crescentes expectativas dos clientes, surgindo o e-commerce [6].

2.1.1 *E-commerce*

Com a pandemia COVID-19, houve várias mudanças no estilo de vida das pessoas, especialmente nas gerações mais novas, incluindo o aumento da interação com o digital. Verificou-se um aumento das compras online, o e-commerce [7]. Com o e-commerce as expectativas dos clientes são mais elevadas, desejando uma melhor performance no que diz respeito ao serviço e à velocidade de entrega. Também as opções de entrega do produto são mais amplas, permitindo entregas em casa ou em pontos de recolha selecionados [8]. Por outro lado, com o e-commerce os clientes são confrontados com várias dúvidas, como por exemplo, as condições em que o artigo vai chegar até si, se com ou sem danos e, se este apresentar danos, como deve proceder [9].

O e-commerce permite que sejam criados vários postos de trabalho em áreas como desenvolvimento de *software*, marketing, para que o artigo seja apresentado ao cliente da forma mais apelativa, ou mesmo o próprio atendimento ao cliente, ao qual é exigido cada vez mais qualidade. As compras permitem ainda uma maior sustentabilidade ambiental devido à inexistência ou redução das lojas físicas e do planeamento cuidadoso e estratégico do transporte para a entrega do produto ao cliente. Por outro lado, o e-commerce apresenta alguns pontos menos positivos, tais como a sua suscetibilidade ao *cybercrime*, que pode afetar especialmente clientes com menos experiência na área digital ou ainda um fator muito distinto que diz respeito à qualidade com que o produto chega ao cliente, na qual a sua embalagem tem muito impacto [10].

2.1.2 Embalagens

As embalagens são necessárias para proteger os artigos ao longo das várias etapas logísticas [11]. As embalagens não só são capazes de proteger os artigos de danos, como também de contaminação, permitindo ainda apresentar informação acerca do artigo que se encontra dentro delas. As embalagens podem ser constituídas por vários materiais, tais como plástico, cartão, alumínio ou papel, sendo que a escolha dos materiais depende de vários fatores, como, por exemplo, o facto de se tratar de um produto alimentar ou não alimentar [12].

O tipo de embalamento dos produtos pode ser dividido em três níveis que estão representados na figura 2.1. O primeiro nível corresponde ao nível primário e diz respeito à embalagem que habitualmente chega ao cliente, portanto, a embalagem original do produto. O segundo nível corresponde à agregação de várias embalagens do primeiro nível, estando incluídas, tal como representada no exemplo da figura 2.1, várias embalagens na sua embalagem original. O formato de segundo nível é, habitualmente, o formato que é usado por um retalhista. Por fim, no terceiro nível, estão incluídas várias embalagens do segundo nível, podendo, desta forma, tratar-se, por exemplo, de um contentor [13].

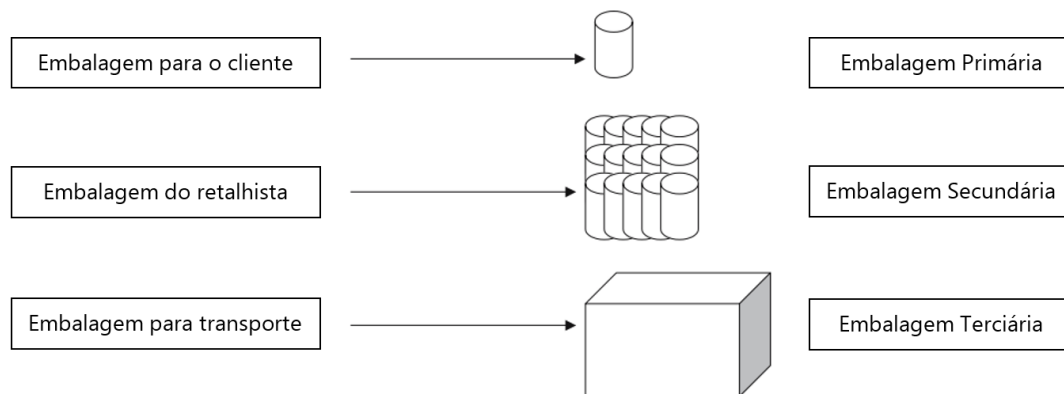


Figura 2.1 - Tipos de embalamento

Adaptado de: [14]

A embalagem tem muito impacto na condição com que o artigo chega ao cliente, podendo impedir a iniciação de um processo de devolução e, por isso, de logística inversa [10].

2.1.3 Logística Inversa

O aumento das vendas, refletido na figura 2.2, implica no aumento do número de devoluções. Estudos apontam, no que toca a devoluções, que a percentagem de livros devolvidos varia entre 10% e 15%, enquanto no material eletrónico, como componentes de computadores

e os próprios computadores a percentagem de devoluções pode atingir os 18% [14]. As empresas têm na sua política de devoluções um período de 14 dias onde o cliente pode devolver sem apresentar motivo. Nestas condições, os clientes exercem o seu direito de devolução com muito mais facilidade e tem-se verificado que existe uma influência positiva no número de compras feitas pelos clientes. Apesar desta influência positiva nas compras, as empresas consideram que os custos de devolução são muito elevados e pretendem que estes sejam reduzidos ou evitados [14].

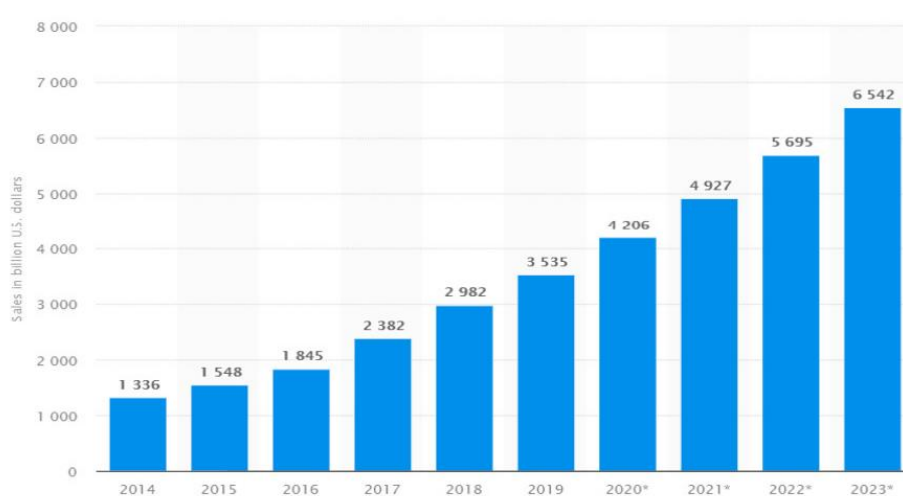


Figura 2.2 - Vendas do e-commerce no período de 2014 a 2023
Fonte: [15]

No âmbito dos fluxos de devolução de produtos, a "capacidade de devolução" (*returnability*) refere-se à facilidade com que os clientes podem devolver produtos com os quais não estão satisfeitos e à capacidade da cadeia logística para processar essas devoluções. Ao efetuar encomendas online, o cliente não dispõe de uma visão completa e realista das características dos produtos, o que pode resultar na entrega de produtos que não correspondem às expectativas quanto ao tipo, qualidade ou quantidade dos produtos encomendados, provocando assim sentimentos de insatisfação [15].

Com a existência de devoluções é cada vez mais importante o desenvolvimento de um planeamento da logística inversa bem estruturado. A logística inversa diz respeito ao movimento dos artigos desde o ponto de consumo, o cliente final, até ao ponto de origem. Ao longo dos últimos 20 anos, as empresas têm vindo a apostar cada vez mais na logística inversa, estas pretendem melhorar a sua qualidade de forma contínua e, desta forma, tem vindo a subcontratar a gestão desta área [16]. À logística inversa podem chegar artigos provenientes de devoluções ou, por exemplo, de processos de garantia. No que toca às devoluções,

também os clientes têm um nível de exigência cada vez maior no que diz respeito à preocupação com a sustentabilidade, tornando-se mais um desafio para as empresas [17].

É crucial salientar, por outro lado, que a política de devolução exerce um impacto significativo em vários aspectos do e-commerce, incluindo o nível de serviço, a satisfação do cliente e a sua lealdade à marca. A escolha do retalhista adequado e, conseqüentemente, o sucesso nas vendas de produtos, é assim um fator crucial para a competitividade no mercado. Pesquisas recentes indicam que, embora aproximadamente 87,7% dos clientes expressem satisfação com o processo de entrega, a satisfação com a realização dos fluxos de devolução é inferior, com cerca de 67% dos clientes satisfeitos. É de realçar que este índice de satisfação com a experiência de devolução tende a flutuar de ano para ano, sugerindo a importância contínua de aprimorar os processos de devolução. Além disso, uma parcela considerável de clientes opta por mudar de retalhista devido a experiências negativas relacionadas com o processo de devolução. Isto evidencia a influência significativa que a gestão de devoluções tem sobre a retenção de clientes e, conseqüentemente, sobre o desempenho geral da empresa no mercado. Assim, a conceção e implementação de processos eficientes dos fluxos de devolução assumem um papel preponderante neste contexto [15].

Quando os artigos retornam do ponto de origem, é importante que seja tomada a decisão quanto ao seu destino, pois os artigos podem ser reutilizados, reparados ou reciclados. Para poder tomar uma decisão, o recetor do artigo deve analisar se se trata de um produto completo ou de partes, como pequenas peças. Para além de analisar o artigo, deve ser tida em conta a opinião do cliente quanto ao artigo. Por exemplo, considerando um computador já com dois anos com o monitor partido, e dado que os computadores estão em constante atualização, deve considerar-se como melhor hipótese a utilização das peças do que a reparação do monitor [18].

Fica claro que, atualmente, a logística inversa tem ganho cada vez mais importância, ficando para trás o ponto de vista de negócio que pretendia apenas levar o produto até ao cliente. Atualmente, a logística inversa deixa de ter um papel de custos e passa a fazer parte da empresa como um interveniente que gera lucros [19].

Na logística inversa atual podem considerar-se 4 processos principais [19]:

- *Gatekeeping* - significa que os produtos dão entrada na logística inversa da empresa;
- Recolha - os produtos são recolhidos para, posteriormente, serem processados;
- Triagem - os produtos são separados com base naquilo que será o seu processamento futuro;

- Sucata ou reprocessamento - os produtos podem ter condições para ser reparados e revendidos ou podem ser úteis para o seu desmantelamento havendo utilização para peças.

Na figura 2.3, está esquematizada a cadeia de abastecimento, contando assim com os fluxos de logística inversa [20].

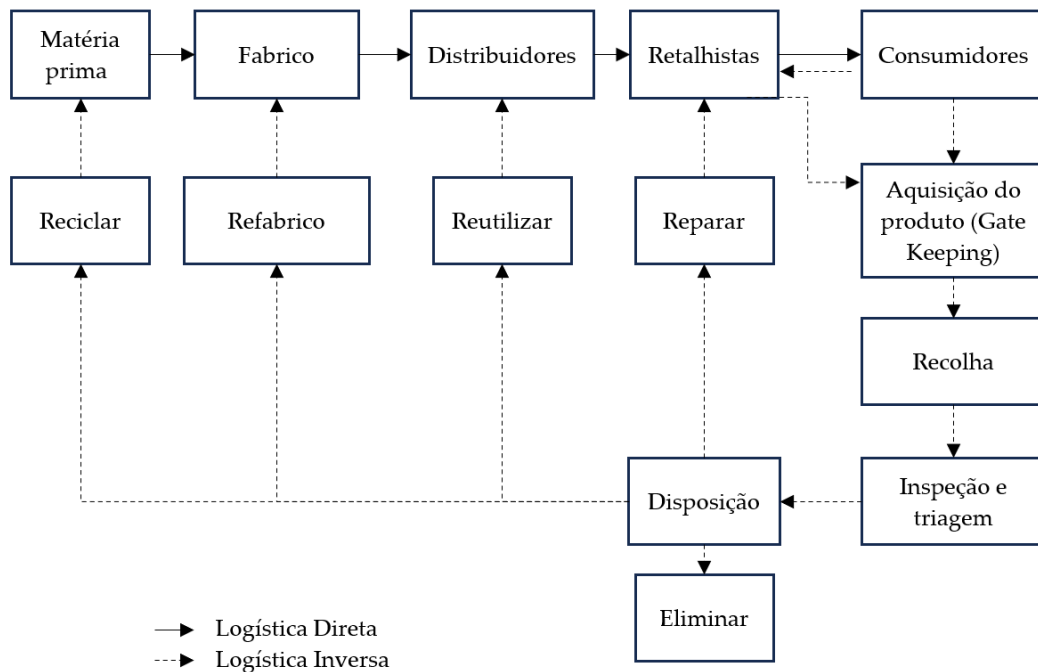


Figura 2.3 - Fluxo da cadeia de abastecimento e da logística inversa

Adaptado de: [21]

Alguns estudos têm evidenciado a importância de uma política de devoluções transparente e de uma estratégia bem definida para o tratamento dos produtos devolvidos, como meios para alcançar vantagens competitivas e um melhor desempenho no setor do retalho [21].

Desta forma, a análise de dados desempenha um papel crucial na logística inversa, conferindo às empresas uma vantagem competitiva. Ao analisar os dados associados às devoluções de produtos, as empresas podem identificar padrões de comportamento dos clientes, causas para as devoluções e áreas que requerem melhorias. Este processo não só contribui para o aperfeiçoamento dos procedimentos de devolução, tornando-os mais eficazes e rentáveis, como também possibilita decisões mais informadas. Além disso, a análise de dados permite às empresas oferecer um serviço ao cliente de maior qualidade, antecipando as suas necessidades e ajustando as políticas de devolução em conformidade [21].

2.1.3.1 Análise de Dados na Logística Inversa

Tendo a área de logística inversa sido alvo de foco apenas nos últimos 20 anos, os estudos feitos na área não contam com a utilização de técnicas de análises de dados muito avançadas. Assim, atualmente, são aplicados, diversas vezes, questionários, de forma a perceber qual o ponto de vista que, por exemplo, os retalhistas têm sobre a área ou qual o seu verdadeiro objetivo ao investir nela. Na análise atual que se faz da logística inversa, as atenções são direcionadas para a melhoria das suas práticas, com melhores modelos de gestão, de forma a aumentar os lucros [17].

Outros métodos usados na logística inversa, para prever o número de devoluções, baseiam-se em dados reais, utilizam modelos de regressão linear ou algoritmos computacionais. Para analisar a robustez da logística inversa dentro de uma cadeia de abastecimento há autores que aplicam modelos de programação linear [22].

Para analisar dados da logística inversa ou criar a própria logística inversa, existem autores que selecionam a *Business Intelligence* e a *Multicriteria Decisions Concept* aliados, para construir um método de logística inversa. A *Business Intelligence* é usada como um conjunto de ferramentas que criam e manipulam informação que mais tarde se pode tornar em conhecimento. A *multicriteria decision concept* entra em seguida, apresentando diversas variáveis alternativas, avaliando vários critérios, de forma a que a gestão da logística inversa seja construída com base em informações fundamentadas [23].

A *Data Envelopment Analysis* (DEA) é uma ferramenta fundamentada na programação linear, capaz de calcular a eficiência relativa entre várias unidades de medição. A sua característica distintiva reside na capacidade de atribuir diferentes pesos aos *inputs* e *outputs*, conferindo uma análise ponderada. Através desta ferramenta, é viável uma análise minuciosa e ponderada da eficiência de um processo de logística inversa específico, independentemente do setor em que esse processo se insira. Esta abordagem ponderada possibilita a consideração da importância relativa de cada *input* e *output*, permitindo a tomada de decisões informadas na gestão da logística inversa. Relativamente aos *inputs*, se estes apresentarem uma grande variedade entre si, os resultados obtidos por esta ferramenta não são consistentes, sendo portanto, desaconselhada a sua utilização nestas situações [24].

O estudo do desempenho da logística inversa é muito complexo e, portanto, é raro existir. Desta forma, foi criado um modelo de medição do desempenho incluindo os vários critérios de uma dada empresa. Este modelo é composto por vários métodos, sendo estes *Fuzzy Analytic Network Process* (ANP), *Analytic Hierarchy Process* (AHP), entre outros, tendo em consideração que a contribuição de cada critério para o desempenho geral depende da perspetiva

global das empresas envolvidas neste setor. No que toca às dificuldades de implementação deste modelo híbrido, estas passam pela definição de quais os critérios a utilizar e qual a sua ponderação. Desta forma, quando os critérios são muito complexos existe a limitação de ser de extrema dificuldade compreender o peso de um dado critério pela gestão [25].

2.2 Métodos de Análise Multivariada

Para analisar mais do que uma variável é necessário recorrer a métodos de análise multivariada. Estes métodos permitem encontrar a estrutura, isto é, a forma como os dados estão relacionados entre si, tendo em conta a relação estatística entre as variáveis. Existem duas categorias de métodos: dependentes e interdependentes. Os métodos dependentes definem uma variável como dependente e as outras como independentes, depois estabelecem relações entre estas de modo que as variáveis independentes possam explicar a variável dependente. Alguns exemplos dos métodos dependentes incluem a regressão múltipla e a análise discriminante [26].

Por outro lado, existem os métodos interdependentes, como é o caso da análise fatorial (AF) ou, mais especificamente, a análise dos componentes principais (ACP) e a análise de clusters (AC). A análise dos componentes principais agrupa as variáveis em grupos de componentes principais, em que as variáveis contidas em cada componente estão altamente correlacionadas entre si. A análise de clusters tenta encontrar uma estrutura subjacente nos dados, formando grupos cujas observações são semelhantes entre si, mas bastante diferentes entre grupos [26].

2.2.1 Análise Fatorial

A análise fatorial é uma técnica de redução de dados que pretende determinar uma estrutura de dados em fatores [27]. A AF pretende obter o número de fatores mínimo em que grande parte da informação contida nas variáveis originais é explicada pelos fatores. Esta técnica é especialmente útil quando se pretende utilizar estes dados noutras análises de dados multivariadas [28].

Se o que se pretende fazer é reduzir o número de variáveis, então é usada uma análise do tipo R, aplicando-se assim a análise à matriz das correlações das variáveis. Se, por outro lado, se pretende identificar os fatores latentes, agrupando casos em vez de variáveis, recorre-se à análise fatorial do tipo Q. Esta não é muito utilizada devido à dificuldade de interpretação, em sua substituição utiliza-se a análise de clusters [29].

2.2.1.1 Tipos de Análise Fatorial

Existem dois tipos de análise fatorial, a análise fatorial exploratória (AFE) e a análise fatorial confirmatória (AFC), que embora distintas, complementam-se com regularidade. A AFE é uma técnica estatística que permite identificar um determinado número de fatores, assim como perceber a relação que cada variável tem com o fator e que é designada por carga fatorial. As cargas fatoriais permitem também identificar algum problema relacionado com a adequação das variáveis aos fatores, como, por exemplo, a variável ter carga fatorial forte em todos os fatores, ou, pelo contrário, não ter carga fatorial forte em nenhum fator [30].

A AFC permite testar a validade do modelo construído teoricamente, pelo que, por vezes, é usado em diferentes aplicações. Quando as estruturas de dados ainda são desconhecidas e se pretende determiná-las, a AFE é a mais indicada para o estudo [30].

A análise fatorial é aplicada em diversas áreas, tais como, a gestão [30], a saúde/educação [31], negócios e ciências sociais [32], mas a sua aplicação nestas áreas é, na maior parte das vezes, usada para analisar questionários [33].

2.2.1.2 Requisitos de Aplicação

Para que a AF possa ser aplicada devem verificar-se vários requisitos, nomeadamente:

- Utilização de variáveis métricas para facilitar o cálculo da matriz de correlações. Caso não seja possível utilizar apenas variáveis métricas, é recomendado que as variáveis sejam transformadas em variáveis dicotómicas, tendo códigos como 0 e 1, representando as duas opções possíveis;
- Utilização de um mínimo de 50 observações;
- A amostra deve apresentar, pelo menos, um número de observações dez vezes superior ao número de variáveis [28].

2.2.1.3 Verificação da Adequabilidade dos Dados

Segue-se a verificação da adequabilidade dos dados à AF, através da medida de adequação dos dados (MSA), vulgarmente conhecida como teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) [34]. Este teste avalia o nível de correlações entre as variáveis e a adequação dos dados à AF [35]. Idealmente, o valor deve situar-se acima de 0,7 [28]. Como nem todos os estudos atingem o valor ideal, é importante apresentar a divisão da escala do MSA: se este estiver num intervalo entre 0 e 0,5, considera-se inaceitável, entre 0,6 e 0,7 é considerado medíocre, entre 0,7 e 0,8 é considerado médio, entre 0,8 e 0,9 é considerado merecedor e, por fim, entre 0,9 e 1 é

considerado um valor quase perfeito [36]. Na equação 2.1 está apresentada a fórmula de cálculo do valor do teste de KMO [37]:

$$KMO = \frac{\sum \sum_{j \neq g} r_{jg}^2}{\sum \sum_{j \neq g} r_{jg}^2 + \sum \sum_{j \neq g} p_{jg}^2} \quad (2.1)$$

Onde: r_{jg} representa o coeficiente de correlação de Pearson das variáveis j e g.

p_{jg} representa o coeficiente de correlação parcial k-2 das variáveis j e g.

Para além do teste de KMO, deve ser aplicado também o teste de esfericidade de Bartlett que testa se a matriz de correlações tem correlações suficientes para que a AF seja aplicada, ou, por outras palavras se existem diferenças significativas entre a matriz de correlações entre variáveis e a matriz identidade. O valor que se pretende obter é de $p < 0,05$, sendo considerado um valor significativo para as relações entre as variáveis [28], [29], [32] e [37].

Na figura 2.4, está apresentado um exemplo de uma matriz das correlações, onde se verificam quer correlações positivas, quer correlações negativas, como é o caso, respetivamente dos pares de variáveis Fe-Temp e Cu-Tds. Os valores apresentados na matriz de correlações podem ser o coeficiente de correlação de Spearman, o coeficiente de correlação de Kendall, bem como outros, embora os mais usados sejam o coeficiente de Pearson e os p-values, que devem ser, estes últimos, em termos absolutos, inferiores a 0,05, para que se considere a existência de correlação entre variáveis [38].

