



Universidade de Aveiro
Ano 2021

**Inês Rodrigues
Gonçalves**

**Sistema piloto de reembolso de depósito, para
embalagens de bebidas (de PET e alumínio), na
Universidade de Aveiro**



**Inês Rodrigues
Gonçalves**

**Sistema piloto de reembolso de depósito, para
embalagens de bebidas (de PET e alumínio), na
Universidade de Aveiro**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre no Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente, realizada sob orientação científica de Ana Paula Duarte Gomes, Professora Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.

O júri / The jury

Presidente / President

Prof. Doutora Maria Isabel da Silva Nunes

Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Vogais / Committee

Prof. Doutora Ana Paula Duarte Gomes

Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro (orientadora)

Prof. Doutora Ana Luísa Pinheiro Lomelino Velosa

Professora Associada com Agregação da Universidade de Aveiro (arguente)

**Agradecimentos /
Acknowledgements**

"Há Gente que fica na história da história da gente"

Quero por isso, expressar os meus mais sinceros agradecimentos a todos aqueles que direta e indiretamente estiveram presentes ao longo de todo o meu percurso académico.

Ao meu Avô, que embora fisicamente ausente, é a minha *estrela guia*.

Aos meus pais, Edite e Jorge, que por diversas vezes se doaram e renunciaram os seus sonhos, em prol da realização dos meus. Quero assim exprimir, que esta conquista não é só minha, mas sim, nossa.

Ao meu irmão, Eduardo, pelo carinho, boa disposição e transmissão de boa energia.

Ao meu namorado, Tiago, por todo o amor, carinho, paciência, apoio constante e transmissão de otimismo, desde o início de todo o meu percurso.

Às minhas avós, Maria do Carmo e Maria da Anunciação pelos valores, carinho e amor incondicional.

Às minhas amigas, Catarina Junqueira, Catarina Barbosa, Ana Carvalho e Catarina Fernandes pela amizade, companheirismo e suporte ao longo de toda a minha formação académica.

À Professora Ana Paula Gomes, pela orientação e conhecimento transmitido ao longo destes dois últimos anos.

Aos meus Professores, que ao longo deste percurso me ensinaram, aconselharam e foram a base de toda a minha formação.

A todos vocês o meu muito obrigado!

Palavras-chave

Sistema de reembolso de depósito; Resíduos de Embalagens; Alumínio; Politereftalato de Etileno (PET); Universidade de Aveiro; Projeto piloto; Projeto REAP; Dimensionamento, Análise Financeira

Resumo

O aumento do consumo de embalagens de bebidas ao longo dos anos, nomeadamente de PET e alumínio, e a consequente produção de resíduos de embalagens, tem vindo a provocar impactes severos no meio ambiente e na saúde humana.

Todos estes problemas são agravados devido a um sistema económico linear que não promove a circularidade dos materiais.

Assim, de modo a promover a transformação em prol de uma economia cada vez mais circular, a UA decidiu desenvolver e implementar um sistema piloto de reembolso de depósito, para embalagens de bebidas (de PET e alumínio) - Projeto REAP.

O estudo efetuado e descrito ao longo desta dissertação tem como objetivos primordiais a definição, dimensionamento e análise financeira do projeto REAP. Para tal, efetuou-se uma análise do estado da arte relativamente a sistemas de reembolso de depósito de embalagens de bebidas, já existentes, e o enquadramento legal dos mesmos.

O dimensionamento do piloto proposto nesta dissertação tem como base a quantificação e caracterização dos resíduos de embalagens de bebidas (de PET e alumínio) vendidas na UA - em cada bar, cantina e restaurante - e a caracterização técnica *Reverse Vending Machines* (RVMs), possibilitando assim a identificação dos locais de depósito e armazenamento, a definição de uma estratégia de rotulagem para as embalagens de bebidas vendidas nos *campi* da UA e a projeção de uma rede de recolha e armazenamento de embalagens depositadas.

Para a implementação do projeto piloto prevê-se a instalação de sete RVMs e três locais de armazenamento, sendo necessária uma a duas recolhas anuais de PET e alumínio, por parte do operador de resíduos. Por último, foi efetuada uma análise financeira do piloto através de uma estimativa dos custos de investimento e operacionais, assim como uma estimativa das receitas da UA no âmbito do projeto REAP, verificando-se que não é possível a recuperação do investimento a curto prazo.

Em suma, a realização deste estudo permitiu concluir que a implementação do projeto REAP, contribuirá para a sensibilização e educação ambiental dos membros da academia, no sentido da reversão de padrões insustentáveis associados ao consumismo, e para a transformação da economia em prol de uma economia cada vez mais circular.