	Temp	pH	DO	TDS	TSS	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	NH ₃	Cr	Cu	Fe	Pb	Mn	Zn	COD	BOD	TC		
Temp	1.00																										
pH	-0.14	1.00																									
DO	-0.78**	0.27	1.00																								
TDS	0.38*	0.26	-0.28	1.00																							
TSS	-0.16	0.83**	0.22	0.11	1.00																						
Ca ²⁺	0.22	0.24	-0.10	0.81**	0.16	1.00																					
Mg ²⁺	0.43**	0.16	-0.37*	0.93**	0.02	0.60**	1.00																				
Na ⁺	0.42**	0.22	-0.32*	0.99**	0.06	0.77**	0.94**	1.00																			
K ⁺	0.28	0.42**	-0.17	0.95**	0.27	0.75**	0.86**	0.94**	1.00																		
Cl ⁻	0.42**	0.26	-0.32*	0.99**	0.11	0.76**	0.93**	0.99**	0.95**	1.00																	
HCO ₃ ⁻	-0.13	0.20	0.12	0.53**	0.19	0.61**	0.47**	0.49**	0.51**	0.44**	1.00																
SO ₄ ²⁻	0.11	0.24	-0.09	0.83**	0.15	0.92**	0.65**	0.78**	0.76**	0.76**	0.70**	1.00															
NO ₂ -N	-0.14	0.16	0.13	-0.08	-0.04	-0.05	-0.07	-0.08	-0.07	-0.09	-0.01	-0.10	1.00														
NO ₃ -N	0.39**	0.02	-0.44**	0.43**	0.12	0.25	0.47**	0.44**	0.44**	0.46**	0.03	0.28	-0.07	1.00													
PO ₄ -P	0.25	0.16	-0.15	0.73**	-0.07	0.36*	0.80**	0.76**	0.67**	0.75**	0.17	0.41**	0.17	0.27	1.00												
NH ₃	-0.36*	0.51**	0.49**	0.00	0.26	0.11	-0.07	-0.03	0.09	-0.02	0.25	0.13	0.42**	-0.06	-0.04	1.00											
Cr	-0.09	0.68**	0.20	0.51**	0.57**	0.47**	0.41**	0.47**	0.61**	0.50**	0.46**	0.51**	-0.11	0.09	0.26	0.43**	1.00										
Cu	-0.21	-0.04	0.24	-0.04	-0.12	0.08	-0.10	-0.05	-0.05	-0.07	0.16	0.06	-0.02	-0.19	-0.05	0.26	0.04	1.00									
Fe	0.04	0.07	0.08	0.07	0.09	0.06	0.05	0.07	0.13	0.09	0.16	-0.01	-0.14	-0.11	-0.07	0.26	0.13	0.34*	1.00								
Pb	-0.23	0.01	0.22	-0.05	-0.06	-0.02	-0.07	-0.06	-0.02	-0.06	0.06	-0.03	-0.02	-0.06	-0.04	0.38*	0.05	0.80**	0.43**	1.00							
Mn	0.12	0.12	-0.06	0.53**	0.04	0.42**	0.50**	0.54**	0.56**	0.53**	0.39*	0.40**	-0.13	0.26	0.32*	0.24	0.36*	0.54**	0.50**	0.64**	1.00						
Zn	-0.24	0.00	0.25	-0.04	-0.09	0.01	-0.08	-0.04	-0.03	-0.05	0.06	-0.03	-0.05	-0.12	-0.04	0.27	0.05	0.94**	0.37*	0.76**	0.59**	1.00					
COD	0.18	0.35*	-0.14	0.71**	0.32*	0.79**	0.54**	0.68**	0.73**	0.68**	0.57**	0.74**	0.13	0.45**	0.29	0.31*	0.50**	0.02	0.12	0.02	0.48**	0.02	1.00				
BOD	-0.05	0.31*	0.12	0.41**	0.31*	0.57**	0.26	0.38*	0.52**	0.38*	0.59**	0.53**	-0.03	0.26	0.11	0.32*	0.44**	0.20	0.21	0.19	0.41**	0.15	0.75**	1.00			
TC	-0.22	-0.13	0.30	-0.43**	-0.13	-0.30	-0.43**	-0.45**	-0.47**	-0.45**	-0.16	-0.30	0.28	-0.32*	-0.35*	0.31*	-0.17	0.13	0.00	0.27	-0.20	0.08	-0.28	-0.32*	1.00		
FC	-0.28	-0.09	0.31*	-0.43**	-0.18	-0.29	-0.43**	-0.44**	-0.43**	-0.45**	-0.11	-0.29	0.32*	-0.43**	-0.31*	0.31*	-0.10	0.13	-0.19	0.21	-0.27	0.05	-0.30	-0.19	0.86**	1.00	

Figura 2.4 - Exemplo de matriz das correlações entre variáveis

Fonte: [39]

2.2.1.4 Métodos de Extração de Dados

Para dar início à análise fatorial é necessário obter a matriz das correlações entre as variáveis, obtendo assim os coeficientes de correlação entre cada par de variáveis e os valores

do *p-value* [39]. Depois de avaliar a adequação dos dados à análise, deve proceder-se à extração de dados. Para a extração dos dados existem vários métodos dos quais se destacam dois, nomeadamente, a análise dos componentes principais (ACP) e a análise dos eixos principais (AEP) [29].

Antes dos dois métodos serem explicados são apresentados os três níveis de variância de cada variável.

A variância diz respeito à quantidade total de dispersão do valor de cada variável em torno da sua média. Quando uma variável está correlacionada com outra, pode dizer-se que estas partilham variância. A variância total de uma variável pode ser dividida em três tipos:

- **Variância comum:** a variância que é partilhada com todas as variáveis envolvidas na análise. A variância comum, também pode ser designada por comunalidade, esta representa uma estimativa da variância comum entre variáveis;

- **Variância específica:** a variância associada apenas à variável;

- **Variância do erro:** esta variância não pode ser explicada pelas correlações entre variáveis. É explicada pela falta de confiança no processo de recolha de dados, na medida do erro [29].

Quanto mais uma variável está correlacionada com outras, maior será o valor da sua comunalidade [29].

A ACP é recomendada quando se pretende sumarizar os dados, com o objetivo de obter o menor número de fatores possíveis com o máximo de variância total explicada por estes. Este método produz fatores que representam a variância comum e específica, não fazendo diferenciação entre estas, este método pressupõe que a variância do erro representa uma pequena parte da variância total. A ACP tem vindo a ser o método mais usado da análise fatorial, embora muitos autores não o considerem como sendo análise fatorial, mas antes como um método de redução de dados [37] e [41].

A AEP, por outro lado, considera apenas a variância comum, levando a vários problemas como cargas fatoriais elevadas em todos os fatores ou valores de comunalidades que são inferiores a 0 ou superiores a 1, levando à eliminação de variáveis [29] e [30].

Atualmente há vários estudos que distinguem a análise fatorial da análise dos componentes principais, no entanto, quando num estudo são consideradas mais de 30 variáveis e os valores das suas comunalidades são, em média, superiores a 0,6, são retiradas as mesmas conclusões dos dois estudos [30] e [33].

2.2.1.5 Determinação do Número de Fatores

Com o método de extração selecionado, é importante definir o número de fatores a extrair. Independentemente do método utilizado para extrair os fatores, a finalidade é obter a melhor combinação linear das variáveis. Assim, o primeiro fator é considerado aquele que melhor resume as relações lineares entre as variáveis, forma-se, de seguida, o segundo fator que é, naturalmente, o segundo melhor a resumir as relações lineares entre as variáveis, sendo que o segundo fator é ortogonal ao primeiro fator. Sendo ortogonais, o segundo fator deve explicar a variância que ainda não foi explicada pelo primeiro fator e assim sucessivamente, até que toda a variância seja explicada pelos fatores formados [29].

Para determinar o número de fatores existem vários métodos que tem vindo a ser aplicados em conjunto, como forma de confirmar os resultados obtidos por outro método [36].

O método mais usado nos estudos é a avaliação dos valores próprios, também conhecido como critério de Kaizer. Os valores próprios correspondem à soma de todas as cargas fatoriais de um fator, que deve ser um valor superior a 1 para que o fator seja considerado. Quanto maior o valor próprio de um fator maior é o seu poder explicativo [29].

Um outro método para a determinação do número de fatores a extrair é a análise do *scree plot*. Este gráfico contém os valores próprios, por ordem decrescente do seu valor e é traçada uma linha aberta que os liga. Depois de construído o gráfico observa-se onde é que o último "cotovelo" do gráfico existe, correspondendo à última redução mais drástica do valor próprio. Para além da redução drástica do valor próprio, a linha que determina onde se deve parar de contar o número de fatores representa um momento em que a quantidade de variância específica explicada pelos fatores domina a quantidade de variância comum. Assim, os últimos fatores a serem extraídos contêm variância comum específica embora a variância específica seja muito mais elevada nos últimos fatores [29]. O número de fatores a extrair é o número de pontos à esquerda do cotovelo, excluindo o valor do próprio cotovelo. Este método, embora usado, é considerado ambíguo [33] e [37].

Na figura 2.5 está apresentado um exemplo de *scree plot* onde está assinalada uma linha do valor próprio de um, indicando que o número de pontos acima é o número de fatores [41]. A ambiguidade do método é facilmente comprovada através da figura 2.5, uma vez que o cotovelo e a passagem dos valores próprios acima de um para valores próprios abaixo de um não é muito clara.

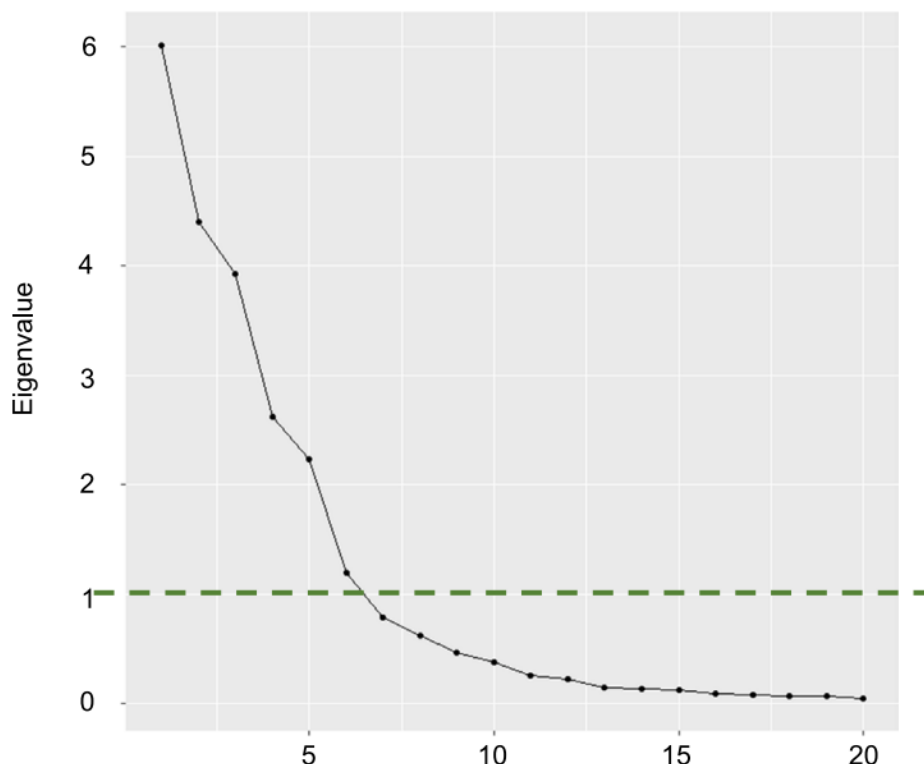


Figura 2.5 - Exemplo de *Scree Plot*

Fonte: [42]

Por fim, o último método que é combinado com os anteriormente referidos, é o cálculo da variância acumulada pelos fatores, tendo sido definido um valor mínimo de 60% [30] e [43].

2.2.1.6 Matriz de Fatores

Depois de extraídos os fatores deve produzir-se a matriz de fatores não rotacionada que contém as cargas fatoriais. A matriz de fatores tem como colunas os fatores e como linhas cada uma das variáveis. As cargas fatoriais são entre cada variável e o fator. Quanto maior a carga, mais representativa é a variável no fator. Apesar desta matriz poder sugerir que variáveis ficam afetadas a cada fator, deve proceder-se à rotação de fatores, de forma a que sejam ultrapassadas as ambiguidades [29].

2.2.1.7 Rotação de Fatores

A rotação dos fatores permite alterar as cargas fatoriais iniciais, de forma a que se tornem mais facilmente interpretáveis. Existem dois tipos de rotações: a ortogonal e a oblíqua [28]. A rotação ortogonal é a mais utilizada, apesar de ser considerada menos realista, ainda assim, é a rotação presente na maior parte dos *softwares* de estatística, em detrimento da rotação oblíqua que, para além de existir em poucos *softwares* estatísticos, está pouco desenvolvida [29].

A rotação ortogonal, usada quando se pretende obter fatores que não estejam correlacionados, está associada a vários métodos, dos quais se destacam os seguintes três:

- **Varimax:** tenta concentrar toda a carga fatorial de uma variável num só fator, evitando que fique dispersa por vários fatores, o que iria gerar ambiguidade [28]. Este método tenta simplificar as colunas da matriz de fatores [29].
- **Quartimax:** prima por concentrar todas as cargas fatoriais todas num só fator, resultando em um fator com várias variáveis [28]. Este método tenta simplificar as linhas da matriz de fatores [29].
- **Equamax:** combinação do *Varimax* e *Quartimax*. Tem como objetivo simplificar as linhas e as colunas da matriz de fatores, sendo um método pouco usado [29].

Na rotação oblíqua existe apenas um método que se destaca, sendo ele o *Oblimin*, que gera fatores com valores próprios elevados em todos os fatores, tornando a sua interpretação complexa [28].

2.2.1.8 Considerações Finais

A análise dos componentes principais tem como objetivo encontrar novas variáveis não correlacionadas que são combinações lineares dos dados originais, fazendo por preservar tanta informação estatística quanto possível [43].

Os fatores apresentam um valor da comunalidade que, deverá ser superior a 0,7, no entanto, caso se tenha uma amostra com pelo menos 500 observações, um valor de comunalidade superior pelo menos a 0,3 é aceitável, produzindo resultados de análise fatorial estáveis [44]. A comunalidade de uma variável corresponde à percentagem de variação de uma variável que o modelo é capaz de explicar [45]. Assim, define-se que cargas fatoriais inferiores a 0,3 apresentam 10% de explicação já um valor de 0,5 é capaz de explicar 25% da variância do fator. No entanto, recomenda-se que tomem um valor de 0,7 ou superior demonstrando 50% da variância explicada [29].

De seguida, é importante identificar as cargas fatoriais mais elevadas de cada variável em cada fator. Assim, deve começar-se pela primeira variável no primeiro fator e ler a linha horizontalmente procurando a carga fatorial mais elevada e com valor superior a 0,7. Este procedimento deve ser repetido até que sejam lidas todas as linhas, ou seja, todas as variáveis sejam afetadas a um fator. Há fatores com apenas uma variável afeta, mas é uma situação pouco habitual, embora válida [29].

Finalizada a atribuição das variáveis a cada fator, estes devem ser caracterizados detalhadamente, estando prontos para ser utilizados numa outra técnica de análise de dados

multivariada como, por exemplo, a análise de clusters. Uma das formas de utilizar os dados numa outra técnica de análise de dados multivariada é a recolha dos scores dos fatores [46].

2.2.2 Análise de Clusters

A análise de clusters utiliza um conjunto de variáveis para formar grupos de objetos que sejam semelhantes entre si, ou seja, que partilhem características e que apresentem características distintas dos objetos dos outros grupos [48] e [49]. Esta análise pode ser aplicada em diversas áreas, tais como: medicina veterinária [49] ou estudos sobre a pandemia COVID-19 [50]. Esta técnica nasceu em 1930, mas só começou a ganhar popularidade mais tarde, em 1970. Atualmente, existem diversos *softwares* que facilitam a aplicação desta técnica de análise multivariada, tais como: IBM SPSS Statistics [51] ou STATISTICA [52].

A análise de clusters pode ser dividida em dois tipos: a análise de clusters hierárquica e a análise de clusters não hierárquica. A análise de clusters hierárquica é considerada mais vantajosa por não necessitar que o número de clusters seja definido à partida [53].

2.2.2.1 Métodos Hierárquicos

Os tipos de análise de clusters hierárquicos podem ser divididos em: aglomerativos e divisivos [29].

A abordagem aglomerativa parte das folhas do dendrograma, selecionando pares até ao final do dendrograma, o seu topo. Por outras palavras, considera-se, inicialmente, que existem tantas observações quantos os clusters e, mediante o cálculo das distâncias entre cada cluster, este é agregado com o cluster que estiver mais próximo e, assim por diante, até que se obtenha um único cluster que contém todas as observações, ou clusters [29].

Os métodos divisivos começam desde a base do dendrograma até às suas pontas, obtendo grupos cada vez mais pequenos [55] e [56]. Qualquer que seja a abordagem utilizada, aglomerativa ou divisiva, não é possível fazer reajuste de clusters, sendo este um ponto característico da análise de clusters hierárquica [55].

A distância entre os objetos é usada para avaliar a sua semelhança. A distância mais usada é a euclidiana, embora existam outras, tais como: *Manhattan*, *Minkowski* e *Hamming* [55].

O resultado característico da análise de clusters é o dendrograma [56]. O dendrograma apresenta no eixo horizontal as distâncias entre cada interação de casos no processo de agrupamento, enquanto no eixo vertical estão apresentados os próprios agrupamentos de observações. Distâncias com um valor pequeno indicam que os casos ou grupos são semelhantes

entre si, enquanto grandes distâncias indicam a combinação de grupos heterogêneos [58] e [59]. Com recurso ao dendrograma, fazendo um corte numa zona que se considere adequada, é possível determinar o número de clusters. Não existe qualquer método para o corte do dendrograma que seja considerado exato, levando a que o corte realizado seja escolha do utilizador. Atualmente, o método mais usado e, tratando-se de um estudo com mais que um dendrograma, é o corte numa altura constante para todos os dendrogramas, sendo considerado um método estático [59]. Por outro lado, existe um método considerado dinâmico que faz o corte do dendrograma com base na sua forma, mais especificamente na regressão polinomial dos mínimos quadrados [59]. Na figura 2.6 está apresentado um exemplo de um dendrograma.

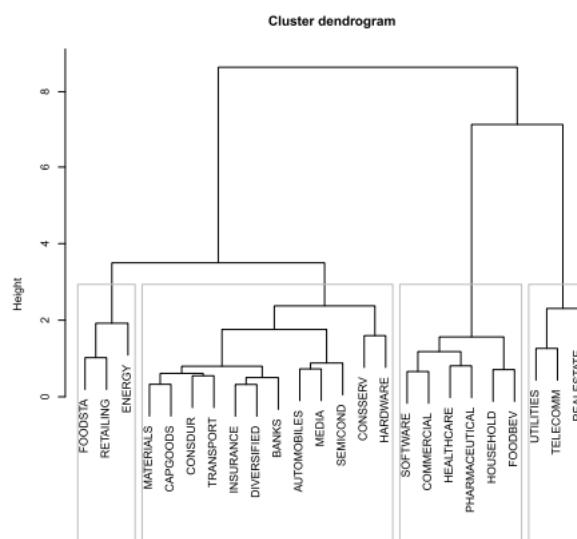


Figura 2.6 - Exemplo de dendrograma

Fonte: [60]

Quando se aplica uma análise de clusters e os dados se apresentam com unidades diferentes é importante que os dados seja standardizados para que não sejam obtidos resultados pouco confiáveis [60]. Para proceder à standardização, calculam-se os Z-scores utilizando a equação 2.2 [61]:

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{\sigma} \quad (2.2)$$

Onde:

X : valor individual da variável

\bar{X} : média dos valores da variável

σ : desvio padrão da variável

No que diz respeito aos métodos para medir a proximidade entre os objetos há vários que se destacam, sendo eles: *single*, *complete*, *average*, *centroid* e *Ward* [55].

O método *single*, também conhecido pelo critério do vizinho mais próximo, procura encontrar a distância mínima entre dois objetos pertencentes a diferentes clusters. Este método é sensível a *outliers* [55].

O método *complete*, vulgarmente conhecido como critério do vizinho mais afastado, é o oposto do método *single*. Procura encontrar a maior distância entre objetos pertencentes a diferentes clusters como forma de determinar a sua falta de semelhança. Uma vez mais, em oposição ao método *single*, este não é, particularmente, sensível a *outliers* [55].

O método *average*, tal como o nome indica, é um intermédio entre o método *single* e método *complete*. Este método calcula as distâncias entre cada dois clusters, calculando a distância entre cada objeto de cada um desses dois clusters, calcula as distâncias dois a dois de todos os objetos de todos os clusters, de seguida, calcula a média entre todas as combinações de pares. Este método distingue-se pela capacidade de maximizar a variância entre clusters e minimizar a distância dentro de cada cluster [55].

O método *centroid* é definido como a distância entre os centros de gravidade de cada cluster, também designados por centroide. Este método destaca-se por ser robusto no que toca a *outliers* e ter maior capacidade em lidar com clusters de diferentes tamanhos [55].

Por fim, um dos métodos utilizados na análise de clusters é o método de *Ward* que considera o quadrado das distâncias euclidianas para avaliar as semelhanças entre os objetos [60]. Este método é menos afetado por *outliers* em comparação com os outros [62]. Os diferentes métodos de medição das distâncias apresentam, naturalmente, diferenças no que toca à sua representação no dendrograma. Como se pode verificar pela figura 2.7 as representações são muito distintas. No último dendrograma cuja distância usada é a da *Ward*, existe uma distinção muito clara entre 2 grupos de clusters, enquanto no primeiro dendrograma, onde é usado o método *single linkage*, não parece haver uma distinção tão clara entre clusters [56].

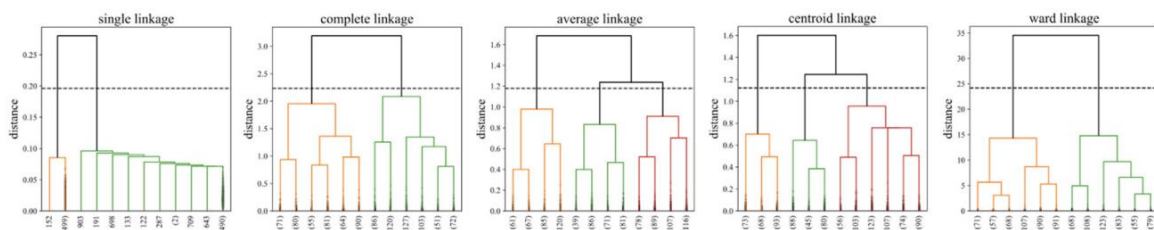


Figura 2.7 - Exemplo de dendrogramas que resultam dos diferentes métodos de análise de clusters

Fonte: [57]

Quando se procede à análise de clusters, uma das matrizes que é gerada pelo *software* é a matriz das proximidades que apresenta as distâncias entre todos os clusters, desde aqueles

que têm apenas dois objetos, até ao cluster que inclui todas as observações. A matriz das proximidades está organizada pela ordem pela qual os clusters são formados. No caso do método aglomerativo, surgem primeiro os clusters com apenas dois elementos e, no final, o cluster que inclui todas as observações [58].

2.2.2.2 Métodos Não Hierárquicos

No que diz respeito aos métodos não hierárquicos destaca-se o método *K-means*, usado nos mais variados campos científicos, é capaz de produzir resultados rápidos e de fácil compreensão [63]. Este método utiliza as distâncias entre as observações e o centroide do cluster, sendo o critério de inclusão da observação no cluster, aquele que tem menor distância ao centroide. À medida que o cluster envolve um maior número de observações, o seu centroide vai sendo alterado, para incluir as novas observações [64]. Da mesma forma, pode considerar-se que este método procura o objeto que esteja mais próximo do centroide do cluster, adaptando continuamente o centroide [62]. Ao contrário dos métodos hierárquicos, no *k-means* o número de clusters deve ser decidido previamente [53], sendo também usado para validar os resultados dos métodos hierárquicos [58].

2.3 Síntese do Capítulo

Neste capítulo foi apresentado um enquadramento teórico baseado em artigos científicos que permite o desenvolvimento da dissertação. Começa-se por apresentar o retalho, bem como algumas das suas áreas mais específicas, como a logística inversa e as embalagens, onde é apresentado o funcionamento geral da logística inversa e os tipos de embalagem.