Conclui-se também, que este projeto piloto é um exemplo do tipo de contributos, para que o país consiga alcançar as metas de separação e reciclagem, estabelecidas pela União Europeia.

Assim, espera-se que a implementação do projeto REAP confira um contributo importante na implementação de práticas mais sustentáveis nas universidades, bem como a criação de *campus* mais sustentáveis.

Keywords

Deposit-refund system; Packaging Waste; Aluminium; Polyethylene terephthalate (PET); Deposit system; University of Aveiro; Pilot system; REAP Project; Sizing, Financial Analysis

Abstract

The increase in beverage packaging consumption over the years, namely PET and aluminium, and the consequent production of packaging waste, has been causing severe impacts on the environment and human health.

Thus, in order to promote the transformation towards an increasingly circular economy, the UA decided to develop and implement a pilot deposit reimbursement system for beverage packaging (PET and aluminium) - REAP Project.

The study carried out and described throughout this dissertation has as main objectives the definition, sizing and financial analysis of the REAP project. In order to do so, an analysis of the state of the art regarding existing deposit refund systems for beverage containers was carried out, as well as their legal framework.

The sizing of the pilot proposed in this dissertation is based on the quantification and characterization of beverage packaging waste (PET and aluminium) sold in the UA - in each bar, canteen and restaurant - and the technical characterization of *Reverse Vending Machines* (RVMs), thus enabling the identification of deposit and storage locations, the definition of a labeling strategy for beverage packaging sold in the UA campus and the projection of a collection and storage network of deposited packaging.

For the implementation of the pilot project, seven RVMs and three storage sites are expected to be installed, requiring one to two annual collections of PET and aluminium by the waste operator.

Finally, a financial analysis of the pilot was carried out through an estimate of the investment and operational costs, as well as an estimate of the revenues of the UA under the REAP project, verifying that it is not possible to recover the investment in the short term.

In summary, this study allowed us to conclude that the implementation of the REAP project will contribute to the environmental awareness and education of the academia members, towards the reversal of unsustainable patterns associated with consumerism, and towards the transformation of the economy towards an increasingly circular economy.

Thus, it is expected that the implementation of the REAP project will provide an important contribution to the implementation of more sustainable practices in universities, as well as the creation of more sustainable campus.

Índice

1	Introdução	1
1.1	<i>Sociedade de Consumo</i>	1
1.2	Resíduos de embalagens	2
1.2.1	Embalagens de plástico	3
1.2.2	Embalagens de Alumínio	4
1.3	Economia Linear <i>versus</i> Economia Circular	6
1.4	Logística Reversa	8
1.5	Projeto de Reciclagem e Reembolso de Embalagens de Alumínio e PET (REAP)	9
1.6	Motivação e objetivos	10
1.7	Metodologia	10
1.8	Estrutura da Dissertação	12
2	Revisão do Estado da Arte	13
2.1	Trabalhos Relacionados	13
2.2	Enquadramento legal	26
2.2.1	Plano de ação das Nações Unidas	26
2.2.2	Planos de ação, metas e legislação europeia	26
2.2.3	Legislação Portuguesa	28
2.2.4	Súmula do enquadramento legal	31
3	Definição e Dimensionamento do Projeto Piloto a ser Implementado na UA	33
3.1	Caracterização dos Resíduos de Embalagens de Alumínio e PET	34
3.1.1	Quantificação dos resíduos de embalagens de PET e alumínio	35
3.1.2	Características dos resíduos de embalagens de PET e alumínio	37
3.2	Caracterização Técnica dos Equipamentos de Depósito - <i>Reverse Vending Machines</i>	43
3.3	Identificação dos Locais de Depósito e Dimensionamento do Piloto	48
3.4	Definição da Estratégia de Rotulagem de Embalagens	49
3.5	Recolha das embalagens depositadas	53
3.5.1	Frequência de Recolha	56
3.5.2	Transporte e Armazenamento	62
3.5.3	Sistema de Depósito da UA	64

4	Análise financeira do modelo de negócio de logística reversa a ser implementado	67
4.1	Investimento	67
4.2	Custos operacionais	69
4.3	Receitas	75
5	Considerações Finais	79
5.1	Conclusões	79
5.2	Limitações ao Trabalho	81
5.3	Trabalho Futuro	81
A	Tabelas Auxiliares	87
A.1	Sistemas Europeus de reembolso para depósitos de embalagens de bebidas: comparação das principais características	87
B	Mapas Auxiliares	93
B.1	Distribuição dos Bares e das <i>Reverse Vending Machines</i> nos <i>Campus</i> da Universidade de Aveiro	93
C	Fichas Técnicas	95
C.1	Fichas Técnicas - <i>RVM Systems</i>	95
C.1.1	<i>RVMX2</i> e <i>RVMX20 COMBI</i>	95
C.2	Fichas Técnicas - <i>Altronix</i>	100
C.2.1	<i>ZT220</i> e <i>ZT230</i>	100
D	Lista de Contactos	105

Lista de Tabelas

2.1	Localização das superfícies comerciais onde se instalaram as RVMs no âmbito do projeto-piloto <i>Do Velho Se Faz Novo</i> [36, 15].	18
2.2	Descrição das características das máquinas automáticas <i>TOMRA T-70</i> (Single e Dual) [37].	19
2.3	Entidades gestoras associadas a cada superfície comercial [15].	21
2.4	Análise SWOT relativa ao sistema de incentivo à devolução de embalagens de bebidas de plástico não reutilizáveis [15].	23
3.1	Vendas anuais de embalagens de PET e alumínio na UA.	35
3.2	Vendas anuais de embalagens de PET e alumínio em cada bar, cantina e restaurante da UA.	36
3.3	Características das embalagens de PET e alumínio vendidas pelos SASUA.	42
3.4	Especificações Técnicas do modelo RVMX2 e RVMX20 COMBI da marca <i>RVMX Systems</i>	46
3.5	Especificações Técnicas do modelo <i>S1 Rugged</i> da marca <i>TOMRA</i>	47
3.6	Frequência de recolha do material depositado em cada RVM, de acordo com o cenário pessimista.	57
3.7	Frequência de recolha do material depositado em cada RVM, de acordo com o <i>Cenário Intermédio</i>	58
3.8	Frequência de recolha do material depositado em cada RVM, de acordo com o cenário otimista.	59
3.9	Volume e capacidade mássica máxima de cada cabine de acordo com os modelos de RVMs.	63
3.10	Massa e volume anual (de garrafas PET e latas de alumínio) a serem armazenadas em cada um dos locais de armazenamento.	63
4.1	Proposta de cotação fornecida pela <i>NEWVISION</i>	67
4.2	Proposta de cotação fornecida pela <i>Altronix</i>	68
4.3	Estimativa de investimento necessário de acordo com a proposta de cotação apresentada pela <i>Altronix</i>	69
4.4	Custos associados aos recursos humanos necessários ao processo de recolha e transporte das embalagens coletadas, de acordo com o <i>Cenário Intermédio</i>	70
4.5	Custos anuais associados ao consumo de eletricidade pelas RVMs.	71
4.6	Custos anuais relativos ao consumo de combustível no transporte das embalagens coletadas pelas RVMs até ao armazém, de acordo com o <i>Cenário Intermédio</i>	72

4.7	Estimativa do custo de consumíveis (etiquetas e fitas de carbono) necessários de acordo com a proposta de cotação apresentada pela <i>Altronix</i> . . .	72
4.8	Estimativa do custo anual relativo à aquisição de sacos para a coleta de embalagens pelas RVMs, de acordo com o <i>Cenário Intermédio</i>	73
4.9	Valores de reembolso de depósito por cada embalagem de PET ou alumínio depositada nas RVMs.	74
4.10	Custos relativos ao valor de reembolso de depósito, de acordo com o <i>Cenário Intermédio</i>	75
4.11	Custos operacionais anuais totais	75
4.12	Estimativa da receita anual a obter com a venda das embalagens de PET e alumínio coletadas, de acordo com o <i>Cenário Intermédio</i>	76
4.13	Valor anual de responsabilidade de gestão de resíduos a ser pago pelos bares concessionados.	76