De seguida, são apresentadas duas técnicas de análise estatística, a análise fatorial e a análise de clusters que são usadas nesta dissertação. Estas duas técnicas estão apresentadas ao detalhe para que a sua aplicação esteja fundamentada no capítulo que se segue.

DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

Neste capítulo é feita a caracterização do estudo de caso, sendo realizada uma breve descrição da empresa, que por questões de confidencialidade não será identificada. É realizada uma descrição dos elementos essenciais do processo de logística inversa, bem como da unidade de recuperação. Por fim, são apresentados e caracterizados os dados de base ao desenvolvimento proposto no capítulo seguinte.

3.1 Empresa

A empresa objeto do estudo de caso é uma empresa de retalho, essencialmente eletrónico, sediada em Portugal. Atualmente comercializa artigos eletrónicos, de várias dimensões, tendo aberto o leque a mais tipologias de artigos depois da pandemia COVID-19. Trata-se de uma empresa de grande dimensão, tendo forte presença em Portugal.

Esta empresa possui dois canais de venda: o canal físico, que diz respeito às lojas, e o canal online. O canal online tem sido alvo de uma grande aposta por parte da empresa, levando a uma forte exposição e, conseqüente, crescimento do negócio.

No que toca a infraestruturas, a empresa dispõe de dois entrepostos logísticos, um deles é o entreposto de onde são expedidos os artigos, quer para as lojas, quer para entregas de compras realizadas através do canal online, que é designado por entreposto de logística direta (ELD) e que pertence ao departamento de compras da empresa. No ELD é feito o armazenamento de todo o *stock* da empresa, bem como preparada a expedição dos artigos para o seu destino. O outro entreposto destina-se aos artigos que seguem o trajeto inverso, podendo conter artigos devolvidos ou devido a diversas causas, incluindo aqueles que estão dentro de garantia, designando-se por entreposto de logística inversa (ELI) e que pertence à área de serviços pós-venda. Assim, no ELI é realizada a receção de artigos devolvidos e o envio dos que estão na garantia para os fornecedores. Também é dado um destino aos artigos devolvidos com base nas suas condições de qualidade.

3.2 Métodos de Venda

Com base no canal de venda utilizado pelo cliente para adquirir os artigos, estes assumem diferentes métodos e condições de chegar ao cliente. Nas compras físicas, ou seja, em lojas, os clientes recolhem o artigo no momento da compra, a menos que se trate de um produto de grandes dimensões que terá de ser transportado e entregue pela empresa. Nas compras online, o cliente pode optar por dois tipos de entregas: numa morada indicada pelo cliente, método designado por *Home Delivery* (HD), ou numa loja à sua escolha, designado *Pick Up In Store* (PIS), sempre que não se trate de um artigo de grandes dimensões.

Consoante o método de recolha selecionado pelo cliente, o embalamento da mercadoria, o local de abastecimento e o método de transporte são distintos.

O local de abastecimento pode ser o ELD ou uma loja abastecedora, com maior capacidade de armazenamento que as restantes. As lojas abastecedoras podem entregar o produto ao cliente quando este faz uma compra online e pretende fazer a recolha em loja. A loja só pode abastecer diretamente o cliente caso coincida com a loja selecionada pelo cliente para efetuar o levantamento. Caso o cliente faça uma compra online e solicite o levantamento em loja, mas a loja que selecionou não é uma loja abastecedora, então o produto é expedido a partir do ELD.

O estudo atual focar-se-á apenas em artigos de pequenas dimensões, sendo, portanto, excluídos os artigos de grande dimensão, devido ao seu método de entrega que permite evitar danos. Assim, não se justifica o investimento numa segunda embalagem.

3.3 Métodos de Transporte

Os artigos de pequenas dimensões, que não requerem um método de entrega especializado, quando vendidos através do canal online, têm três tipos de transporte com as respetivas diferenças de embalamento.

Os tipos de transporte, bem como o respetivo embalamento, encontram-se caracterizados a seguir.

3.3.1 Transportador Interno

A carga é realizada em paletes e é protegida com filme, tal como ilustrado na figura 3.1, sendo pouco suscetível a danos. Este tipo de transporte é usado para transportar artigos até

às lojas, quando estas têm uma janela de entrega pré-estabelecida. Este tipo de transporte é utilizado quando o cliente solicita a recolha do produto em loja (PIS).



Figura 3.1 - Plástico filme

Fonte: [65]

3.3.2 Transportadora A

A transportadora A movimenta os artigos para uma morada indicada pelo cliente (HD), não sendo os artigos paletizados, nem envolvidos em filme. Estes artigos são, antes, embalados em sacos acolchoados, tal como ilustrado na figura 3.2. Este saco acolchoado tem dimensões reduzidas, limitando o número de artigos que podem ser acomodados dentro dele. Assim, os artigos que não podem ser acomodados dentro do saco, são enviados na sua embalagem original, para a morada indicada pelo cliente.

Atualmente, existem artigos muito frágeis que, para além de serem embalados num saco acolchoado, são colocados dentro de uma caixa de cartão para maior cuidado no transporte.



Figura 3.2 - Saco acolchoado

Fonte: [66]

3.3.3 Transportadora B

A transportadora B é utilizada para levar artigos até às lojas quando a loja não tem janela de entrega (período pré-estabelecido para a entrega). Neste tipo de transporte os artigos são embalados da mesma forma que os artigos que são movimentados pela transportadora A, ou seja, com o saco acolchoado (figura 3.2).

Na figura 3.3 encontra-se a esquematização do processo de decisão do método de embalagem e de transporte consoante o tipo de entrega selecionado pelo cliente no ato da encomenda.

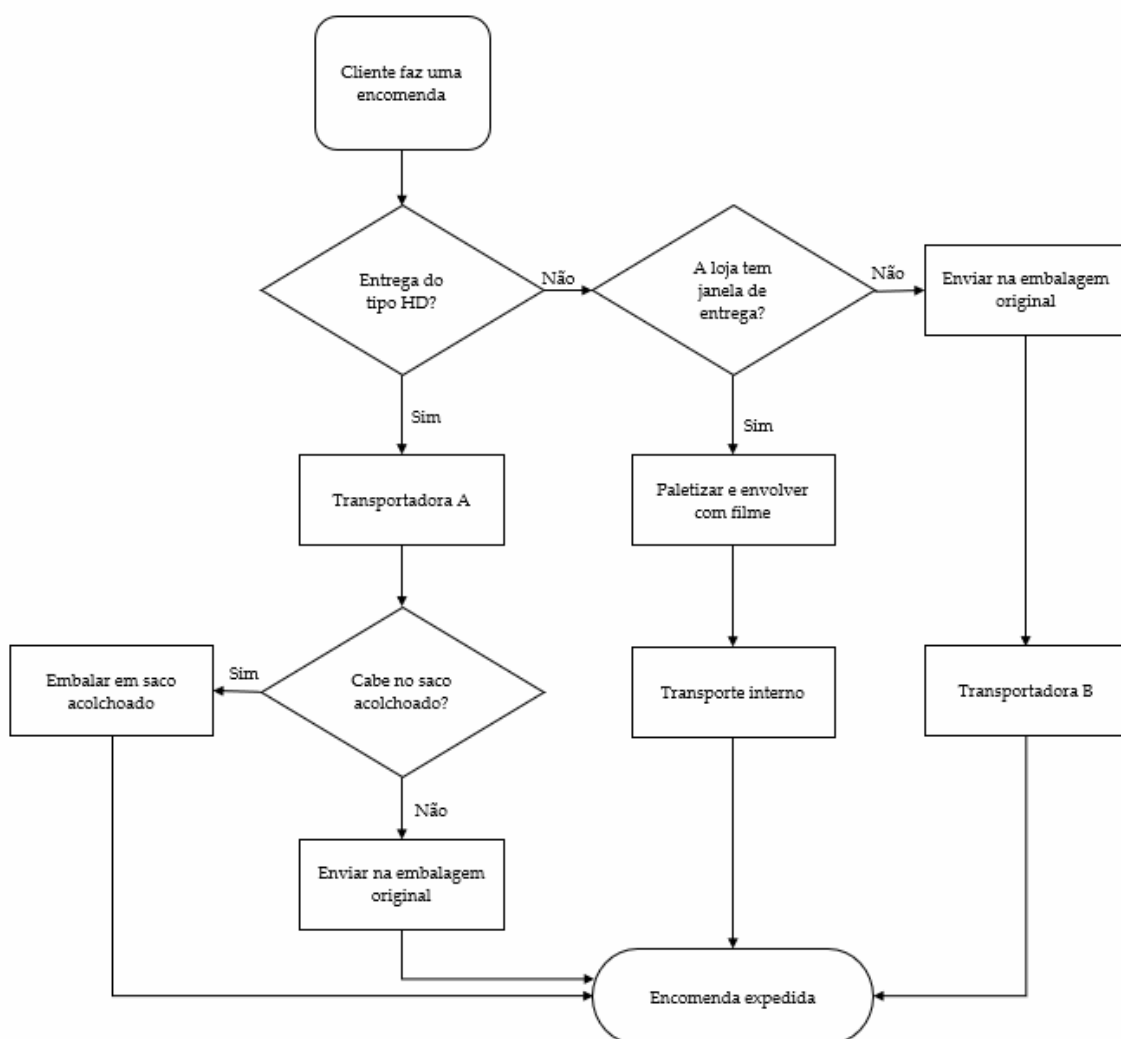


Figura 3.3 - Processo de decisão de embalagem e transporte

Sendo a transportadora B utilizada apenas em casos excepcionais, verifica-se que o transporte é, maioritariamente, realizado pelo transportador interno e pela transportadora A. Assim, o produto que chega às lojas é menos suscetível a danos devido ao embalagem mais

cuidado a que é submetido, definindo-se, assim, como mais relevante para este estudo, as entregas HD, devido à sua suscetibilidade ao dano.

3.4 Devolução de Artigos

Concluída a entrega do produto ao cliente, este tem um período de 14 dias em que pode efetuar a devolução do produto, desde que este não tenha sido utilizado. Se o cliente optar pela devolução, o artigo é recolhido na morada indicada pelo cliente ou entregue numa loja pelo cliente, sendo, posteriormente, transportado até ao ELI.

A partir do momento em que o artigo é recolhido na morada do cliente ou entregue na loja pelo cliente, é enviada essa informação ao ELI, que permite ao entreposto confirmar a carga que lhes é direcionada e o motivo pelo qual lhes é direcionada podendo tratar-se de devoluções ou de artigos ainda dentro da garantia.

Atualmente, não é possível saber previamente qual o motivo da devolução. Por exemplo, se foi devolvido porque o produto não tinha as dimensões pretendidas (situação vulgar em compras online) ou porque tinha sido entregue com danos.

A informação que chega ao ELI é constituída por uma referência interna da empresa, o *Stock Keeping Unit* (SKU) que identifica o produto, e uma referência que identifica o produto em termos gerais na europa, o *European Article Number* (EAN). Ambas as referências, em códigos de barras, são lidas com recurso a um *Personal Digital Assistant* (PDA) e permite ao ELI confirmar a receção dos artigos previstos.

Quando chega o artigo ao armazém, devido a uma devolução, o artigo é sujeito a uma análise do seu estado. Essa análise permite determinar se tem condições de ser vendido novamente ou se, por outro lado, não apresenta a qualidade necessária para poder ser comercializado nas condições atuais. Assim, verificam-se duas situações:

- Se o artigo estiver em **perfeitas condições de qualidade**, é direcionado para o ELD para fazer parte dos artigos expedidos para os clientes e as lojas;
- Se o artigo **não estiver em condições de ser vendido**, é direcionado para a unidade de recuperação, onde, se for possível e financeiramente viável, os artigos são recuperados para poderem ser novamente vendidos, mas com penalizações.

Na unidade de recuperação existe uma triagem inicial para averiguar a severidade dos danos nos artigos. Desta triagem podem resultar três classificações, nomeadamente:

- Quase sem danos
- Reparação

- Irreparável

Esta classificação determina a intervenção a que o artigo deve ser submetido. Se a classificação for "quase sem danos", o artigo não requer qualquer intervenção técnica. Por outro lado, no caso da "reparação", os artigos necessitam de intervenção técnica. Por fim, a classificação "irreparável" implica que os artigos não têm possibilidade de ser reparados e, portanto, são direcionados para a sucata.

Os artigos que podem ser reparados ou "quase sem danos" são novamente disponibilizados para venda, mas com uma penalização no seu preço de venda que vai refletir as características e condições do artigo. Mediante a classificação que é atribuída ao artigo, as suas características são distintas e serão de seguida detalhadas, mas antes começar-se-á por uma caracterização geral de dados.

3.5 Identificação e Seleção dos Dados

De forma a obter os dados necessários para concretizar o estudo recorreu-se à unidade, responsável pela recuperação dos artigos de uma empresa de retalho. Foram obtidos dados do período de um ano, com início em abril de 2022 e término em março de 2023. Considera-se que este conjunto de dados é um ano representativo de vendas e devoluções, por não englobar períodos com condições especiais, muito vulgares durante a pandemia Covid-19, e conter os artigos de várias tipologias, para além da eletrónica, que terão sido lançados no mercado cerca de um ano antes.

O estudo aplica-se apenas a artigos de pequenas dimensões por estarem mais suscetíveis a danos, em detrimento dos artigos de grande porte que são alvo de um método de transporte e entrega distintos.

Obteve-se o acesso a um conjunto de dados que conta com os seguintes campos:

- **SKU:** corresponde à referência interna da empresa que identifica o produto, é constituída unicamente por números;
- **Custo unitário do produto:** corresponde ao valor monetário pelo qual a empresa adquire o artigo ao fornecedor;
- **Peso do produto (Kg):** corresponde ao peso do artigo dentro da sua embalagem proveniente do fornecedor;
- **Classificação da triagem:** corresponde ao resultado da análise do estado do artigo;

- **Danos de check-in:** corresponde aos danos registados no momento da triagem inicial, contendo os danos que são registados pelo operador, que por questões de confidencialidade não serão revelados;
- **Danos de *pricing*:** corresponde aos danos que o artigo apresenta para a venda ao cliente, contendo os danos registados pelo operador, que por questões de confidencialidade não serão revelados;
- **Taxa de depreciação:** corresponde à penalização que o artigo sofre e é calculada com base nos danos de *pricing*;
- **Custo de recuperação:** corresponde ao valor monetário de recuperar o artigo (peças + mão-de-obra);
- **Data de check-in:** corresponde à data de entrada do artigo na unidade;
- **Data do check-out:** corresponde à data de saída do artigo da unidade;
- **Loja responsável pelo dano:** corresponde à loja responsável pela venda do artigo que pode ser a loja online.

Importa agora filtrar os dados que serão adequados para o estudo.

No que toca ao SKU começa por excluir-se os artigos que já tinham dado entrada na unidade anteriormente, uma vez que já foram reparados ou embalados em embalagens distintas das embalagens originais.

Com base no campo de danos de *check-in* por uma questão de confidencialidade, serão excluídos os artigos com vestígios de uso. Estes artigos provêm de devoluções que, por engano, foram aceites pela empresa, uma vez que a implementação de uma segunda embalagem não seria motivo para impedir a sua utilização. Excluem-se ainda os artigos com a embalagem aberta, o que corresponde ao selo rasgado (pequena fita-cola colocada pelo fornecedor que sela o artigo e o identifica como não usado), uma vez que a segunda embalagem não poderia impedir a abertura da embalagem original do artigo por parte do cliente. Com esta seleção obtém-se apenas os artigos que sofreram danos.

Por fim, selecionam-se as lojas responsáveis pelos danos nos artigos que correspondem à loja de venda do produto com dano, tendo sido selecionada a loja online.

Com base nos critérios considerados, obtém-se uma lista de 6162 artigos, para o período entre abril de 2022 e março de 2023.

3.5.1 Classificação do Embalamento

Importa classificar em seguida o tipo de embalamento a que cada artigo é submetido. A classificação engloba dois parâmetros, nomeadamente: o saco acolchoado e a esferovite

(condição do fornecedor), sendo que o saco acolchoado só é utilizado se as dimensões do artigo o permitirem. Como esta característica depende das dimensões do artigo, é necessário identificar as suas dimensões. Depois é feita a classificação quanto à utilização do saco acolchoado, com os seguintes códigos: 0 indica que o artigo não é embalado em saco acolchoado e 1 indica que é embalado em saco acolchoado. O mesmo raciocínio é aplicado à utilização da esferovite.

As preparações dos artigos na loja abastecedora não sofrem qualquer tipo de transporte ou embalagem e, portanto, são menos suscetíveis a danos, sendo, desta forma, excluídos deste estudo. São exemplos os dados referentes a artigos sem vendas e sem devoluções, que correspondem a 2102 artigos, obtendo-se um total de 4059 artigos de base para as posteriores análises.

3.6 Caracterização de Dados

Começa-se por uma caracterização geral dos 4059 artigos, de 1564 SKU'S, evidenciando a existência de SKU's com mais do que uma unidade. De forma a distinguir os SKU's com mais do que uma unidade, acrescentou-se um código de letras (Ex.: 150A, 150B, 150C ou 205A, 205B, 205C)

Os artigos devolvidos apresentam danos, sendo direcionados para a unidade de recuperação, entrando na triagem que os classifica com base na severidade dos danos. Assim, os 4059 artigos alvo de devolução foram triados e classificados em três categorias. Por observação da figura 3.4, verifica-se que o resultado de triagem mais frequente é o da reparação, com 2719 artigos, que corresponde a 67% do total de devoluções, seguem-se os artigos irreparáveis com 754 unidades, que corresponde a 19% e, por fim, os "quase sem danos" que correspondem a 14%.

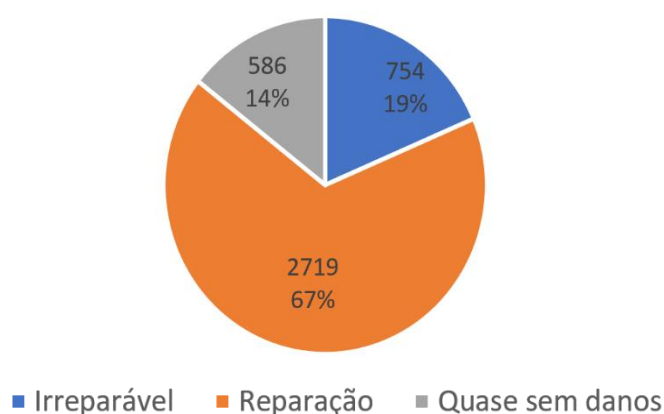


Figura 3.4 - Distribuição de artigos por triagem

A análise realizada neste estudo, para além de ser baseada em cada artigo em específico, será feita para as três categorias, quase sem danos, reparação e irreparáveis.

Os artigos irreparáveis têm danos severos que podem ser na embalagem e no artigo ou só no artigo, como, por exemplo peças partidas que já não podem ser substituídas. Os artigos com reparação, tal como nos artigos irreparáveis, podem ter danos na embalagem e no artigo ou só no artigo e podem ser, por exemplo, artigos que têm uma peça em vidro que tem de ser substituída. Por fim, os artigos “quase sem danos” podem ser, por exemplo, artigos cuja embalagem está suja ou rasgada, portanto apresentam danos apenas na embalagem.

Para conseguir perceber a influência do artigo na empresa, isto é, perceber se este tem muito impacto financeiro, por exemplo, através de valores de custo unitário muito elevados, o que significa que o valor de compra do produto ao fornecedor seja muito elevado, é, igualmente, importante saber o número de unidades vendidas e de unidades devolvidas de cada produto, permitindo, assim, calcular a taxa de devoluções. Assim, recolheu-se o volume de vendas e de devoluções de artigos, tanto para *Home Delivery* (HD), como para *Pick-Up In Store* (PIS), que foram preparados no armazém (e não numa loja abastecedora), uma vez que o acondicionamento da carga a que os artigos são submetidos é distinta. O conjunto de artigos preparado numa loja abastecedora deve ser excluído.

Com o volume de vendas e devoluções dos artigos, distinguidos entre HD e PIS, foram determinadas as taxas de devoluções HD e PIS, com base nas equações 3.1 e 3.2, respetivamente.

Taxa de devoluções HD

$$= \frac{N^{\circ} \text{ de unidades devolvidas do artigo em HD}}{N^{\circ} \text{ de unidades vendidas do artigo em HD}} \quad (3.1)$$

Taxa de devoluções PIS

$$= \frac{N^{\circ} \text{ de unidades devolvidas do artigo em PIS}}{N^{\circ} \text{ de unidades vendidas do artigo em PIS}} \quad (3.2)$$

Devido às condições do embalamento, considera-se que a modalidade de HD será mais crítica, de acordo com a breve análise apresentada na figura 3.5. No caso da triagem Irreparáveis, é evidenciado um maior número de devoluções quando a entrega é do tipo HD (95%), comparativamente com o tipo PIS (47%). Os produtos que apresentam tanto devoluções na modalidade PIS como HD é de 41%, havendo um maior número de produtos que tem apenas devoluções na modalidade HD.

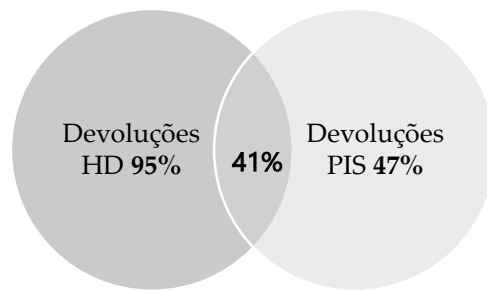


Figura 3.5 - Devoluções por tipo de entrega - artigos irreparáveis

No que diz respeito à reparação, 89% dos 2719 artigos com este tipo de triagem tem devoluções HD e apenas 21% tem devoluções PIS, tal como apresentado na figura 3.6. No entanto, constata-se que existem alguns artigos com devoluções nos tipos de entrega, mas há outros que tem apenas devoluções num deles. Verifica-se assim que existem mais artigos que têm devoluções do tipo HD e não têm devoluções do tipo PIS do que o oposto.

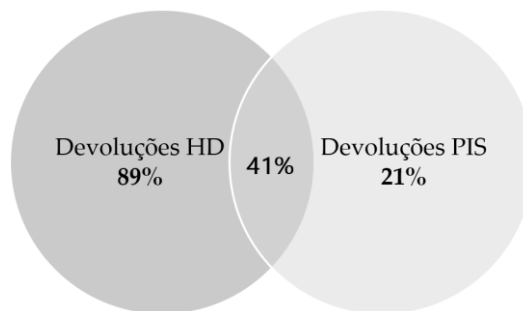


Figura 3.6 - Devoluções por tipo de entrega - artigos com reparação

Por fim, no que diz respeito aos produtos quase sem danos, 94% dos produtos têm devoluções HD no entanto apenas 46% têm devoluções PIS, tal como representado na figura 3.7. Da totalidade dos anos apenas 39% têm devoluções HD e devoluções PIS simultaneamente, de acordo com a figura 3.7.

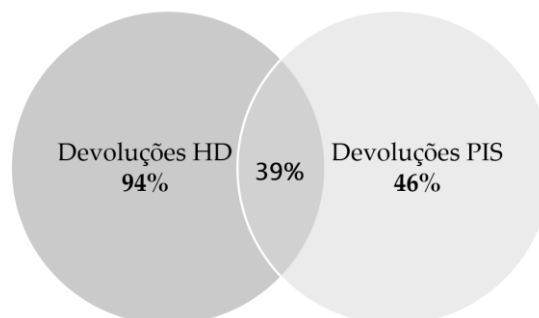


Figura 3.7 - Devoluções por tipo de entrega - artigos quase sem danos

3.7 Influência do Tipo de Embalamento

Dada a importância do peso das devoluções de cada tipologia de triagem, é importante perceber a influência que o tipo de embalamento pode ter nos danos. Na tabela 3.1, apresenta-se as devoluções com base na presença ou não de embalamento com saco acolchoado. Verifica-se que as devoluções que dão entrada na unidade de recuperação são artigos cujo embalamento é, maioritariamente, sem saco acolchoado. Com estes resultados é possível inferir que o saco acolchoado tem influência positiva sobre o dano nos artigos, pelo que se deve reduzir a probabilidade da sua ocorrência.

Tabela 3.1 - Distribuição dos artigos das três triagens quanto ao saco acolchoado

	C/ Saco Acolchoado	%	S/Saco Acolchoado	%	Total	%
Irreparável	145	19	609	81	754	100
Reparação	435	16	2284	84	2719	100
Quase sem danos	74	13	512	87	586	100

Existem artigos que para além de serem embalados num saco acolchoado são inseridos numa caixa para reduzir ou evitar danos durante o transporte. Constata-se que estes artigos nunca dão entrada na unidade de recuperação, comprovando a eficácia do método.

Da mesma forma que foi realizada a caracterização das tipologias da triagem para o saco acolchoado, foi também realizada para a esferovite, tabela 3.2. Verifica-se que há um equilíbrio entre os artigos com e sem esferovite em todas as categorias. É possível verificar que o facto de a esferovite ser uma característica que diz respeito ao interior da caixa original, não permite a redução dos danos exteriores.

Tabela 3.2 - Distribuição dos artigos das três triagens quanto à utilização de esferovite

	C/ Esferovite	%	S/Esferovite	%	Total	%
Irreparável	387	51	367	49	754	100
Reparação	1339	49	1380	51	2719	100
Quase sem danos	295	50	291	50	586	100

Caraterizando os dados em termos de peso, e seleccionando um valor de forma a perceber que artigos apresentam um peso inferior ou superior, apresenta-se a tabela 3.3 Seleccionou-se o peso de 4,5 Kg por ser o peso do artigo cuja SKU é mais frequente. Pela tabela 3.3 verifica-se que existe um equilíbrio entre o peso dos diferentes artigos.

Tabela 3.3 - Distribuição dos artigos em relação ao peso de 4,5 Kg

	Nº de artigos	%
Peso \geq 4,5 Kg	2054	51
Peso $<$ 4,5 Kg	2005	49

3.8 Síntese do Capítulo

Ao longo do capítulo é feita uma contextualização da empresa, apresentando-se os seus métodos de venda e tipos de entrega que permitem perceber de que forma os artigos são transportados e que motivos poderão estar associados aos seus danos.

De seguida faz-se uma seleção de características a estudar e apresentam-se dados relativos a essas características de forma a perceber o tipo de artigos que vão ser estudados bem como algumas das suas características mais específicas.

Com base nestes dados e, de forma a identificar quais os artigos com mais propensão para o dano e com maior custo para a empresa, são aplicados métodos de análise de dados multivariada. Com estas técnicas pretende-se obter um conjunto de artigos que, devido às suas características, se tornem prioridade para a empresa e que venham a ser alvo da implementação da segunda embalagem.

PROPOSTA DE REDUÇÃO DE DEVOLUÇÕES DE ARTIGOS ELETRÔNICOS

Neste capítulo, são utilizados métodos estatísticos multivariados para fazer o estudo dos dados. Com base nos resultados, são feitas recomendações, indicando que artigos devem ser embalados.

4.1 Métodos de Análise Multivariada

A aplicação dos métodos de análise multivariada permite analisar os dados, obtendo conclusões quanto às suas características. Para avaliar a viabilidade da implementação de uma segunda embalagem em torno da embalagem original, deve ser selecionado um conjunto de características a serem estudadas e, com base nestas, identificar que artigos devem ser embalados. Desta forma, é aplicada uma análise de clusters, às variáveis identificadas, sendo os artigos com características semelhantes e prioritários escolhidos e alvo da implementação da segunda embalagem.

Como já foi mencionado no capítulo 3, a análise será feita a cada tipo de triagem, aplicando-se assim três análises de clusters. Sendo a análise segmentada, é importante selecionar as características, ou variáveis, a estudar em cada tipo de triagem.

O tratamento dos dados será feito com recurso a dois *softwares*, sendo eles o IBM SPSS Statistics e o STATISTICA. O primeiro *software* é usado devido à qualidade de imagem das tabelas da análise fatorial que é superior ao STATISTICA, sendo um ponto crucial para o estudo realizado. Já o segundo *software* é usado para efetuar a análise de clusters, produzindo um dendrograma, essencial à interpretação dos clusters, de leitura mais fácil, devido à possibilidade de fazer *zoom in* e *zoom out*, essencial quando existe uma grande quantidade de dados.

As variáveis a estudar para cada triagem são distintas, devido às diferentes condições com que o produto dá entrada na unidade de recuperação.

4.1.1 Artigos Irreparáveis

No caso dos artigos serem categorizados como "irreparável", as características a estudar são:

- Custo unitário;
- Peso;
- Saco Acolchoado;
- Esferovite;
- Taxa de devoluções HD;
- Taxa de devoluções PIS;

Estas são as características estudadas uma vez que atendendo a todas as características mencionadas para cada artigo, estas são as características que este tipo de triagem apresenta e são excluídas variáveis como o custo de recuperação, uma vez que não existe reparação.

Em primeiro lugar, devem ser calculadas as correlações entre as variáveis, uma vez que a análise de clusters não deve ser realizada com variáveis altamente correlacionadas. As variáveis correlacionadas são caracterizadas por apresentarem um *p-value* inferior a 0,05 (para um nível de confiança de 95%).

Na figura 4.1 apresenta-se a matriz das correlações dos artigos irreparáveis.

Correlations (novo novo statistica)						
Marked correlations are significant at $p < ,05000$						
N=753 (Casewise deletion of missing data)						
Variable	Custo unitário	Peso	Saco acolchoado	Esferovite	Taxa de devoluções HD	Taxa de devoluções PIS
Custo unitário	1,0000	,2986	-,0240	,1241	,0329	-,0301
	p= ---	p=,000	p=,512	p=,001	p=,367	p=,409
Peso	,2986	1,0000	-,3996	,2250	-,0152	-,0205
	p=,000	p= ---	p=0,00	p=,000	p=,677	p=,573
Saco acolchoado	-,0240	-,3996	1,0000	-,4415	-,0228	,1457
	p=,512	p=0,00	p= ---	p=0,00	p=,532	p=,000
Esferovite	,1241	,2250	-,4415	1,0000	-,0284	-,1177
	p=,001	p=,000	p=0,00	p= ---	p=,436	p=,001
Taxa de devoluções HD	,0329	-,0152	-,0228	-,0284	1,0000	-,0400
	p=,367	p=,677	p=,532	p=,436	p= ---	p=,273
Taxa de devoluções PIS	-,0301	-,0205	,1457	-,1177	-,0400	1,0000
	p=,409	p=,573	p=,000	p=,001	p=,273	p= ---

Figura 4.1 - Matriz das correlações dos artigos irreparáveis

Através da figura 4.1, conclui-se que a maior parte das variáveis estão correlacionadas entre si, uma vez que o *p-value* é inferior a 0,05. Devido a esta correlação, não seria correto prosseguir para a análise de clusters, uma vez que seriam introduzidos dados redundantes. Assim, para tratar os dados recorre-se, em primeiro lugar, à análise fatorial exploratória para que as variáveis sejam agregadas em fatores, sendo altamente correlacionadas se estiverem dentro do mesmo fator e muito pouco correlacionadas com as variáveis dos outros fatores.

4.1.1.1 Análise Fatorial para os Artigos Irreparáveis

A análise fatorial inicia-se com o teste de *Measure of Sampling Adequacy* (MSA), teste do Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que permite avaliar a adequação dos dados à análise pretendida. Este valor deve ser superior a 0,5 para que haja a adequação necessária. Para além do cálculo do valor de KMO, aplica-se o teste de esfericidade de Bartlett, procurando obter um valor de significância inferior a 0,05, estando assim assegurada a adequação dos dados.

Na tabela 4.1 estão apresentados os valores obtidos para os dois testes no caso dos artigos irreparáveis, comprovando-se a adequação dos dados, uma vez que o valor de MSA é de 0,546, sendo superior a 0,5, o mínimo exigível. O teste de esfericidade Bartlett toma o valor de 0,001 sendo inferior a 0,05 como tal, o valor de MSA atesta a adequabilidade dos dados para a análise.

Tabela 4.1 - Teste de KMO e esfericidade de Bartlett dos artigos irreparáveis

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.		,546
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado	410,337
	gl	15
	Sig.	<,001

Estando verificada a adequação dos dados, segue-se a verificação do ajuste das variáveis ao estudo. Para averiguar o seu ajuste procede-se ao cálculo das suas comunalidades, sendo o valor mínimo exigível de 0,5. Para calcular as comunalidades, deve ser selecionado um método de extração, tendo sido selecionado o método dos componentes principais, por se considerar o mais adequado, visto que se pretende reduzir o número de variáveis.

Na tabela 4.2 apresentam-se os valores das comunalidades. Todas são superiores a 0,5, sendo todas viáveis para prosseguir no estudo.

Tabela 4.2 - Comunalidades dos artigos irrepa-

	Inicial	Extração
Custo unitário	1,000	,722
Peso	1,000	,647
Saco acolchoado	1,000	,695
Esferovite	1,000	,575
Taxa de devoluções HD	1,000	,798
Taxa de devoluções PIS	1,000	,501

Método de Extração: análise de Componente Principal.

Assegurada a adequação das variáveis, é importante determinar o número de fatores a considerar. Para tal, utiliza-se o critério de Kaiser, que recorre aos valores próprios para determinar o número de fatores, indicando que valores próprios superiores a 1 correspondem a um

fator. Além da avaliação dos valores próprios, é importante analisar também a variância total explicada pelos fatores, que deve ser superior a 60%.

Na tabela 4.3 encontram-se os valores próprios de cada fator e a respetiva variância total explicada. Existem três fatores que são capazes de explicar 65,633% da variância total.

Tabela 4.3 - Valores próprios dos fatores e variância total explicada dos artigos irreparáveis

Componente	Autovalores iniciais			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	1,830	30,496	30,496	1,830	30,496	30,496
2	1,080	17,993	48,488	1,080	17,993	48,488
3	1,029	17,145	65,633	1,029	17,145	65,633
4	,913	15,222	80,855			
5	,710	11,826	92,681			
6	,439	7,319	100,000			

Método de Extração: análise de Componente Principal.

Uma vez determinado o número de fatores a considerar, segue-se a alocação das variáveis nos fatores. Esta distribuição é feita com base nas cargas fatoriais das variáveis. A variável deve ficar afeta ao fator cuja carga fatorial absoluta seja mais elevada. Para o cálculo das cargas fatoriais deve ser selecionado um método de rotação, neste caso, optou-se pelo método Varimax com normalização de Kaiser.

Na tabela 4.4, estão apresentadas as cargas fatoriais das variáveis, permitindo distribuí-las pelos fatores.

Tabela 4.4 - Cargas fatoriais das variáveis para os artigos irreparáveis

	Componente		
	1	2	3
Custo unitário	,014	,845	,089
Peso	-,469	,647	-,091
Saco acolchoado	,827	-,099	-,034
Esferovite	-,752	,093	-,028
Taxa de devoluções HD	,136	,153	,869
Taxa de devoluções PIS	,409	,266	-,512

Método de Extração: análise de Componente Principal.

Método de Rotação: Varimax com Normalização de Kaiser.

Assim, com base na tabela 4.4, ao fator 1 são associadas as variáveis: "Saco acolchoado" e "Esferovite". Ao fator 2 ficam associadas as variáveis: "Custo unitário" e "Peso". Já no fator 3 ficam associadas as "Taxa de devoluções HD" e as "Taxa de devoluções PIS".

Desta forma, pode afirma-se que o fator 1 corresponde às características do artigo, o fator 2 diz respeito ao acondicionamento e o fator 3 corresponde à taxa de devoluções.

Uma vez constituídos os fatores, podem obter-se os "scores dos fatores" (anexo A) para, posteriormente, serem utilizados como *input* da análise de clusters.

4.1.2 Artigos Quase Sem Danos

Da mesma forma que se procedeu à avaliação da matriz das correlações no caso dos artigos cuja triagem o categorizou como "irreparável", o mesmo procedimento é adotado para os artigos quase sem danos.

As variáveis consideradas em estudo são:

- Custo unitário;
- Taxa de depreciação;
- Peso;
- Saco acolchoado;
- Esferovite;
- Taxa de devoluções HD;
- Taxa de devoluções PIS.

No caso dos artigos sem danos é acrescentada uma variável ao estudo, a "Taxa de depreciação", esta não existia no caso dos irreparáveis uma vez que a não existe reparação e, por isso, não há depreciação, há uma perda total do custo unitário.

Determinadas as variáveis, a matriz das correlações está apresentada na figura 4.2.

Correlations (novo novo statistica)							
Marked correlations are significant at $p < .05000$							
N=586 (Casewise deletion of missing data)							
Variable	Custo unitário	Taxa de depreciação	Peso	Saco acolchoado	Esferovite	Taxa de devoluções HD	Taxa de devoluções PIS
Custo unitário	1,0000	-.5492	.4066	-.0243	.0916	.1833	-.0210
	$p=---$	$p=0,00$	$p=0,00$	$p=.558$	$p=.027$	$p=.000$	$p=.613$
Taxa de depreciação	-.5492	1,0000	-.3773	.0194	-.0983	-.0667	.0286
	$p=0,00$	$p=---$	$p=0,00$	$p=.638$	$p=.017$	$p=.107$	$p=.490$
Peso	.4066	-.3773	1,0000	-.3326	.1534	-.0515	-.0810
	$p=0,00$	$p=0,00$	$p=---$	$p=0,00$	$p=0,00$	$p=.213$	$p=.050$
Saco acolchoado	-.0243	.0194	-.3326	1,0000	-.3520	.0132	.0640
	$p=.558$	$p=.638$	$p=0,00$	$p=---$	$p=0,00$	$p=.750$	$p=.122$
Esferovite	.0916	-.0983	.1534	-.3520	1,0000	.0622	-.0617
	$p=.027$	$p=.017$	$p=0,00$	$p=0,00$	$p=---$	$p=.133$	$p=.136$
Taxa de devoluções HD	.1833	-.0667	-.0515	.0132	.0622	1,0000	-.0664
	$p=.000$	$p=.107$	$p=.213$	$p=.750$	$p=.133$	$p=---$	$p=.109$
Taxa de devoluções PIS	-.0210	.0286	-.0810	.0640	-.0617	-.0664	1,0000
	$p=.613$	$p=.490$	$p=.050$	$p=.122$	$p=.136$	$p=.109$	$p=---$

Figura 4.2 - Matriz das correlações dos artigos quase sem danos

Através da figura 4.2, conclui-se que a maior parte das variáveis estão correlacionadas entre si, uma vez que o *p-value* é inferior a 0,05. Uma vez mais é necessário recorrer à análise fatorial.

4.1.2.1 Análise Fatorial para os Artigos Quase Sem Dano

De forma a iniciar o estudo da análise fatorial, aplica-se o teste de KMO, para perceber se os dados são adequados ao estudo e o teste da esfericidade de Bartlett. Na tabela 4.5 estão apresentados os resultados, verificando-se que o valor de KMO é de 0,594, sendo superior a 0,5 e teste de esfericidade de Bartlett tem um o nível de significância de 0,01, sendo inferior a 0,05. Nestas condições verifica-se a adequação dos dados.

Tabela 4.5 - Teste de KMO e esfericidade de Bartlett dos artigos quase sem da-

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.		,594
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado	545,551
	gl	21
	Sig.	<,001

Prosegue-se com a obtenção e avaliação dos valores das comunalidades, que devem ser superiores a 0,5 para que a variável seja incluída no estudo. Para obtenção dos valores de comunalidades recorre-se, tal como no caso dos artigos irreparáveis, ao método de extração dos componentes principais. Na tabela 4.6 estão apresentados os valores das comunalidades para as variáveis. Verifica-se que a variável "Taxa de devoluções PIS" possui um valor de comunalidade inferior a 0,5, devendo ser excluída do estudo.

Tabela 4.6 - Comunalidades dos artigos quase sem danos

	Inicial	Extração
Custo unitário	1,000	,750
Taxa de depreciação	1,000	,703
Peso	1,000	,653
Saco acolchoado	1,000	,714
Esferovite	1,000	,552
Taxa de devoluções HD	1,000	,740
Taxa de devoluções PIS	1,000	,331

Método de Extração: análise de Componente Principal.

Depois da variável excluída, o estudo é repetido. Averiguam-se, novamente, os valores dos testes de KMO e da esfericidade de Bartlett, cujos resultados estão apresentados na tabela 4.7, o teste de KMO com um valor de 0,593 e o teste de esfericidade de Bartlett com um nível de significância de 0,01, sendo superior 0,05, comprovando assim a adequabilidade dos dados.

Tabela 4.7 - Teste de KMO e esfericidade de Bartlett dos artigos quase sem danos

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.		,593
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado	537,069
	gl	15
	Sig.	<,001

Relativamente às novas comunalidades das variáveis, apresentadas na tabela 4.8, após a extração das variáveis, segundo o método dos componentes principais, todas são superiores a 0,5, não se verificando a necessidade de excluir qualquer variável.

Tabela 4.8 - Cálculo das comunalidades dos artigos quase sem danos

	Inicial	Extração
Custo unitário	1,000	,751
Taxa de depreciação	1,000	,703
Peso	1,000	,678
Saco acolchoado	1,000	,728
Esferovite	1,000	,633
Taxa de devoluções HD	1,000	,897

Método de Extração: análise de Componente Principal.

Prosseguindo-se com a obtenção dos valores próprios e da variância total explicada pelos fatores formados, de acordo com a tabela 4.9, verifica-se a formação de três fatores, por apresentarem valores próprios superiores a 1, que explicam 73,182% da variância total, sendo superior a 60%.

Tabela 4.9 - Valores próprios dos fatores e variância total explicada dos artigos quase sem danos

Componente	Autovalores iniciais			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado			Somadas de rotação de carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	2,032	33,871	33,871	2,032	33,871	33,871	1,873	31,220	31,220
2	1,320	21,993	55,863	1,320	21,993	55,863	1,451	24,190	55,411
3	1,039	17,319	73,182	1,039	17,319	73,182	1,066	17,772	73,182
4	,713	11,884	85,066						
5	,474	7,896	92,962						
6	,422	7,038	100,000						

Método de Extração: análise de Componente Principal.

Por fim, é importante perceber quais as variáveis que ficaram associadas a cada fator, através da obtenção das cargas fatoriais determinadas com recurso à rotação Varimax com normalização de Kaiser. Na tabela 4.10, estão apresentadas as cargas fatoriais das variáveis em cada fator, permitindo concluir que no primeiro fator estão incluídas as variáveis: "Custo unitário", "Taxa de depreciação" e "Peso". O segundo fator conta com as variáveis: "Saco acolchoado" e "Esferovite". Por fim, o fator 3 é constituído por apenas uma variável, a "Taxa de devoluções HD", que apesar de não ser um caso habitual neste tipo de estudos, deve ser man

tido devido à grande importância de manter a variável.

Tabela 4.10 - Cargas fatoriais dos artigos quase sem danos

	Componente		
	1	2	3
Custo unitário	,842	-,009	,207
Taxa de depreciação	-,837	,028	-,045
Peso	,675	,382	-,278
Saco acolchoado	-,043	-,841	,135
Esferovite	,040	,771	,191
Taxa de devoluções HD	,079	,046	,943

Método de Extração: análise de Componente Principal.

Método de Rotação: Varimax com Normalização de Kaiser.

O primeiro fator pode designar-se por: características e estado do artigo por conter variáveis como o "Custo unitário" e o "Peso" que podem dar indicações sobre o artigo, já a "Taxa de depreciação" pode indicar o estado do artigo. O segundo fator pode apelidar-se de acondicionamento por conter as variáveis que lhe dizem respeito. Por fim, o terceiro fator pode designar-se taxa de devoluções.

Com a análise fatorial aplicada obtém-se os "scores dos fatores" que serão a fonte de dados para a análise de clusters.

4.1.3 Artigos com Reparação

Por fim, a análise do tipo de triagem que contém mais artigos e para a qual foi definido um maior número de variáveis, nomeadamente:

- Custo unitário;
- Valor de recuperação;
- Taxa de depreciação;
- Peso;
- Saco acolchoado;
- Esferovite;
- Taxa de devoluções HD;
- Taxa de devoluções PIS.

Neste tipo de triagem foi introduzida a variável "Valor de recuperação" uma vez que os artigos categorizados como "Reparação" são os únicos que precisam de ser recuperados e, por isso, têm um "Valor de recuperação"

A matriz de correlações entre as variáveis é apresentada na figura 4.3.

Correlations (novo novo statistica)								
Marked correlations are significant at $p < ,05000$								
N=2719 (Casewise deletion of missing data)								
Variable	Custo unitário	Valor de recuperação	Taxa de depreciação	Peso	Saco acolchoado	Esferovite	Taxa de devoluções HD	Taxa de devoluções PIS
Custo unitário	1,0000	,5218	-,4932	,0770	,1307	-,1035	,0677	,0123
	$p=---$	$p=0,00$	$p=0,00$	$p=0,00$	$p=0,00$	$p=0,00$	$p=0,00$	$p=521$
Valor de recuperação	,5218	1,0000	-,3136	-,0129	,0298	,0004	,0066	-,0250
	$p=0,00$	$p=---$	$p=0,00$	$p=501$	$p=,120$	$p=985$	$p=,730$	$p=,192$
Taxa de depreciação	-,4932	-,3136	1,0000	-,0841	-,1205	,0753	-,0387	,0038
	$p=0,00$	$p=0,00$	$p=---$	$p=0,00$	$p=0,00$	$p=0,00$	$p=,044$	$p=,842$
Peso	,0770	-,0129	-,0841	1,0000	-,3713	,1243	-,0366	-,0322
	$p=0,00$	$p=501$	$p=0,00$	$p=---$	$p=0,00$	$p=0,00$	$p=,057$	$p=,094$
Saco acolchoado	,1307	,0298	-,1205	-,3713	1,0000	-,3559	,0127	,0567
	$p=0,00$	$p=,120$	$p=0,00$	$p=0,00$	$p=---$	$p=0,00$	$p=,507$	$p=,003$
Esferovite	-,1035	,0004	,0753	,1243	-,3559	1,0000	,0125	-,0581
	$p=0,00$	$p=985$	$p=0,00$	$p=0,00$	$p=0,00$	$p=---$	$p=,515$	$p=,002$
Taxa de devoluções HD	,0677	,0066	-,0387	-,0366	,0127	,0125	1,0000	-,0607
	$p=0,00$	$p=,730$	$p=,044$	$p=,057$	$p=,507$	$p=,515$	$p=---$	$p=,002$
Taxa de devoluções PIS	,0123	-,0250	,0038	-,0322	,0567	-,0581	-,0607	1,0000
	$p=521$	$p=,192$	$p=,842$	$p=,094$	$p=,003$	$p=,002$	$p=,002$	$p=---$

Figura 4.3 - Matriz das correlações dos artigos com reparação

Através da figura 4.3, conclui-se que a maior parte das variáveis estão correlacionadas entre si, uma vez que o p -value é inferior a 0,05, sendo uma vez mais necessário recorrer à análise fatorial.

4.1.3.1 Análise Fatorial para os Artigos com Reparação

Aplicando, novamente, o teste de KMO e o teste do nível de significância obtêm-se os resultados da figura 4.11, verificando-se que o valor de KMO é de 0,590 e o valor da significância do teste de esfericidade de Bartlett é de 0,001, atestando a adequabilidade dos dados.

Tabela 4.11 - Teste de KMO e de esfericidade de Bartlett dos artigos com reparação

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.		,590
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado	2634,528
	gl	28
	Sig.	<,001

Averiguam-se os valores das comunalidades e com recurso à tabela 4.12 onde se identificam duas variáveis, "Esferovite" e "Taxa de devoluções PIS", cujo valor da comunalidade não atinge 0,5 e, por isso, são removidas do estudo.

Tabela 4.12 - Cálculo das comunalidades dos artigos com reparação

	Inicial	Extração
Custo unitário	1,000	,748
Valor de recuperação	1,000	,561
Taxa de depreciação	1,000	,567
Peso	1,000	,530
Saco acolchoado	1,000	,695
Esferovite	1,000	,444
Taxa de devoluções HD	1,000	,561
Taxa de devoluções PIS	1,000	,476

Método de Extração: análise de Componente Principal.

Realizando, novamente, o teste de KMO e o teste da esfericidade de Bartlett, tabela 4.13, verifica-se que o valor de KMO atinge 0,577 e o nível de significância toma o valor de 0,001 para o teste de esfericidade de Bartlett, comprovando a adequabilidade dos dados.

Tabela 4.13 - Teste de KMO e esfericidade de Bartlett dos artigos com reparação

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.		,577
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado	2219,950
	gl	15
	Sig.	<,001

Avaliando os valores das comunalidades, tabela 4.14 verifica-se que a variável "Taxa de devoluções HD" deve ser excluída do estudo. No entanto, esta variável é de grande importância pelo facto das devoluções do tipo HD serem consideradas as mais importantes, ocorrendo uma grande perda de informação se esta variável fosse eliminada.

Tabela 4.14 - Comunalidades dos artigos com reparação

	Inicial	Extração
Custo unitário	1,000	,748
Valor de recuperação	1,000	,562
Taxa de depreciação	1,000	,566
Peso	1,000	,710
Saco acolchoado	1,000	,690
Taxa de devoluções HD	1,000	,018

Método de Extração: análise de Componente Principal.

Assim testa-se uma hipótese (esta diz respeito à exclusão apenas da variável com menor de valor de comunalidade (Esferovite: 0,444 e a permanecer com a variável com uma comunalidade mais elevada Taxa de devoluções PIS: 0,476) que obriga ao regresso ao início do estudo, na tabela 4.12, onde estão incluídas as comunalidades de todas as variáveis, opta-se então por excluir apenas a "Esferovite" e não a "Taxa de devoluções PIS".

Para testar a hipótese, aplicam-se novos testes para avaliar o KMO e o nível de significância, o teste de esfericidade de Bartlett tabela 4.15, tendo sido obtidos valores de 0,576 e de 0,001, respetivamente, o que comprova a adequação dos dados.

Tabela 4.15 - Teste de KMO e esfericidade de Bartlett dos artigos com reparação

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.		,576
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado	2243,815
	gl	21
	Sig.	<,001

Na tabela 4.16 estão apresentados os valores das comunalidades, com a exceção da variável "Esferovite".

Tabela 4.16 - Comunalidades dos artigos com reparação

	Inicial	Extração
Custo unitário	1,000	,748
Valor de recuperação	1,000	,564
Taxa de depreciação	1,000	,567
Peso	1,000	,704
Saco acolchoado	1,000	,688
Taxa de devoluções HD	1,000	,559
Taxa de devoluções PIS	1,000	,533

Método de Extração: análise de Componente Principal.

Com base na tabela 4.16 verifica-se que com a eliminação apenas da variável "Esferovite" são obtidos resultados mais satisfatórios, ou seja, todas as comunalidades são superiores a 0,5, impedindo que sejam eliminadas variáveis fundamentais para o estudo.

Definidas as variáveis a entrar no estudo, prossegue-se com a obtenção dos valores próprios e da variância total explicada pelos fatores. De acordo com a tabela 4.17 verifica-se a formação de três fatores que são capazes de explicar 62,319% de variância total.

Tabela 4.17 - Valores próprios dos fatores e variância total explicada dos artigos com reparação

Componente	Total	Autovalores iniciais		Somadas de extração de carregamentos ao quadrado		
		% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	1,926	27,520	27,520	1,926	27,520	27,520
2	1,378	19,679	47,199	1,378	19,679	47,199
3	1,058	15,120	62,319	1,058	15,120	62,319
4	,933	13,331	75,650			
5	,746	10,656	86,306			
6	,556	7,944	94,250			
7	,403	5,750	100,000			

Método de Extração: análise de Componente Principal.

Por fim, é importante perceber quais as variáveis que ficaram associadas a cada fator. A tabela 4.18, apresenta as cargas fatoriais das variáveis, permitindo alocar as variáveis aos fatores.

Tabela 4.18 - Cargas fatoriais dos artigos com reparação

	Componente		
	1	2	3
Custo unitário	,864	,023	-,022
Valor de recuperação	,751	,007	-,013
Taxa de depreciação	-,753	-,005	,009
Peso	,122	-,829	,040
Saco acolchoado	,150	,814	,056
Taxa de devoluções HD	,051	,120	-,736
Taxa de devoluções PIS	,018	,133	,718

Método de Extração: análise de Componente Principal.

Método de Rotação: Varimax com Normalização de Kaiser.

Assim pela tabela 4.18, verifica-se que existe a formação de três fatores. O primeiro fator é constituído pelas variáveis: "Custo unitário", "Valor de recuperação" e "Taxa de depreciação". O segundo fator é constituído pelas variáveis: "Saco acolchoado" e "Peso". Já o terceiro fator é constituído pelas variáveis "Taxa de devoluções HD" e "Taxa de devoluções PIS".

O primeiro fator pode designar-se Impacto financeiro por conter variáveis monetárias ou variáveis que afetam o seu valor monetário. O segundo fator pode apelidar-se de embalagem por conter as variáveis que dizem respeito às condições e características com que o produto é entregue ao cliente. Por fim, o terceiro fator pode designar-se taxa de devoluções uma vez que contém apenas variáveis que apresentam taxa de devoluções.

Com a análise fatorial aplicadas obtém-se os "scores dos fatores" que são a fonte de dados para a análise de clusters.

4.2 Análise de Clusters

Finalizada a análise fatorial é possível avançar para a análise de clusters. Com a análise de clusters pretende-se agrupar os dados consoante as suas características. De entre os grupos formados será(ão) selecionado(s) o(s) grupo(s) com as características mais prioritárias. Estes grupos prioritários devem conter artigos que são mais suscetíveis a danos e que apresentam os custos mais elevados. Assim, pode considerar-se que artigos prioritários apresentam custos unitários e de recuperação elevados, peso elevado, taxa de depreciação elevada, taxa de devoluções elevada, especialmente em artigos com entrega do tipo HD e ainda artigos que não são embalados em saco acolchoado, nem contêm esferovite.

Tal como a análise fatorial, também a análise de clusters será feita por tipo de triagem, sendo, portanto, elaboradas, três análises de clusters. Como mencionado, os dados utilizados para produzir a análise de clusters são os "scores dos fatores", resultantes da análise fatorial.

De forma a prosseguir com a análise, decide-se que, embora a análise de clusters tenha como base uma análise fatorial, a caracterização dos artigos será feita com base nas variáveis iniciais submetidas à análise fatorial e não às cargas fatoriais de cada artigo, consideram-se inclusive as variáveis que não foram incluídas na análise fatorial, isto permite que seja feita uma comparação entre clusters de todas as variáveis. No momento da análise e decisão do cluster prioritário há variáveis às quais será dada mais importância e serão usadas como decisão em caso de dúvida, que é o caso da taxa de devoluções HD em detrimento da taxa de devoluções PIS.

Para aplicar a análise de clusters recorreu-se ao método de Ward, por ser um método eficaz no tratamento de uma grande quantidade de dados, com a medida de distância euclidiana por ser a medida que apresentava um dendrograma de leitura mais fácil.

4.2.1 Análise de Clusters dos Artigos Irreparáveis

Para dar início à análise de clusters é produzido um dendrograma, um gráfico com as ligações entre os casos, isto é, com os clusters. Começando pela triagem irreparável, com 754 dados, é construído o dendrograma que está presente na figura 4.4.

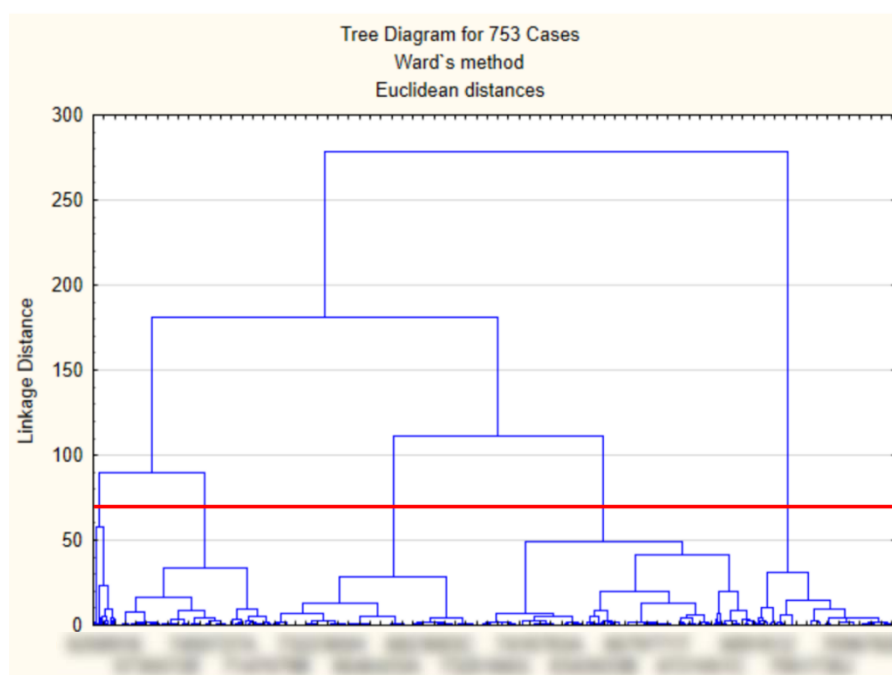


Figura 4.4 - Dendrograma dos artigos irreparáveis

Decide-se que se pretende fazer uma linha na distância 70 (com o objetivo de formar cinco clusters) (assinalada a vermelho na figura 4.4), formando assim 5 clusters. Com recurso à matriz de amalgamento, apresentada no anexo B, verifica-se quais os artigos presentes em cada cluster.

Definidos os clusters, devem verificar-se quais as características dos artigos presentes em cada grupo, através da averiguação do máximo, mínimo e da média de cada característica, permitindo assim a sua caracterização. A soma dos artigos presentes em cada cluster deve ser igual a 754, para que se garanta que a seleção de clusters foi corretamente aplicada.

Os clusters são designados por 1, 2, 3, 4 ou 5 devido à ordem da sua formação, lendo o dendrograma da esquerda para a direita. Assim, o cluster 1 é o primeiro cluster considerado à esquerda do dendrograma. O cluster 5 é o último considerado à direita. Os clusters terão, posteriormente, uma designação, com base nas suas características.

O cluster 1, constituído por 20 artigos, apresenta as características presentes na tabela 4.19, em que se realça os dois valores médios, mas elevados, correspondentes à variável "Custo unitário", com 457,13 € e à "Taxa de devoluções HD", com 23,35 %.

Considerando as características mencionadas o cluster será designado por **Artigos com custo elevado e suscetíveis a devoluções**.

Tabela 4.19 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 1 dos artigos irreparáveis

Variável	Média	Máximo	Mínimo
Custo unitário (€)	457,13	1015,85	5,57
Peso (Kg)	8,10	32,5	0,3
Saco acolchoado	0	1	0
Esfervite	0	1	0
Taxa de devoluções HD (%)	23,35	100	0
Taxa de devoluções PIS (%)	2,51	18	0

O cluster 2, com 147 artigos, é constituído por artigos com um "Custo Unitário" médio e uma "Taxa de devoluções HD" muito baixa de 148,78 € e 2,16%, respetivamente, como se pode comprovar na tabela 4.20. Este cluster conta com artigos com um peso médio de 12,45 Kg (tabela 4.20), sendo este elevado. Este cluster será designado por **Artigos com custo médio, peso elevado e pouco suscetíveis a devoluções**.

Tabela 4.20 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 2 dos artigos irreparáveis

Variável	Média	Máximo	Mínimo
Custo unitário (€)	148,78	389,22	33,4
Peso (Kg)	12,45	36,75	1,42
Saco acolchoado	0	0	0
Esferovite	1	1	0
Taxa de devoluções HD (%)	2,16	11	0
Taxa de devoluções PIS (%)	0,22	2	0

O cluster 3, formado por 196 artigos, contém artigos com um "Custo Unitário" de 43,01 € e uma "Taxa de devoluções HD" de 1,58%, sendo ambos muito baixos, relativamente aos dois clusters formados anteriormente, características evidenciadas na tabela 4.21. Este cluster é composto apenas por artigos sem saco acolchoado, como se pode comprovar pelo facto de os valores médio, máximo e mínimo desta variável serem 0 (tabela 4.21). No que diz respeito à variável "Esferovite" é de realçar que todos os artigos deste cluster contêm esferovite uma vez que os valores médio, máximo e mínimo são 1 (tabela 4.21) Este cluster será designado por **Artigos com custo reduzido, sem saco acolchoado, com esferovite e pouco suscetíveis a devoluções.**

Tabela 4.21 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 3 dos artigos irreparáveis

Variável	Média	Máximo	Mínimo
Custo unitário (€)	43,01	144,28	2,37
Peso (Kg)	3,45	9,2	0,055
Saco acolchoado	0	0	0
Esferovite	1	1	1
Taxa de devoluções HD (%)	1,58	5	0
Taxa de devoluções PIS (%)	0,15	1	0

O cluster 4, constituído por 260 artigos, apresenta características muito semelhantes ao cluster 3, com exceção do "Saco acolchoado", que neste caso, não é dominante, tal como se pode comprovar pelos valores da tabela 4.22. Este cluster será apelidado de **Artigos com custo reduzido e pouco suscetíveis a devoluções.**

Tabela 4.22 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 4 dos artigos irreparáveis

Variável	Média	Máximo	Mínimo
Custo unitário (€)	54,36	395,44	1,28
Peso (Kg)	4,10	13,94	0,022
Saco acolchoado	0	1	0
Esferovite	0	1	0
Taxa de devoluções HD (%)	4,36	50	0
Taxa de devoluções PIS (%)	0,35	5	0

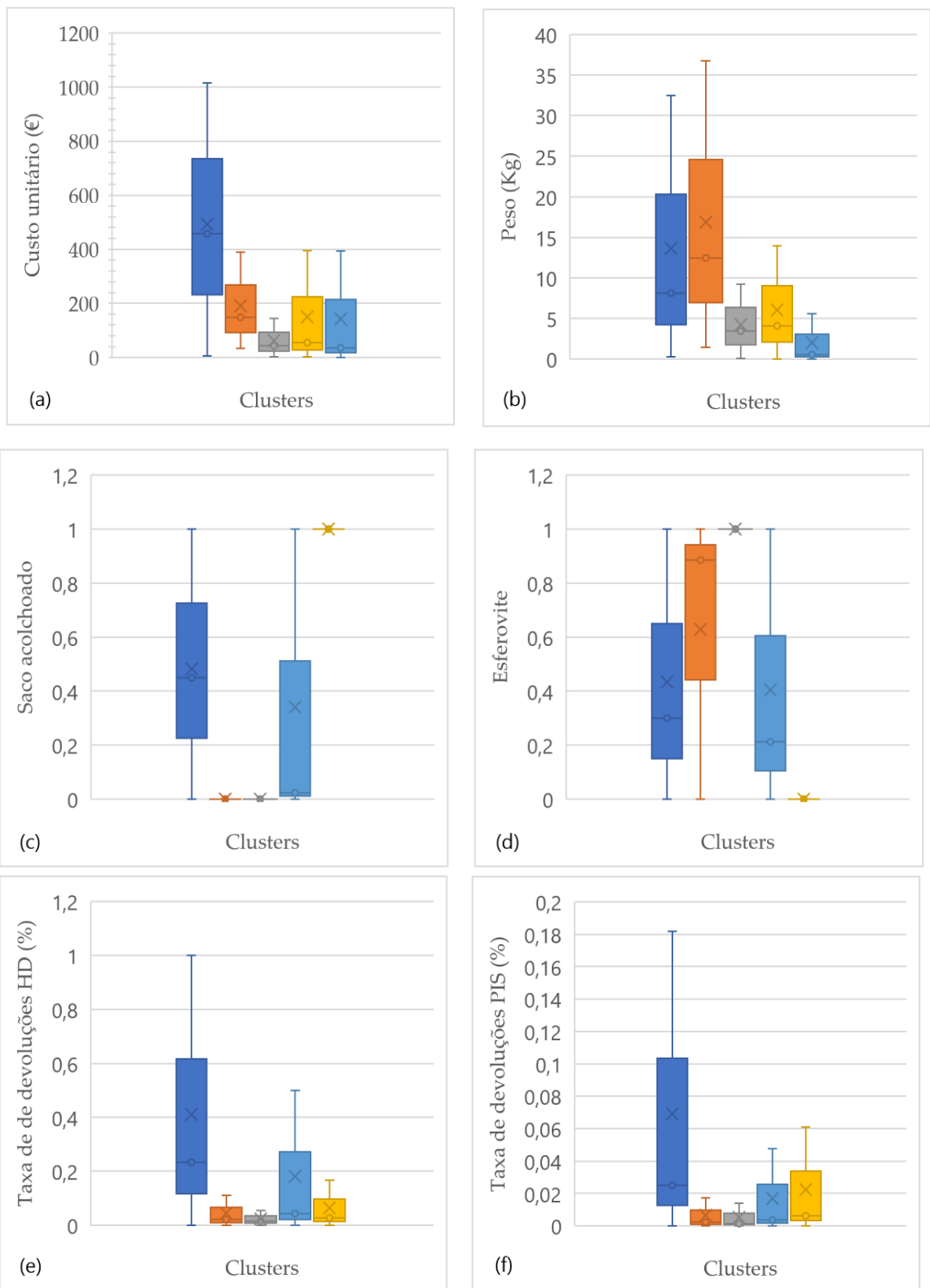
O cluster 5, caracterizado na tabela 4.23, com 130 artigos, é formado por artigos com "Custo Unitário" de 35,97 €, "Peso" de 0,50 Kg e "Taxa de devoluções HD" de 2,79 %, sendo todos os valores baixos. Todos os artigos deste cluster são contêm saco acolchoado, como se pode comprovar pela tabela 4.23. Este cluster será designado por **Artigos com custo reduzido, de baixo peso, com saco acolchoado e pouco suscetíveis a devoluções**.

Tabela 4.23 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 5 dos artigos irreparáveis

Variável	Média	Máximo	Mínimo
Custo unitário (€)	35,97	392,98	0,73
Peso (Kg)	0,50	5,6	0,035
Saco acolchoado	1	1	1
Esferovite	0	0	0
Taxa de devoluções HD (%)	2,79	17	0
Taxa de devoluções PIS (%)	0,63	6	0

Após uma caracterização de cada cluster e respetiva designação, na figura 4.5, de (a) a (f) são apresentadas as características de cada cluster, por variável, permitindo assim realizar uma análise comparativa e determinar o cluster prioritário.

Na legenda da figura 4.5, de (a) a (f) os clusters são designados pelos números de 1 a 5 por uma questão de facilidade da leitura e para que a análise comparativa não seja influenciada pela designação atribuída ao cluster.



■ Cluster 1 ■ Cluster 2 ■ Cluster 3 ■ Cluster 4 ■ Cluster 5

Figura 4.5 - Boxplot dos clusters formados nos artigos irreparáveis, (a) Custo unitário, (b) Peso, (c) Saco acolchoado, (d) Esferovite, (e) Taxa de devoluções HD, (f) Taxa de devoluções PIS

Pela figura 4.5 (a) verifica-se que o "Custo Unitário" médio mais elevado corresponde ao cluster 1, já o "Peso" mais elevado está localizado no cluster 2, de acordo com a figura 4.5 (b). De acordo com a figura 4.5 (c) o "Saco acolchoado" existe apenas um cluster constituído inteiramente por artigos com "Saco acolchoado" que é o cluster 5 e, por outro lado existem dois clusters em que nenhum dos artigos tem saco acolchoado, os clusters 2 e 3. Já na "Esferovite", apresentado na figura 4.5 (d), existe apenas um cluster cuja presença de "Esferovite" é inexistente, sendo o cluster 5. Nas devoluções, quer na modalidade HD, quer na modalidade PIS, existe uma clara superioridade de valores no primeiro cluster, tal como está representado na figura 4.5 (e) e (f), respetivamente.

Com base nesta análise o Cluster 1, designado de **Artigos com custo elevado e suscetíveis a devoluções**, será o cluster prioritário para implementar o embalamento, embora este contenha alguns artigos que são entregues com saco acolchoado e esferovite. O embalamento presente em alguns dos artigos não se apresenta eficaz, sendo substituído pelo novo método proposto neste estudo.

4.2.2 Análise de Clusters dos Artigos Quase sem Danos

Depois de formados os clusters dos Irreparáveis, aplica-se a mesma análise à triagem dos artigos quase sem danos, cujo dendrograma está apresentado na figura 4.6. Nesta figura 4.6, a linha está traçada (assinalada a vermelho) na distância de 60 com objetivo de formar 5 clusters.

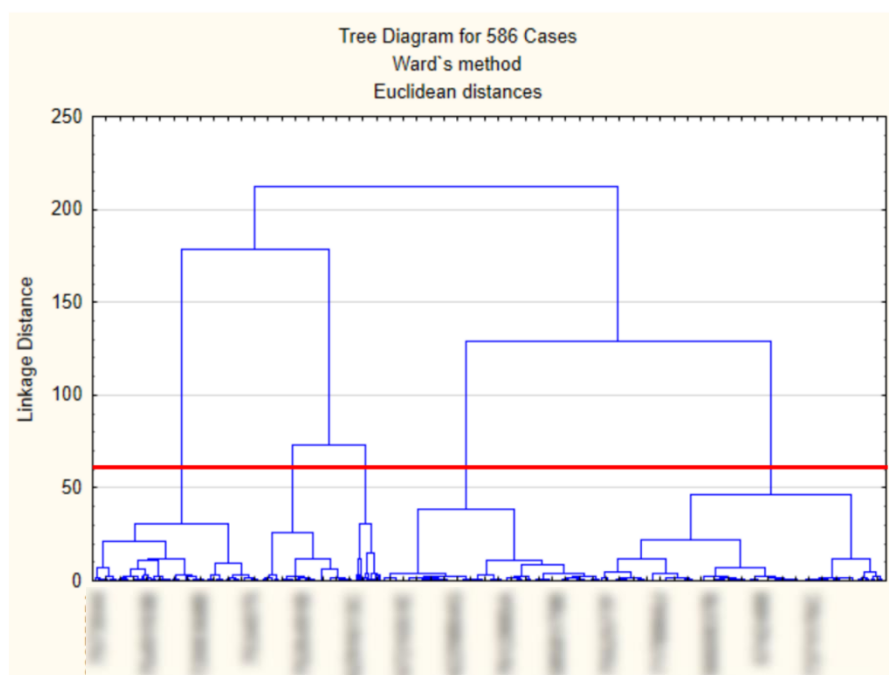


Figura 4.6 - Dendrograma dos artigos quase sem danos

O cluster 1, constituído por 124 artigos é caracterizado na tabela 4.24. Diz respeito a artigos com um "Custo unitário" médio um pouco elevado, no valor de 170,57 €, mas com uma "Taxa de devoluções HD" baixa (2,74 %) e ainda um peso médio elevado de 12,51 Kg. O cluster será designado por **Artigos com custo elevado, peso elevado e pouco suscetíveis a devoluções**.

Tabela 4.24 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 1 dos artigos quase sem danos

Variável	Média	Máximo	Mínimo
Custo unitário (€)	170,57	629,14	17,25
Peso (Kg)	12,51	40,5	0,44
Taxa de depreciação (%)	20,4	30	10
Saco acolchoado	0	1	0
Esferovite	1	1	0
Taxa de devoluções HD (%)	2,74	20	0
Taxa de devoluções PIS (%)	0,39	10	0

O cluster 2, formado por 70 artigos, é constituído por artigos com um "Custo unitário" médio baixo de 52,43€, tal como as "Taxas de devoluções HD" e "Taxa de devoluções PIS" (respetivamente 2,31% e 0,62%), tabela 4.25. Este cluster apresenta um peso médio bastante reduzido, de 0,74 Kg, tabela 4.25. O cluster será designado por **Artigos com custo reduzido, leves e pouco suscetíveis a devoluções**.

Tabela 4.25 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 2 dos artigos quase sem danos

Variável	Média	Máximo	Mínimo
Custo unitário (€)	52,43	424,05	0,84
Peso (Kg)	0,74	6,35	0,04
Taxa de depreciação (%)	32,1	40	15
Saco acolchoado	1	1	1
Esferovite	0	0	0
Taxa de devoluções HD (%)	2,31	9	0
Taxa de devoluções PIS (%)	0,62	9	0

O cluster 3 é formado por 19 artigos, sendo o cluster com menos artigos, cujas características estão apresentadas na tabela 4.26. Este cluster apresenta um "Custo unitário" médio de 153,96€ e uma "Taxa de devoluções HD" de 46,19%, sendo esta elevada. No que diz respeito à variável "Taxa de depreciação", este cluster tem um valor médio de 30%, tabela 4.26.

Este será designado por **Artigos com custo elevado, depreciação média e muito suscetíveis a devoluções**.

Tabela 4.26 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 3 dos artigos quase sem danos

Variável	Média	Máximo	Mínimo
Custo unitário (€)	153,96	1469,25	3,65
Peso (Kg)	4,02	20,8	0,07
Taxa de depreciação (%)	30	40	20
Saco acolchoado	0	1	0
Esferovite	1	1	0
Taxa de devoluções HD (%)	46,19	100	3
Taxa de devoluções PIS (%)	0,12	2	0

O cluster 4, com 162 artigos, contém artigos com um "Custo unitário" médio muito baixo, sendo 31,50€, já a "Taxa de devoluções HD" é de apenas 2%, como apresentado na tabela 4.27. Este cluster será designado por **Artigos com custo reduzido e baixa suscetibilidade para devoluções**.

Tabela 4.27 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 4 dos artigos quase sem danos

Variável	Média	Máximo	Mínimo
Custo unitário (€)	31,50	104,5	3
Peso (Kg)	4,75	19,6	0,067
Taxa de depreciação (%)	36	50	30
Saco acolchoado	0	0	0
Esferovite	0	0	0
Taxa de devoluções HD (%)	2	8	0
Taxa de devoluções PIS (%)	0,46	8	0

Por fim, o cluster 5 conta com 211 artigos, tendo um "Custo unitário" médio de 32,32€, uma "Taxa de devoluções HD" de 2% e artigos sem "Saco acolchoado", características presentes na tabela 4.28. É designado por **Artigos com custo reduzido, baixa suscetibilidade para devoluções e sem saco acolchoado**.

Tabela 4.28 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 5 dos artigos quase sem danos

Variável	Média	Máximo	Mínimo
Custo unitário (€)	32,32	75,52	2
Peso (Kg)	5,82	15,66	0,043
Taxa de depreciação (%)	35	50	25
Saco acolchoado	0	0	0
Esferovite	1	1	1
Taxa de devoluções HD (%)	2	20	0
Taxa de devoluções PIS (%)	0,36	18	0

Depois de apresentadas as características de cada cluster, importa avaliar estes dados comparativamente, determinando qual o cluster prioritário. Na figura 4.7 (a) a (g) é possível fazer a comparação das variáveis em estudo.

De acordo com a figura 4.7 (a) verifica-se que o "Custo unitário" do cluster 3 se destaca pelo valor máximo que atinge ser muito elevado. No que toca à "Taxa de depreciação", representada na figura 4.7 (b), não existe uma diferença muito relevante entre os clusters. Na variável "Peso", apresentada na 4.7 (g), o cluster 1 destaca-se pelo peso mais elevado. Quanto ao "Saco acolchoado", representada na figura 4.7 (c), o cluster 2 inclui apenas artigos com saco acolchoado, já os clusters 4 e 5 tem a situação exatamente oposta, sendo constituído apenas por artigos sem saco acolchoado. Na "Esferovite", presente na figura 4.7 (d), os clusters 2 e 4 não incluem nenhum artigo com esferovite. No que diz respeito às "Taxas de devoluções HD", presentes na figura 4.7 (f), o cluster 3 destaca-se largamente dos restantes, por apresentar valores muito superiores. Quanto à "Taxa de devoluções PIS", representada na figura 4.7 (e) verifica-se que o cluster 5 se destaca.

Com base na comparação efetuada determina-se que o cluster prioritário será o cluster 3, designado de **Artigos com custo elevado, depreciação média e muito suscetíveis a devoluções**, apesar de não ser o mais elevado em termos de "Custo unitário", é o segundo mais elevado e tem muita propensão para a devolução.

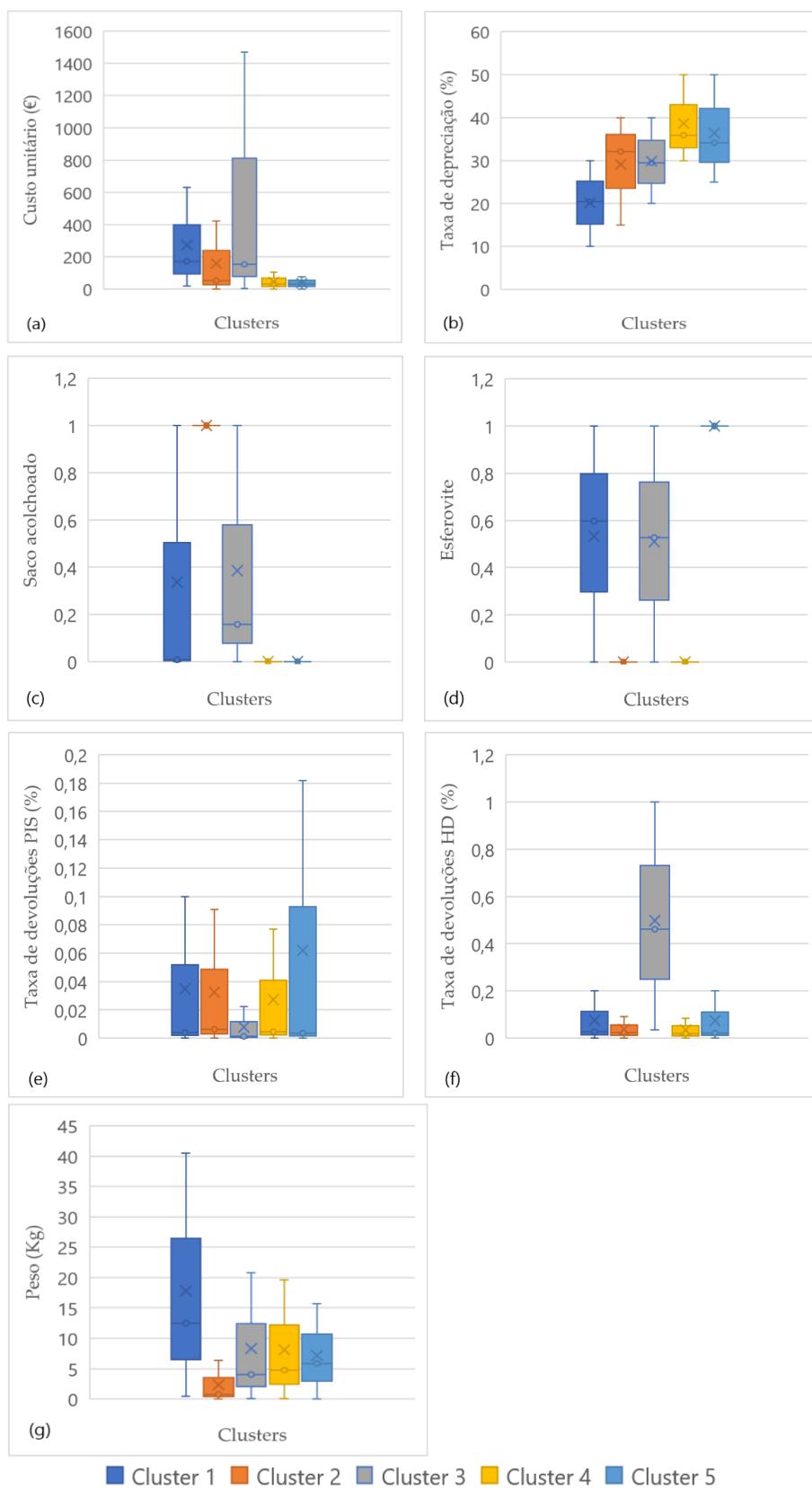


Figura 4.7 - Boxplot dos clusters formados nos artigos quase sem danos, (a) Custo unitário, (b) Taxa de depreciação, (c) Saco acolchoado, (d) Esferovite, (e) Taxa de devoluções PIS, (f) Taxa de devoluções HD, (g) Peso

4.2.3 Análise de Clusters dos Artigos com Reparação

Por fim, a triagem Reparação, que contém o maior número de artigos, é analisada. O dendrograma apresentado na figura 4.8 diz respeito à reparação e a linha está traçada a vermelho, na distância entre 330 e 400, formando assim 4 clusters. Os quatro clusters são capazes de formar 4 grupos diferentes entre si, se houvesse menos clusters obtinham-se grupos com artigos muito diferentes entre si dentro do mesmo cluster.

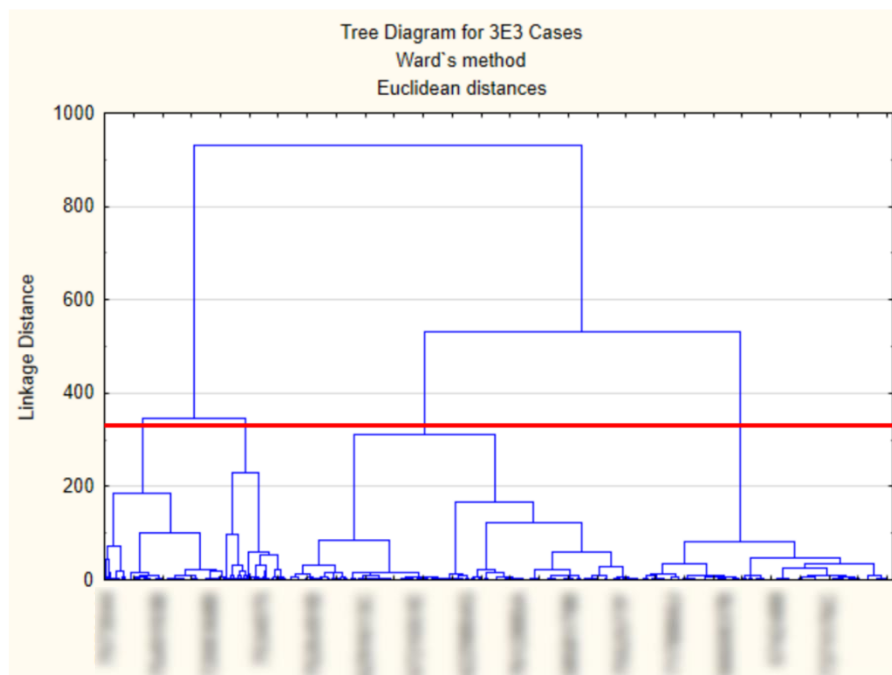


Figura 4.8 - Dendrograma dos artigos com reparação

O cluster 1, é constituído por 418 artigos, que estão caracterizados na tabela 4.29. Este cluster é composto por artigos com um "Custo unitário" de 104,61€, não sendo muito elevado, já a "Taxa de devoluções HD" toma um valor reduzido de apenas 2%. Este cluster será designado por **Artigos de custo médio, pouco suscetíveis a devoluções**.

Tabela 4.29 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 1 dos artigos com reparação

Variável	Média	Máximo	Mínimo
Custo unitário (€)	104,61	1077,34	1,5
Custo de recuperação (€)	7,93	100	0
Peso (Kg)	1,30	26,2	0,054
Taxa de depreciação (%)	28	50	10
Saco acolchoado	0	1	0
Esferovite	0	1	0
Taxa de devoluções HD (%)	2	14	0
Taxa de devoluções PIS (%)	2	50	0

O cluster 2, com 211 artigos, está caracterizado na tabela 4.30 conta com um "Custo unitário" médio de 473,98€, um "Custo de recuperação" de 77,16€ e uma "Taxa de devoluções HD" de 17%, valores considerados elevados. Este cluster será designado por **Artigos com custo unitário muito elevado, custo de recuperação elevado e muito suscetíveis a devoluções**.

Tabela 4.30 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 2 dos artigos com reparação

Variável	Média	Máximo	Mínimo
Custo unitário (€)	473,98	2808,74	0
Custo de recuperação (€)	77,16	704,5	0
Peso (Kg)	3,66	28,55	0,04
Taxa de depreciação (%)	20,6	40	10
Saco acolchoado	0	1	0
Esferovite	0	1	0
Taxa de devoluções HD (%)	17	100	0
Taxa de devoluções PIS (%)	0	3	0

O cluster 3, com 1225 artigos, caracterizado na tabela 4.31, conta com um "Custo unitário" médio de 138,44€ e uma "Taxa de devoluções HD" de apenas 2%. Este será designado por **Artigos com custo unitário médio e pouco suscetíveis a devoluções**.

Tabela 4.31 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 3 dos artigos com reparação

Variável	Média	Máximo	Mínimo
Custo unitário (€)	138,44	1015,85	0
Custo de recuperação (€)	12,92	110,55	3
Peso (Kg)	11,16	40,5	0,18
Taxa de depreciação (%)	27	75	10
Saco acolchoado	0	0	0
Esferovite	1	1	0
Taxa de devoluções HD (%)	2	17	0
Taxa de devoluções PIS (%)	0	3	0

Por fim, o último cluster, o cluster 4 constituído por 865 artigos, caracterizado na tabela 4.32, contém artigos com um "Custo unitário" médio de 34,78€ e uma "Taxa de devoluções HD" de 2%, sendo ambos baixos. Este é designado por **Artigos de custo unitário baixo, pouco suscetíveis a devoluções**.

Tabela 4.32 - Valores máximos, médios e mínimos do cluster 4 dos artigos com reparação

Variável	Média	Máximo	Mínimo
Custo unitário (€)	34,78	173	0
Custo de recuperação (€)	6,04	29,9	0
Peso (Kg)	2,95	11,62	0,016
Taxa de depreciação (%)	35,2	60	25
Saco acolchoado	0	0	0
Esferovite	1	1	0
Taxa de devoluções HD (%)	2	17	0
Taxa de devoluções PIS (%)	0	3	0

Tal como nas triagens anteriores, para proceder à análise comparativa analisam-se os gráficos presentes na figura 4.9 de (a) a (h). Começa-se pela análise da variável "Custo unitário", representada na figura 4.9 (a), na qual o cluster 2 se destaca pelo elevado valor médio. Tal como no "Custo unitário", também o "Custo de recuperação", representado na figura 4.9 (c) se destaca com valores elevados. No que toca à "Taxa de depreciação" e ao "Peso", representados, respetivamente em (b) e (d) da figura 4.9, os valores médios não apresentam uma grande diferença entre os clusters. No que diz respeito ao "Saco acolchoado", apresentado na figura 4.9 (e), os clusters 3 e 4 são os únicos que não apresentam presença de saco acolchoado. Já na "Esferovite", em média, quase todos apresentam esferovite, tal como se evidencia na figura 4.9 (f). Quanto às "Taxas de devoluções HD", apresentadas na figura 4.9 (g), o cluster 2 destaca-se largamente pelo valor médio superior. Já nas "Taxas de devoluções PIS" é o cluster 1 que se destaca, mas apenas com o valor máximo, visto que em termos de média todos os clusters têm valores semelhantes, tal como evidenciado na figura 4.9 (h).

Tendo por base esta análise comparativa identifica-se o cluster 2, designado por **Artigos com custo unitário muito elevado, custo de recuperação elevado e muito suscetíveis a devoluções**, como o cluster prioritário por ter características como elevado custo unitário, elevada taxa de devoluções HD, bem como elevado custo de recuperação.

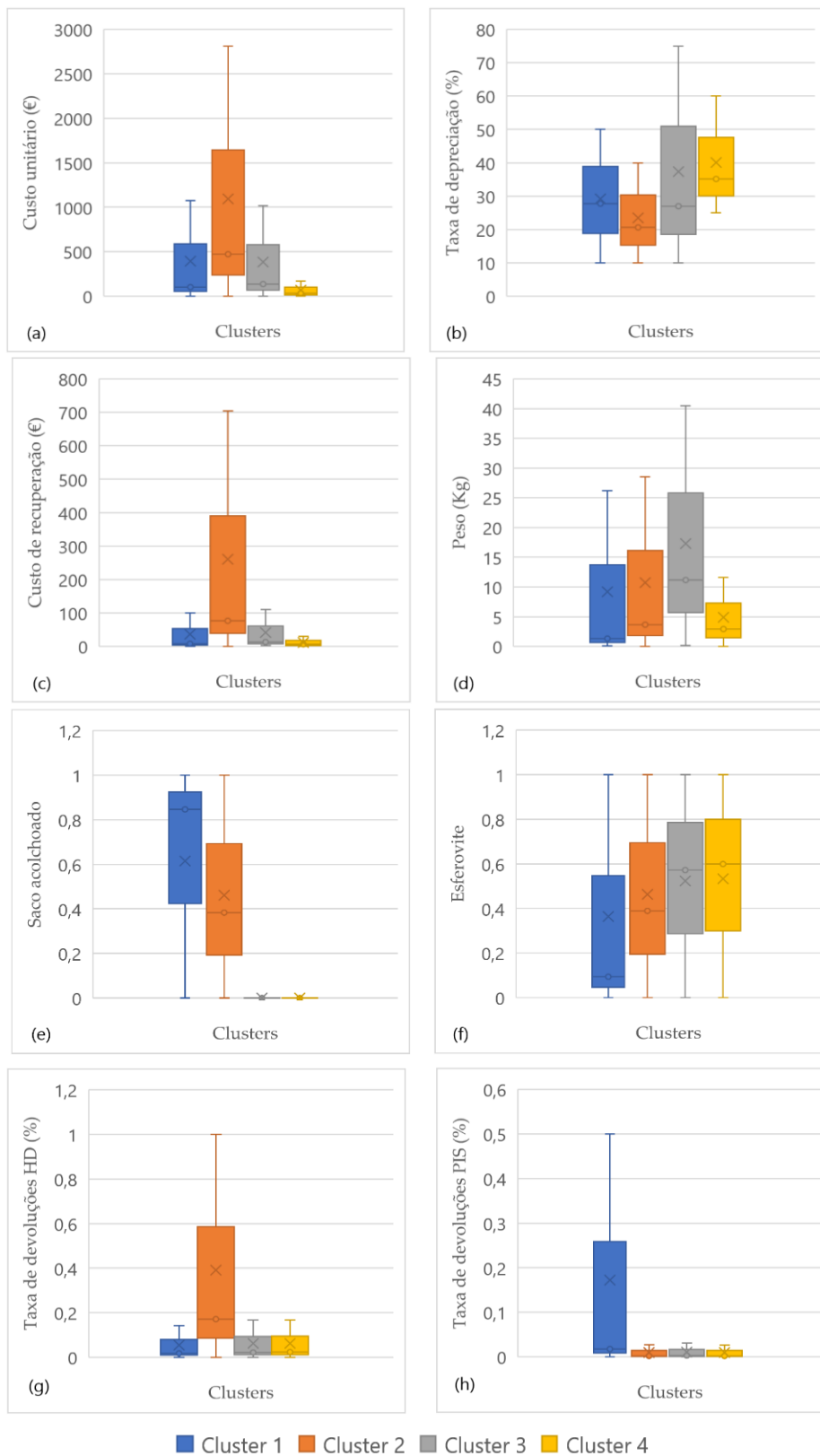


Figura 4.9 - Boxplot dos clusters formados nos artigos com reparação, (a) Custo unitário, (b) Taxa de depreciação, (c) Custo de recuperação, (d) Peso, (e) Saco acolchoado (f) Esferovite (g) Taxa de devoluções HD (h)Taxa de devoluções PIS

4.3 Embalamento

Depois de selecionados os clusters prioritários, resulta um conjunto de artigos com custos elevados e uma elevada taxa de devolução, essencialmente, com entrega em casa do cliente (HD). Selecionaram-se 240 artigos, 20 provenientes da triagem irreparável, 211 da triagem reparação e 19 da triagem quase sem danos. Dos artigos selecionados existem vários com o mesmo SKU, em 240 artigos existem 178 SKU's distintos. Para os artigos selecionados identificou-se o seu custo de embalamento, para, de seguida, se proceder à comparação com o custo de recuperação dos danificados e verificar a viabilidade do seu embalamento.

Nos clusters prioritários existem artigos cujo embalamento incluía um saco acolchoado. Embora este se tenha mostrado eficaz em alguns artigos, neste estudo o saco acolchoado será substituído pelo embalamento numa caixa de cartão existente na empresa e bolha. A bolha permite a diminuição dos danos.

4.3.1 Identificação das Caixas Existentes na Empresa

Para dar início a este estudo foram recolhidas as dimensões dos artigos selecionados. O custo do embalamento inclui os custos da própria caixa de cartão para embalar, da fita cola e da bolha para preencher o espaço vazio e proteger. Assim, é importante identificar as opções de caixas que a empresa compra habitualmente, sendo os seus preços já conhecidos, não envolvendo uma procura de fornecedores. Identificadas as embalagens, procura-se adequar os artigos selecionados às embalagens, bem como da fita cola e bolha para preencher a embalagem.

Atualmente são comprados três tipos de caixas na empresa, nomeadamente:

- Caixa de 108 dm³: 58,5 x 39 x 38,5 cm;
- Caixa de 54 dm³: 43,4 x 39,2 x 29,2 cm;
- Caixa de 18 dm³: 30 x 20 x 20 cm.

Os preços das caixas referidas tomam o valor de 0,88€, 0,6€ e 0,28€, respetivamente.

4.3.2 Seleção e Adaptação da Caixa para cada Artigo

4.3.2.1 Seleção da Caixa

Para atribuir uma embalagem a cada produto, começa-se por ordenar as dimensões dos artigos por ordem decrescente, surgindo em primeiro lugar o de maior dimensão e, em último lugar, o de menor dimensão. Depois de ordenar as dimensões do produto, aplica-se o mesmo

procedimento às dimensões das caixas existentes. De seguida, criam-se intervalos de valores das maiores dimensões das embalagens para ser mais simples atribuir as embalagens aos artigos.

Definem-se os quatro intervalos seguintes:

- $> 58,5$ cm;
- $43,4$ cm $< X < 58,5$ cm;
- 30 cm $< X < 43,4$ cm;
- < 30 cm.

Com os intervalos definidos e como primeira abordagem, procura-se inserir a maior dimensão de cada produto em um intervalo, de forma a atribuir-lhe uma caixa. Pode ser adaptada consoante as restantes dimensões do produto. Por exemplo, no caso de o produto ter como maior dimensão um valor superior a 58,5 cm, a sua embalagem terá de ser adequada, bem como o seu preço. Na tabela 4.33 está apresentada uma comparação de valores da maior dimensão do produto e da embalagem, que evidencia a necessidade, ou não, de adaptar a embalagem e o preço.

Tabela 4.33 - Comparação das dimensões das embalagens

Maior dimensão do produto (cm)	Maior dimensão da embalagem (cm)	Adaptação?
54	58,5	Não
60	58,5	Sim

Existem diversos artigos cujas dimensões são superiores às embalagens disponíveis. Para evitar que lhe seja associado um preço que não é correto, é adotada uma técnica para lhe atribuir um preço, que será detalhada mais à frente.

Se a maior dimensão do artigo estiver entre os valores de 43,4 cm e 58,5 cm implica que a única embalagem que lhe poderá ser associada é a de capacidade 108 litros. Para além desta, as outras dimensões do artigo devem ser inferiores ou iguais às dimensões da embalagem, caso isto não se verifique, a caixa poderá ter de sofrer adaptações.

A seguir encontra-se detalhado um raciocínio aplicado na escolha e adaptação da caixa ao artigo.

- Maior dimensão do artigo: 54 cm $<$ Maior dimensão da embalagem: $58,5$ cm \Rightarrow OK
 - 2ª Maior dimensão do artigo: 39 cm $<$ 2ª Maior dimensão da embalagem: 40 cm \Rightarrow OK

- 3ª dimensão do artigo: 39 cm > 3ª dimensão da embalagem: 38 cm => Não OK, Precisa de ser adaptado
 - 60 cm > 58,5 cm => Não OK, precisa de ser adaptado

Para fazer a adaptação adotou-se a seguinte técnica: se nas dimensões do artigo apenas uma ultrapassar as dimensões da embalagem, acrescentam-se 0,05€ por cada intervalo de até 5 cm ultrapassados. Por exemplo, se o artigo ultrapassar em 2 cm a dimensão da embalagem somam-se 0,05 € ao preço inicial. Se o produto ultrapassar entre 5 a 10 cm crescem 0,10€ ao preço inicial.

Caso nas três dimensões do artigo se se verificar que duas ou as três dimensões ultrapassam as dimensões da embalagem, aplica-se o mesmo raciocínio, descrito anteriormente, à maior diferença entre dimensões e, na segunda maior diferença, aplica-se o mesmo raciocínio, mas com metade dos valores estabelecidos anteriormente. Assim, tem-se um exemplo em que o artigo ultrapassa em 14 cm a maior dimensão e é-lhe acrescentado um valor de 0,15€, já a segunda maior dimensão ultrapassa em 3 cm e é lhe atribuído um valor de 0,025€. Assim a embalagem toma o valor inicial de 0,88 € que somam aos 0,15€ e aos 0,025€, tendo um custo total de 1,055€.

Na tabela 4.34 está representada a adaptação dos custos consoante a diferença entre dimensões. Na primeira coluna, à esquerda, está incluído o valor inicial de 0,88 € acrescido do valor que diz respeito à adaptação da primeira dimensão.

Tabela 4.34 - Adaptação dos custos das embalagens

Custo aplicado à maior diferença (€)	Custo aplicado à 2ª maior diferença (€)	Diferença (cm)
0,93	0,025	0 – 5
0,98	0,05	5 – 10
1,03	0,075	10 – 15
1,08	0,1	15 – 20
1,13	0,125	20 – 25
1,18	0,15	25 – 30
1,23	0,175	30 – 35
1,28	0,2	35 – 40
1,33	0,225	40 – 45
1,38	0,25	45 – 50
1,43	0,275	50 – 55
1,48	0,3	55 – 60
1,53	0,325	60 – 65
1,58	0,35	65 – 70
1,63	0,375	70 – 75
1,68	0,4	75 – 80

Na tabela 4.35 estão apresentados três exemplos da comparação das três dimensões dos artigos com as três dimensões da embalagem, bem como as diferenças entre estas e o respetivo preço adaptado. Os artigos serão apelidados por XPTO 1, 2 e 3 de forma a ocultar a sua designação verdadeira.

De acordo com a tabela 4.35, no que diz respeito à diferença entre dimensões, o produto XPTO 1 apresenta apenas uma diferença cujo valor é negativo, indicando que a dimensão do produto é superior à dimensão da embalagem, em 4 cm, sendo acrescentados 0,05€ ao custo base, totalizando 0,93€.

Já no produto XPTO 2, não há diferenças negativas, como se pode comprovar pela figura 4.35, e, portanto, a embalagem adequa-se ao produto.

Por fim, o último exemplo apresentado na tabela 4.35, que diz respeito ao produto XPTO 3, apresenta duas diferenças com valor negativo, existindo duas dimensões do produto que são superiores às dimensões da embalagem. Assim, a maior diferença é de 34 cm, incluindo-se no intervalo de 30 – 35 cm, levando a um acréscimo de 0,35€. A segunda maior diferença toma o valor de 20 cm, levando a que sejam acrescentados 0,10€. Assim, no total a embalagem deste produto tem o valor de 1,33€.

Tabela 4.35 - Exemplos de adequação das dimensões dos produtos e respetivos preços

Pro- duto	Dimensões da embalagem (cm)			Dimensões do produto (cm)			Diferença entre dimen- sões (cm)			Preço (€)
	Máx.	Média	Mín.	Máx.	Média	Mín.				
XPTO 1	58,5	39	38,5	54	43	18	4,5	-4	20,5	0,93
XPTO 2	43,4	39,2	29,2	43,2	25,8	19,8	0,2	13,4	9,4	0,6
XPTO 3	58,5	39	38,5	92,5	59	33	-34	- 20	5,5	1,33

4.3.2.2 Adequação da Fita-Cola e Bolha

Depois de adequada a caixa, verifica-se se existe algum volume não preenchido dentro das embalagens que poderia dar origem a danos. Assim, o volume vazio na embalagem é preenchido com bolha. Esta bolha (figura 4.10 (b)) é estrategicamente colocada (figura 4.10 (a)) à volta do artigo para que não exista superfície exposta do artigo.



Figura 4.10 - Bolha, (a) Embalamento estratégico, (b) Bolha

Fonte: [67] e [68], respetivamente

Para adequar o volume de bolha necessário para cada caixa, é calculada a diferença de volume entre a caixa original do produto e a segunda caixa implementada. Atualmente, a bolha existente em armazém é reaproveitada de outros artigos, no entanto, recomenda-se a aquisição de rolos de bolha de 1000 metros com um custo de 109€ por rolo produzindo 40 m³ de bolha. Em termos de custos não será considerada qualquer percentagem de aproveitamento de bolha, mas sim do custo do volume de bolha utilizado.

No que toca à quantidade de fita cola será aplicada, em média, 1 metro por artigo que representa um custo de 0,02€.

Contabiliza-se ainda o custo de operador que fará o embalamento. Este custo é obtido, em primeiro lugar, pelo levantamento do custo de um operador para a empresa, mensalmente, que faz turnos de 8h, 5 dias por semana, obtendo-se um valor de 10,22€ por hora. Um operador demora cerca de 16 segundos a embalar os artigos. Este valor é multiplicado pelo tempo total de embalamento de todos os artigos com determinado SKU que foram vendidos com preparação em armazém.

Assim o custo do embalamento resulta da equação 4.1.

$$\begin{aligned}
 \text{Custo de embalamento} & & (4.1) \\
 &= N^{\circ} \text{ de unidades vendidas online} * (\text{Custo da caixa} \\
 &+ \text{Custo da bolha} + \text{custo da fita} - \text{cola} + \text{Custo do operador})
 \end{aligned}$$

Calcula-se o custo de embalar todos os artigos vendidos online de determinado SKU que, posteriormente, será comparado com o valor de reparação do artigo, bem como a sua margem de lucro.

Os dados relativos à margem de lucro não podem ser divulgados, sendo referido apenas se o custo de embalamento é ou não superior à margem. Paralelamente, apura-se o custo de recuperação dos artigos na unidade, bem como do seu transporte até ao ELD e do próprio

custo de voltar a colocar o produto à venda. O custo de colocar o produto à venda é calculado, em primeiro lugar, pelo levantamento do custo de um operador para a empresa, obtendo-se um valor de 10,22€ por hora. Um operador demora cerca de 20 minutos a colocar o artigo, à venda na plataforma online, obtendo-se um valor de 3,04€ para a tarefa.

4.4 Custos na Unidade de Recuperação

No que diz respeito ao custo de recuperação dos artigos, as variáveis a ter em conta para cada tipo de triagem são distintos. Começa-se pela identificação dessas mesmas variáveis que devem ser somados para se obter o custo de recuperação.

4.4.1 Artigos Irreparáveis

Começando pelo tipo de triagem irreparável, onde se obtiveram 20 artigos como membros do cluster prioritário, as variáveis que estes artigos apresentam são:

- **Custo unitário (Cu)** (perda total do valor);
- **Custo administrativo (Cadm)** (3,5€ por cada artigo);
- **Custo de armazenamento (Ca)** (0,14€ por cada dia de armazenamento).

O custo administrativo e o custo de armazenamento tomam os valores de 3,5€ por artigo e de 0,14€ por dia de armazenamento, respetivamente, sendo valores fornecidos pela empresa.

Para cada um dos artigos será calculada a soma destas três variáveis, de acordo com a equação 4.2 para determinação dos custos dos irreparáveis. Embora se some por cada produto, no final será feita a soma dos custos dos artigos com o mesmo SKU de todas os outros tipos de triagens.

$$\begin{aligned}
 & \text{Custo dos irreparáveis} \\
 & = \text{Custo unitário} + \text{Custo administrativo} \\
 & + \text{Custo de armazenamento}
 \end{aligned}
 \tag{4.2}$$

Na tabela 4.36 está um exemplo da soma em questão, aplicando a equação 4.2.

Tabela 4.36 - Exemplos dos custos dos artigos irreparáveis

SKU	Cu (€)	Cadm (€)	Ca (€)	Total (€)
XPTO 4	370,26	3,50	1,78	375,54
XPTO 5	102,21	3,50	1,20	106,91

4.4.2 Artigos Quase sem Danos

Para os artigos cuja triagem é quase sem danos, com um total de 19 artigos, os parâmetros a estudar estão apresentados de seguida:

- **Perda direta (Pd)** (PVP original - PVP quase sem danos);
- **Custo administrativo (Cadm)** (3,5€ por cada artigo);
- **Custo de armazenamento (Ca)** (0,14€ por cada dia de armazenamento);
- **Custo de garantia (Cg)** (2,2% do custo unitário depreciado);
- **Custo de transporte (Ct)** (1,5 € por cada artigo);
- **Custo de pôr novamente à venda (Cvenda).**

Tal como foi mencionado para o caso dos artigos irreparáveis existem variáveis usadas para o cálculo dos custos na unidade de recuperação que são fornecidos pela empresa. Para além, das variáveis já referidas, existem ainda o custo de garantia e o custo de transporte, que correspondem a 2,2 % do custo unitário do artigo depreciado e 1,5€ por cada artigo, respetivamente, sendo novamente valores fornecidos pela empresa.

A equação 4.3 diz respeito ao custo dos artigos quase sem danos que resulta da soma de seis parcelas.

$$\begin{aligned} \text{Custo dos artigos quase sem danos} = & \text{Perda Direta} + \text{Custo administrativo} + \\ & \text{Custo de armazenamento} + \text{Custo de garantia} + \text{Custo de transporte} + \\ & \text{Custo de por novamente à venda} \end{aligned} \quad (4.3)$$

Na tabela 4.37 apresentam-se dois exemplos do custo dos artigos quase sem danos com recurso à equação 4.3.

Tabela 4.37 - Exemplos dos custos dos artigos quase sem danos

SKU	Pd (€)	Cadm (€)	Ca (€)	Cg (€)	Ct (€)	Cvenda(€)	Total
XPTO 6	7,29	3,50	2,03	0,26	1,50	3,06	15,59
XPTO 7	32,67	3,50	0,23	0,74	1,5	3,06	38,66

4.4.3 Artigos com Reparação

Por fim, na recuperação, com um total de 211 artigos, tem-se um maior número de parâmetros a estudar, sendo eles:

- **Perda direta (Pd)** (PVP original - PVP outlet);
- **Custo de recuperação (Cr)** (inclui mão de obra e peças);

- **Custo administrativo (Cadm)** (3,5€ por cada artigo);
- **Custo de armazenamento (Ca)** (0,14€ por cada dia de armazenamento);
- **Custo de garantia (Cg)** (2,2% do custo unitário depreciado);
- **Custo de transporte (Ct)** (1,5 € por cada artigo);
- **Custo de pôr novamente à venda (C venda).**

A equação 4.4 diz respeito à forma de obter o custo de um artigo cuja triagem é reparação, que inclui sete parcelas.

Custo reparação

$$\begin{aligned}
 &= \text{Perda Direta} + \text{Custo de recuperação} + \text{Custo administrativo} & (4.4) \\
 &+ \text{Custo de armazenamento} + \text{Custo de garantia} \\
 &+ \text{Custo de transporte} + \text{Custo de por novamente à venda}
 \end{aligned}$$

Na tabela 4.38 encontram-se dois exemplos dos custos relativos à recuperação de um artigo cuja triagem é reparação.

Tabela 4.38 - Exemplos dos custos dos artigos com reparação

SKU	Pd (€)	Cr (€)	Cadm (€)	Ca (€)	Cg (€)	Ct (€)	Cvenda (€)	Total
XPTO 1	121,99	158,74	3,50	1,62	7,42	1,50	3,06	294,79
XPTO 2	89,99	99,90	3,50	0,79	5,47	1,50	3,06	201,17

Aplicando os cálculos mencionados a todos os tipos de triagem, obtém-se os custos que a empresa suporta com cada entrada na unidade, dependendo do seu tipo de triagem. Agregam-se os artigos pelo seu SKU e somam-se os seus custos.

Depois de calculados os custos do embalamento dos artigos e os custos que a empresa suporta com cada entrada na unidade, é possível efetuar a comparação com as margens de lucro. A comparação com a margens de lucro permite tirar as conclusões finais, levando ou não à recomendação do embalamento.

4.5 Análise Comparativa de Custos com as Margens de Lucro

Por fim, compara-se o custo de embalamento e o custo de reparação de cada entrada na unidade. Podem ser observadas duas situações:

- Custo de embalamento \geq Custo de recuperação: Embalamento não é vantajoso;
- Custo de embalamento $<$ Custo de recuperação: Embalamento é vantajoso.

Ambos os custos devem ser inferiores à margem de lucro, para que o produto seja rentável para o negócio, ou seja, possa ser obtido lucro. No caso de o embalamento ser vantajoso deve optar-se por embalar os artigos e espera-se que as devoluções por dano diminuam, gerando menos custos com a recuperação.

As margens de lucro não podem ser apresentadas devido à confidencialidade das mesmas, sendo, portanto, apenas indicado se são superiores, inferiores ou iguais aos custos de embalamento e de recuperação.

Ao fazer a comparação destes custos com as margens de lucro, comprovou-se que:

- N° de SKU's que devem ser embalados são 171
- N° de SKU's que não devem ser embalados são apenas 7

Considerando que a grande maioria, cerca de 97% dos artigos, é apropriada para o embalamento, fica evidente a melhoria alcançada através da implementação eficaz de uma segunda embalagem. Com esta análise comprova-se que existem 233 artigos, (os sete SKU's que não devem ser embalados correspondem a um artigo cada um) cujo embalamento é vantajoso e, desta forma, estes artigos devem ser embalados e espera-se que diminua o número de devoluções por danos, ou seja, o número de danos nos transportes.

4.6 Síntese do Capítulo

O capítulo 4 engloba a aplicação da análise fatorial a análise de clusters aos artigos dos três tipos de triagens, onde se obtém um conjunto de artigos que deve ser sujeito a embalamento por apresentar características como custo unitário e taxa de devoluções elevada. Este conjunto de artigos é sujeito a uma simulação do custo da aplicação de uma segunda embalagem, bem como dos materiais a colocar na caixa, como a bolha e a fita cola. Este custo é comparado com o custo de recuperação dos artigos. Conclui-se que do conjunto de dados selecionado, 96 % deve ser sujeito à implementação de uma segunda embalagem e que é mais rentável implementar uma segunda embalagem em detrimento da recuperação do artigo.

CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

5.1 Conclusões Gerais

Na sequência deste estudo de caso, tornou-se evidente um problema recorrente relacionado com o e-commerce: os danos frequentes nos artigos durante o transporte. Estes danos têm vindo a aumentar o número de devoluções, levando as empresas a aperfeiçoar os seus planos de logística inversa de forma rigorosa. À medida que as devoluções aumentam, as empresas estão cada vez mais preocupadas em reduzir os custos associados a esse processo. Neste contexto, muitas empresas, tanto a nível nacional como internacional, optam por recuperar os artigos devolvidos com danos e revendê-los, aplicando as devidas penalizações para refletir as suas condições de qualidade atuais.

Para resolver o problema identificado numa empresa, relacionado com o elevado número de devoluções devido a danos no transporte quando da sua entrega ao cliente, foi sugerida a implementação de outra embalagem para os artigos mais suscetíveis a danos durante o transporte, com o objetivo de reduzir essas ocorrências. Avaliou-se, assim, a viabilidade da implementação de uma segunda embalagem em torno da embalagem original, visando a diminuição das devoluções de artigos de pequenas dimensões com danos, o que, por sua vez, aumentaria a satisfação do cliente e reduziria custos, elementos fulcrais para todas as empresas.

Ao longo deste estudo, foi possível identificar os artigos mais suscetíveis a danos, considerando prioritária a implementação da segunda embalagem aos mesmos. A análise multivariada de dados desempenhou um papel crucial, através da aplicação de duas técnicas: análise fatorial e análise de clusters. A análise fatorial permitiu agrupar variáveis correlacionadas, sendo usada como input na análise de clusters e evitando resultados ambíguos devido à

correlação entre as variáveis estudadas. Posteriormente, a análise de clusters permitiu identificar os artigos mais importantes para a empresa e mais suscetíveis a danos nas vendas online, agrupando artigos com custos unitários e taxas de devolução elevadas. Desta análise resultaram 3 grupos de artigos, um de cada tipo de triagem, totalizando 240 artigos, com 178 SKU's distintos, havendo assim artigos que surgem várias vezes.

Foi, então, estudada a viabilidade da implementação da nova embalagem, avaliando os custos associados a este investimento. Este cálculo dos custos teve em consideração não apenas os materiais utilizados para a embalagem, mas também o tempo despendido pelos operadores para realizar o embalamento.

Por fim, após a comparação dos custos de embalamento com as margens de lucro e os valores de recuperação de cada artigo, foram identificados os artigos para os quais o processo de embalamento se mostrou vantajoso e compensatório, tendo resultado em 97% dos artigos selecionados devem ser embalados, correspondendo a 171 SKU's distintos. Os custos de embalamento de todos os artigos vendidos destes SKU's é inferior ao custo de recuperação das unidades que deram entrada na unidade de recuperação, sendo ambos os custos inferiores à margem de lucro. Comprova-se, assim, a eficácia da implementação da segunda embalagem em volta da embalagem original do artigo.

Estas conclusões fornecem à empresa informações valiosas para a implementação de medidas eficazes na redução de danos durante o transporte, levando à redução de devoluções de artigos por danos, permitindo uma diminuição dos custos de recuperação dos artigos e, conseqüentemente, aumentando a satisfação do cliente.

5.2 Limitações do Estudo

A implementação da embalagem poderá apresentar algumas limitações. Em primeiro lugar no que diz respeito aos dados utilizados, que dizem respeito ao período de um ano, é necessário que estes dados sejam verdadeiramente representativos. Considerando que artigos tecnológicos estão em constante atualização, as unidades às quais se sugere a aplicação da segunda embalagem podem ser descontinuadas ou alterar a sua constituição durante o período do estudo, alterando, por exemplo, os materiais utilizados na sua construção, podendo as conclusões deste estudo perder a sua validade.

No que diz respeito às variáveis selecionadas para o estudo, poderiam ter sido variáveis não numéricas, tais como os danos do *check-in* ou danos do *pricing*, levando, possivelmente, à escolha de artigos distintos. Ao optar por não selecionar os artigos com base em

características tais como o custo unitário, mas antes com base na frequência da existência de peças partidas, seriam não só obtido um conjunto de artigos distinto como também os métodos a aplicar deveriam ser diferentes.

Uma última limitação pode estar na dificuldade de proceder ao próprio embalamento, uma vez que a sugestão é para cada SKU e não para uma categoria de SKU's, tornando mais difícil e morosa a tarefa do operador que tem que proceder ao embalamento para reconhecer o artigo a embalar no momento da sua preparação.

5.3 Trabalho Futuro

Recomenda-se que no futuro sejam obtidos orçamentos para as embalagens, para obter valores reais. Esta questão é importante por haver inúmeros tipos de embalagens diferentes e isso resultar em quantidades encomendadas muito reduzidas resultando em preços elevados. Assim, é importante encontrar uma ou mais embalagens que possam servir vários artigos e que possam justificar o incremento da utilização de bolha em detrimento do custo da embalagem.

No futuro é recomendado que seja aplicada uma análise de risco de forma a complementar as informações já apresentadas, permitindo perceber quais são os fatores que podem levar a falhas no plano desenvolvido.

Sugere-se, também, que se proceda a uma abordagem ambiental deste plano, avaliando os ganhos resultantes da diminuição das emissões de CO₂, resultantes da diminuição do transporte na recolha em casa do cliente e entrega no armazém respetivo. Recomenda-se que estas emissões sejam comparadas com o investimento feito no cartão e no plástico. Pode ser considerada a implementação de embalagens de cartão reciclado e reciclável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Yang, Y. Xing, e Y. Han, «Utilization of E-commerce for fossil fuels allocation and green recovery», *Resour. Policy*, vol. 85, p. 103980, ago. 2023, doi: 10.1016/j.resour-pol.2023.103980.
- [2] J. Xu, Z. Yang, Z. Wang, J. Li, e X. Zhang, «Flexible sensing enabled packaging performance optimization system (FS-PPOS) for lamb loss reduction control in E-commerce supply chain», *Food Control*, vol. 145, p. 109394, mar. 2023, doi: 10.1016/j.foodcont.2022.109394.
- [3] P. Venter e R. Duffett, «A Framework for a Generic Retail Charter: A Guide towards Sustainability and Stakeholder Support», *Sustainability*, vol. 14, n.º 23, p. 15848, nov. 2022, doi: 10.3390/su142315848.
- [4] M. Karampatsa, E. Grigoroudis, e N. Matsatsinis, «State-of-the-art literature review on scientific models for Retail Category Management».
- [5] S. Mou, D. J. Robb, e N. DeHoratius, «Retail store operations: Literature review and research directions», *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 265, n.º 2, pp. 399–422, mar. 2018, doi: 10.1016/j.ejor.2017.07.003.
- [6] U. G. Dastidar, S. S. Ambekar, M. Hudnurkar, e A. D. Lidbe, «Experiential Retailing Leveraged by Data Analytics», *Int. J. Bus. Intell. Res.*, vol. 12, n.º 1, pp. 98–113, jan. 2021, doi: 10.4018/IJBIR.20210101.oa6.
- [7] Q. Luo, T. Forscher, S. Shaheen, E. Deakin, e J. L. Walker, «Impact of the COVID-19 pandemic and generational heterogeneity on ecommerce shopping styles – A case study of Sacramento, California», *Commun. Transp. Res.*, vol. 3, p. 100091, dez. 2023, doi: 10.1016/j.commtr.2023.100091.
- [8] A. Creazza, L. M. Ellram, e C. Colicchia, «Culture counts: Implications of consumer preferences for more sustainable ecommerce fulfillment», *J. Clean. Prod.*, vol. 382, p. 135288, jan. 2023, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.135288.
- [9] S. Hendricks e S. D. Mwapwele, «A systematic literature review on the factors influencing e-commerce adoption in developing countries», *Data Inf. Manag.*, p. 100045, jul. 2023, doi: 10.1016/j.dim.2023.100045.

- [10] S. Gupta, Pooja. S. Kushwaha, U. Badhera, P. Chatterjee, e E. D. R. S. Gonzalez, «Identification of Benefits, Challenges, and Pathways in E-commerce Industries: An integrated two-phase decision-making model», *Sustain. Oper. Comput.*, p. S2666412723000156, ago. 2023, doi: 10.1016/j.susoc.2023.08.005.
- [11] M. Bortolini, F. G. Galizia, C. Mora, L. Botti, e M. Rosano, «Bi-objective design of fresh food supply chain networks with reusable and disposable packaging containers», *J. Clean. Prod.*, vol. 184, pp. 375–388, mai. 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.02.231.
- [12] J. De Temmerman, H. Slabbinck, e I. Vermeir, «The full package of package-free retail environments: A mixed methods study on multiple stakeholder perspectives of package-free shopping», *Sustain. Prod. Consum.*, vol. 41, pp. 404–417, out. 2023, doi: 10.1016/j.spc.2023.08.020.
- [13] F. T. S. Chan, H. K. Chan, e K. L. Choy, «A systematic approach to manufacturing packaging logistics», *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 29, n.º 9–10, pp. 1088–1101, jul. 2006, doi: 10.1007/s00170-005-2609-x.
- [14] M. Dobroselskyi, R. Madleňák, e D. Laitkep, «Analysis of return logistics in e-commerce companies on the example of the Slovak Republic», *Transp. Res. Procedia*, vol. 55, pp. 318–325, 2021, doi: 10.1016/j.trpro.2021.06.037.
- [15] «CROWD LOGISTICS: HOUSEHOLD AS A LOGISTICS SERVICE PROVIDER», *Int. J. TRAFFIC Transp. Eng.*, vol. 12, n.º 1, dez. 2021, doi: 10.7708/ijtte2022.12(1).08.
- [16] M. Haq, M. Moazzam, A. S. Khan, e W. Ahmed, «The impact of reverse logistics process coordination on third party relationship quality: A moderated mediation model for multi-channel retailers in the fashion industry», *J. Retail. Consum. Serv.*, vol. 73, p. 103362, jul. 2023, doi: 10.1016/j.jretconser.2023.103362.
- [17] S. Karlsson, P. Oghazi, D. Hellstrom, P. C. Patel, C. Papadopoulou, e K. Hjort, «Retail returns management strategy: An alignment perspective», *J. Innov. Knowl.*, vol. 8, n.º 4, p. 100420, out. 2023, doi: 10.1016/j.jik.2023.100420.
- [18] S. Ahmadi, S. Shokouhyar, M. Amerioun, e N. Salehi Tabrizi, «A social media analytics-based approach to customer-centric reverse logistics management of electronic devices: A case study on notebooks», *J. Retail. Consum. Serv.*, vol. 76, p. 103540, jan. 2024, doi: 10.1016/j.jretconser.2023.103540.
- [19] I. Kubasakova e J. Kubanova, «The Comparison of Implementation Items of Reverse Logistics in Terms of Chosen Companies in Europe and Slovakia», *Transp. Res. Procedia*, vol. 53, pp. 167–173, 2021, doi: 10.1016/j.trpro.2021.02.022.
- [20] T. A. Banihashemi, J. Fei, e P. S.-L. Chen, «Exploring the relationship between reverse logistics and sustainability performance: A literature review», *Mod. Supply Chain Res. Appl.*, vol. 1, n.º 1, pp. 2–27, fev. 2019, doi: 10.1108/MS CRA-03-2019-0009.

- [21] A. C. De Araújo, E. M. Matsuoka, J. E. Ung, A. Massote, e M. Sampaio, «An exploratory study on the returns management process in an online retailer», *Int. J. Logist. Res. Appl.*, vol. 21, n.º 3, pp. 345–362, mai. 2018, doi: 10.1080/13675567.2017.1370080.
- [22] Q. Zhao, K. Tan, J. Du, e T. Van Woensel, «Joint case pack size and unpacking location optimization in a retail supply chain including product returns», *Comput. Ind. Eng.*, vol. 182, p. 109415, ago. 2023, doi: 10.1016/j.cie.2023.109415.
- [23] F. M. Dos Santos Junior, P. P. M. Tomaz, B. P. Diniz, M. J. de Siqueira Silva, D. A. de Moura Pereira, D. M. Marinho do Monte, M. dos Santos, C. F. S. Gomes e D. de Oliveira Costa, «Big Bags Reverse Logistics using Business Intelligence and Multi-Criteria Analysis», *Procedia Comput. Sci.*, vol. 214, pp. 172–178, 2022, doi: 10.1016/j.procs.2022.11.163.
- [24] R. A. Lancioni, «Managing Reverse Logistics Channels with Data Envelopment Analysis», 2023.
- [25] M. N. Shaik e W. Abdul-Kader, «A hybrid multiple criteria decision making approach for measuring comprehensive performance of reverse logistics enterprises», *Comput. Ind. Eng.*, vol. 123, pp. 9–25, set. 2018, doi: 10.1016/j.cie.2018.06.007.
- [26] S. Krishnan V e M. Firoz C, «Assessment of regional environmental quality using cluster analysis», *Environ. Dev.*, vol. 45, p. 100832, mar. 2023, doi: 10.1016/j.envdev.2023.100832.
- [27] L. Thoma e J. Gruber, «Drivers and barriers for the adoption of cargo cycles: An exploratory factor analysis», *Transp. Res. Procedia*, vol. 46, pp. 197–203, 2020, doi: 10.1016/j.trpro.2020.03.181.
- [28] L. Rossoni, R. Engelbert, e N. L. Bellegard, «Normal science and its tools: Reviewing the effects of factor analysis in management», *Rev. Adm.*, pp. 198–211, 2016, doi: 10.5700/rausp1234.
- [29] J. F. Hair, *Multivariate Data Analysis*. Pearson Prentice Hall, 2006.
- [30] M. C. Howard, «A systematic literature review of exploratory factor analyses in management», *J. Bus. Res.*, vol. 164, p. 113969, set. 2023, doi: 10.1016/j.jbusres.2023.113969.
- [31] A. Harerimana e N. G. Mtshali, «Using Exploratory and Confirmatory Factor Analysis to understand the role of technology in nursing education», *Nurse Educ. Today*, vol. 92, p. 104490, set. 2020, doi: 10.1016/j.nedt.2020.104490.
- [32] D. Iacobucci, A. Ruvio, S. Román, S. Moon, e P. M. Herr, «How many factors in factor analysis? New insights about parallel analysis with confidence intervals», *J. Bus. Res.*, vol. 139, pp. 1026–1043, fev. 2022, doi: 10.1016/j.jbusres.2021.09.015.
- [33] H. Taghinejad, E. Mohammadyari, H. Tavan, e A. Mohammadyari, «Investigating the validity and reliability of the GLFS-25 questionnaire by factor analysis in the elderly hospitalized at the intensive and cardiac care units», *Heliyon*, vol. 9, n.º 7, p. e18111, jul. 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e18111.

- [34] F. H. Cecchetto e L. C. Pellanda, «Construction and validation of a questionnaire on the knowledge of healthy habits and risk factors for cardiovascular disease in schoolchildren», *J. Pediatr. (Rio J.)*, vol. 90, n.º 4, pp. 415–419, jul. 2014, doi: 10.1016/j.jped.2013.12.010.
- [35] J.M. A. Melo Rocha, A. Clemente, A. Amorim Santos, J. Da Silva Melo, C. J. Pestana, L. A. Lawaton e J. Capelo Neto, «In situ H₂O₂ treatment of blue-green algae contaminated reservoirs causes significant improvement in drinking water treatability», *Chemosphere*, vol. 333, p. 138895, ago. 2023, doi: 10.1016/j.chemosphere.2023.138895.
- [36] M. C. Howard e J. Henderson, «A review of exploratory factor analysis in tourism and hospitality research: Identifying current practices and avenues for improvement», *J. Bus. Res.*, vol. 154, p. 113328, jan. 2023, doi: 10.1016/j.jbusres.2022.113328.
- [37] X. Wu e X. Huang, «Screening of urban environmental vulnerability indicators based on coefficient of variation and anti-image correlation matrix method», *Ecol. Indic.*, vol. 150, p. 110196, jun. 2023, doi: 10.1016/j.ecolind.2023.110196.
- [38] A. S. Abuzaid e H. S. Jahin, «Combinations of multivariate statistical analysis and analytical hierarchical process for indexing surface water quality under arid conditions», *J. Contam. Hydrol.*, vol. 248, p. 104005, jun. 2022, doi: 10.1016/j.jconhyd.2022.104005.
- [39] X. Wang, S. Jia, R. Deng, Q. Xing, e Z. Tian, «Factor analysis method for fluorescence excitation emission matrix», *Chem. Phys. Lett.*, vol. 811, p. 140237, jan. 2023, doi: 10.1016/j.cplett.2022.140237.
- [40] P. Balasubramanian e P. T. Praharaj, «Principal component analysis revealed the key influencing factors of kombucha bacterial cellulose yield and productivity», *Bioresour. Technol. Rep.*, vol. 23, p. 101539, set. 2023, doi: 10.1016/j.biteb.2023.101539.
- [41] L. Ji, M. L. Wallace, L. Master, M. M. Schade, Y. Shen, C. A. Derby e O. M. Buxton, «Six multidimensional sleep health facets in older adults identified with factor analysis of actigraphy: Results from the Einstein Aging Study», *Sleep Health*, p. S2352721823000621, mai. 2023, doi: 10.1016/j.sleh.2023.03.002.
- [42] M. Tripathi e S. K. Singal, «Allocation of weights using factor analysis for development of a novel water quality index», *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, vol. 183, p. 109510, nov. 2019, doi: 10.1016/j.ecoenv.2019.109510.
- [43] X. Dong, Q. Fan, e D. Li, «Detrending moving-average cross-correlation based principal component analysis of air pollutant time series», *Chaos Solitons Fractals*, vol. 172, p. 113558, jul. 2023, doi: 10.1016/j.chaos.2023.113558.
- [44] R. D. Ledesma, P. J. Ferrando, M. A. Trógolo, F. M. Poó, J. D. Tosi, e C. Castro, «Exploratory factor analysis in transportation research: Current practices and recommendations», *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.*, vol. 78, pp. 340–352, abr. 2021, doi: 10.1016/j.trf.2021.02.021.

- [45] M. Yin, H. Huang, e T. B. P. Oldenburg, «An application of exploratory factor analysis in the deconvolution of heavy oil biodegradation, charging and mixing history in southeastern Mexico», *Org. Geochem.*, vol. 151, p. 104161, jan. 2021, doi: 10.1016/j.orggeochem.2020.104161.
- [46] R. Chen, S. Wang, Z. Zhu, J. Yu, e C. Dang, «Credit ratings of Chinese online loan platforms based on factor scores and K-means clustering algorithm», *J. Manag. Sci. Eng.*, vol. 8, n.º 3, pp. 287–304, set. 2023, doi: 10.1016/j.jmse.2022.12.003.
- [47] M. Matabuena *et al.*, «Identification of Asthma Phenotypes in the Spanish MEGA Cohort Study Using Cluster Analysis», *Arch. Bronconeumol.*, vol. 59, n.º 4, pp. 223–231, abr. 2023, doi: 10.1016/j.arbres.2023.01.007.
- [48] L. Yao, G.-F. Lu, J. Zhao, e B. Cai, «Multi-view clustering based on a multimetric matrix fusion method», *Expert Syst. Appl.*, vol. 228, p. 120272, out. 2023, doi: 10.1016/j.eswa.2023.120272.
- [49] J. M. Calderón Bernal, A. Fernández, J. L. Arnal, C. Baselga, A. Bemito Zuñiga, J. F. Fernández Garyzábal, A. I. Vela Alonso e D. Cid, «Cluster analysis of bovine respiratory disease (BRD)-associated pathogens shows the existence of two epidemiological patterns in BRD outbreaks», *Vet. Microbiol.*, vol. 280, p. 109701, mai. 2023, doi: 10.1016/j.vetmic.2023.109701.
- [50] M. J. Valladares-Garrido, V. E. Failoc-Rojas, P. Soto-Becerra, S. Zeña-Ñañez, J. S. TorresRoman, J. L. Fernández-Mogollón, I. G. Colchado-Palacios, C. E. Apolaya-Segura, J. A. Dávila-Gonzales, L. R. Arce-Villalobos, R. D. P. Neceosup-Puican, A. G. Calvay-Requejo, J. L. Maguiña, M. Apolaya-Segura e C. Díaz-Vélez, «Clinical-epidemiologic variation in patients treated in the first and second wave of COVID-19 in Lambayeque, Peru: A cluster analysis», *Int. J. Infect. Dis.*, vol. 123, pp. 212–220, out. 2022, doi: 10.1016/j.ijid.2022.07.045.
- [51] P. V. Nikitin *et al.*, «Cell clusters isolation in glioblastomas and their functional and molecular characterization using new morphometric approaches», *Comput. Biol. Med.*, vol. 164, p. 107322, set. 2023, doi: 10.1016/j.compbimed.2023.107322.
- [52] Z. M. Muruzheva, D. S. Traktirov, O. S. Tumashova, e M. N. Karpenko, «Cluster analysis of clinical, biochemical and electrophysiological features of essential tremor patients. Exploratory study», *Clin. Neurol. Neurosurg.*, vol. 222, p. 107472, nov. 2022, doi: 10.1016/j.clin-neuro.2022.107472.
- [53] L. M. C. Cabezas, R. Izbicki, e R. B. Stern, «Hierarchical clustering: Visualization, feature importance and model selection», *Appl. Soft Comput.*, vol. 141, p. 110303, jul. 2023, doi: 10.1016/j.asoc.2023.110303.
- [54] G. Niu, Y. Ji, Z. Zhang, W. Wang, J. Chen, e P. Yu, «Clustering analysis of typical scenarios of island power supply system by using cohesive hierarchical clustering based K-Means clustering method», *Energy Rep.*, vol. 7, pp. 250–256, nov. 2021, doi: 10.1016/j.egy.2021.08.049.

- [55] P. Govender e V. Sivakumar, «Application of k-means and hierarchical clustering techniques for analysis of air pollution: A review (1980–2019)», *Atmospheric Pollut. Res.*, vol. 11, n.º 1, pp. 40–56, jan. 2020, doi: 10.1016/j.apr.2019.09.009.
- [56] H. Yu e X. Hou, «Hierarchical clustering in astronomy», *Astron. Comput.*, vol. 41, p. 100662, out. 2022, doi: 10.1016/j.ascom.2022.100662.
- [57] J.A. Bisson, A. M. Fawzy, G. F. Romiti, M. Proietti, D. Nagoulvant, W. El-Bouri, G. Y. H. Lip e L. Fauchier, «Phenotypes and outcomes in non-anticoagulated patients with atrial fibrillation: An unsupervised cluster analysis», *Arch. Cardiovasc. Dis.*, vol. 116, n.º 6–7, pp. 342–351, jun. 2023, doi: 10.1016/j.acvd.2023.06.001.
- [58] A. M. Bueno, I. Mendes Da Luz, I. L. Niza, e E. E. Broday, «Hierarchical and K-means clustering to assess thermal dissatisfaction and productivity in university classrooms», *Build. Environ.*, vol. 233, p. 110097, abr. 2023, doi: 10.1016/j.buildenv.2023.110097.
- [59] G. De Luca e P. Zuccolotto, «Dynamic time series clustering with multivariate linkage and automatic dendrogram cutting using a recursive partitioning algorithm», *Inf. Sci.*, vol. 649, p. 119605, nov. 2023, doi: 10.1016/j.ins.2023.119605.
- [60] C. Patino, J.-L. Molina, F. Espejo, S. Zazo, A. Mohammad-Hosseinpour, e F. Silla, «HyetoClust method: Hyetograph design through cluster analysis», *J. Hydrol.*, vol. 625, p. 130014, out. 2023, doi: 10.1016/j.jhydrol.2023.130014.
- [61] W. Guo, B. Liu, X. Wei, Y. Ju, M. Wang, Q. Dong, X. Lu, J. Sun, L. Zhang, H. Guo, F. Zhao, W. Li, Z. Li, M. Liao, L. Zhang, J. Liu, Y. Zhang e L. Li, «The longitudinal change pattern of cognitive subtypes in medication-free patients with major depressive disorder: a cluster analysis», *Psychiatry Res.*, vol. 327, p. 115413, set. 2023, doi: 10.1016/j.psychres.2023.115413.
- [62] N. B. Paul, G. P. Strauss, J. J. Woodyatt, M. G. Paul, J. R. Keene, e D. N. Allen, «Cluster analysis of negative symptoms identifies distinct negative symptom subgroups», *Schizophr. Res.*, vol. 246, pp. 207–215, ago. 2022, doi: 10.1016/j.schres.2022.06.021.
- [63] D. Miao, W. Wang, Y. Lv, L. Liu, K. Yao, e X. Sui, «Research on the classification and control of human factor characteristics of coal mine accidents based on K-Means clustering analysis», *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 97, p. 103481, set. 2023, doi: 10.1016/j.ergon.2023.103481.
- [64] T. Menneer, M. Mueller, e S. Townley, «A cluster analysis approach to sampling domestic properties for sensor deployment», *Build. Environ.*, vol. 231, p. 110032, mar. 2023, doi: 10.1016/j.buildenv.2023.110032.
- [65] «FILME ESTIRÁVEL VS FILME ESTIRÁVEL ECOLÓGICO». Acedido: 13 de setembro de 2023. [Em linha]. Disponível em: <https://www.rajapack.pt/blog-pt/ecologia/filme-estiravel-vs-filme-estiravel-ecologico>
- [66] «Saco de plástico bolha: antiestáticos, 3 camadas, autocolantes | kaiserkraft». Acedido: 13 de setembro de 2023. [Em linha]. Disponível em: <https://www.kaiserkraft.pt/material-de->

embalamento/sacos-de-plastico-bolha/saco-de-plastico-bolha/antiestaticos-3-camadas-autocolantes/p/M1155849/

[67] «Plástico Bolha - REPACK Embalagens». Acedido: 14 de setembro de 2023. [Em linha]. Disponível em: <https://www.repackembalagens.com.br/plastico-bolha.php>

[68] «Portal de Cotação Online Industrial - Soluções Industriais». Acedido: 14 de setembro de 2023. [Em linha]. Disponível em: <https://www.solucoesindustriais.com.br/>

ANEXO A - SCORES DE FATORES - ANÁLISE FATORIAL DOS IR-REPARÁVEIS

Case	Factor Scores (novo novo statistica) Rotation: Varimax normalized Extraction: Principal components		
	Factor 1	Factor 2	Factor 3
	1,57741	-0,56136	-0,0632
	-0,50224	-0,67695	-1,4909
	-0,24117	1,59482	0,0645
	-0,04263	4,96856	-2,1420
	-0,68330	0,29973	0,3059
	-0,57358	1,92700	-0,5046
	0,14758	-0,67090	-0,4446
	0,94657	2,55554	-0,1723
	0,94657	2,55554	-0,1723
	-0,02207	-0,26876	-0,0828
	0,12953	-0,56506	-0,1286
	0,19744	-0,85546	0,0272
	1,51974	-0,82775	-0,3374
	1,51974	-0,82775	-0,3374
	1,46775	-0,38592	0,0080
	0,18513	-0,83112	0,1333
	0,18513	-0,83112	0,1333
	1,56266	-0,78783	0,2111
	-0,76658	0,02455	0,1111
	-0,76658	0,02455	0,1111
	-0,76797	-0,03824	-0,1245
	2,16274	1,84732	0,0276

ANEXO B - MATRIZ DE AMALGAMENTO - ANÁLISE DE CLUSTERS DOS IRREPARÁVEIS

linkage distance	Ward's method Euclidean distances													
	Obj. No. 1	Obj. No. 2	Obj. No. 3	Obj. No. 4	Obj. No. 5	Obj. No. 6	Obj. No. 7	Obj. No. 8	Obj. No. 9	Obj. No. 10	Obj. No. 11	Obj. No. 12	Obj. No. 13	Obj. No. 14
.4494601														
.4511707														
.4547021														
.4579031														
.4603631														
.4614302														
.4640142														
.4709273														
.4768583														
.4775876														
.4823144														
.4826280														
.4830574														
.4853483														
.4876705														
.5028208														
.5128383														
.5129562														
.5137666														
.5208366														
.5229405														
.5254640														



2023

DIANA REIS

UMA PROPOSTA PARA REDUZIR AS DEVOLUÇÕES DE ARTIGOS ELETRÔNICOS
VENDIDOS ONLINE DEVIDO A DANOS NO TRANSPORTE