Lista de Figuras

1.1	Produção de Resíduos de Embalagens por material de embalagem, UE-27, 2018 [9].	2
1.2	Distribuição da procura de transformadores de plástico europeus por tipo de resina, em 2019 [12]. Legenda:	4
1.3	Representação esquemática do ciclo de vida de um material permanente comparativamente com o ciclo de vida de um material não permanente [21].	5
1.4	Representação esquemática do modelo económico linear [24].	6
1.5	Representação esquemática do modelo económico circular [25].	7
1.6	Representação esquemática do modo de funcionamento da logística reversa [27].	8
2.1	Representação esquemática dos fluxos de material e de dinheiro, do sistema de depósito e reembolso Alemão [31].	15
2.2	Representação esquemática dos fluxos típicos, de materiais e de dinheiro, de um sistema de depósito e reembolso europeu típico [31].	16
2.3	Mapa da distribuição dos Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU), em Portugal Continental [35].	18
2.4	Ilustração das RVMs TOMRA T-70 [37].	19
2.5	Talão relativo ao reembolso de depósito [15].	20
3.1	Classificação dos vários tipos de plásticos de acordo com os respetivos códigos [47].	37
3.2	Observação, através de uma lupa de mão, do código relativo ao tipo de plástico que constitui as embalagens e respetivas tampas.	38
3.3	Quadro auxiliar do Teste de Densidade, com intervalos de densidade respeitantes a cada material de plástico. Note-se a densidade da água igual a $1,0 \text{ g/c m}^3$ [47].	39
3.4	Quadro auxiliar do Teste de Queima, com guia de análise sensorial [47].	39
3.5	Testes, de densidade e de queima, realizados à tampa da embalagem de tisana da marca <i>Lipton</i>	39
3.6	Exemplo de algumas medições efetuadas às embalagens de PET e de alumínio.	40
3.7	Embalagens de PET e de Alumínio vendidas pelas unidades ao cuidado dos SASUA.	41
3.8	Protótipo do modelo <i>RVMX2</i> , da marca <i>RVM Systems</i> , e respetivas dimensões.	44

3.9	Protótipo do modelo <i>RVMX20 COMBI</i> , da marca <i>RVM Systems</i> , e respectivas dimensões.	45
3.10	Protótipo do modelo <i>S1 Rugged</i> , da marca <i>TOMRA</i> , e respectivas dimensões.	47
3.11	Principais diferenças entre as impressoras <i>ZT220</i> e <i>ZT230</i> da marca <i>ZEBRA</i>	52
3.12	Representação do número total de embalagens vendidas nos bares, cantinas e restaurantes da UA comparativamente com o número de embalagens depositadas de acordo com cada um dos três cenários definidos.	55
3.13	Representação esquemática da proposta de fluxos (de materiais e dinheiro), do sistema de depósito e reembolso da UA [31].	65
4.1	Medição da distância entre O Complexo do Pedagógico (CP) e o armazém do <i>Campus</i> , com recurso ao <i>Google Maps</i>	71

Acrónimos e abreviaturas

- ABS** Acrilonitrila butadieno estireno. 4
- ACV** Avaliação do Ciclo de Vida. 82
- AMCAL** Associação de Municípios do Alentejo Central. 17
- APA** Associação Portuguesa do Ambiente. 28
- APED** Associação Portuguesa de Empresas de Distribuição. 24
- API** Application Programming Interface. 47
- APIAM** Associação Portuguesa dos Industriais de Águas Minerais Naturais e de Nascente. 24
- CPCT** Complexo Pedagógico, Científico e Tecnológico. 33
- CSP** Clearing Service Provider. 15
- CUA** Café da Universidade de Aveiro. 33
- DAO** Departamento de Ambiente e Ordenamento. 34
- DBIO** Departamento de Biologia. 33
- DCSPT** Departamento de Ciências Sociais, Políticas e do Território. 33
- DECA** Departamento de Comunicação e Arte. 33
- DEGEIT** Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo. 33
- DEM** Departamento de Engenharia Mecânica. 33
- DEP** Departameto de Educação e Psicologia. 34
- DMAT** Departamento de Matemática. 33
- DQ** Departamento de Química. 33
- EPS** Poliestireno expandido. 4
- ERP** Enterprise Resource Planning. 81

ESAN Escola Superior de Design, Gestão e Tecnologias da Produção Aveiro-Norte. 34

ESTGA Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda. 34

ETP Termoplásticos de engenharia. 4

EU28+EFTA European Union and European Free Trade Association. 14

GEE Gases com Efeito de Estufa. 4

ISCA Instituto Superior de Contabilidade e Administração da Universidade de Aveiro.
33

LCD Liquid Crystal Display. 43

NFC Near Field Communication. 43

ODS Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 32

PA Poliamida. 4

PC Policarbonato. 4

PE-HD Polietileno de alta densidade. 4

PE-LD Polietileno de baixa densidade. 4

PE-LLD Polietileno linear de baixa densidade. 4

PE-MD Polietileno de média densidade. 4

PET Politereftalato de etileno. 3

PMMA Acrílico. 4

PP Polipropileno. 4

PROBEB Associação Portuguesa de Bebidas Refrescantes Não Alcoólicas. 24

PS Poliestireno. 4

PUR Poliuretano. 4

PVC Policloreto de vinila. 4

REAP Reciclagem e Reembolso de Embalagens de Alumínio e PET. 9

RVMs Reverse Vending Machines. 9

SAN Estireno Acrilonitrilo. 4

SASUA Serviços de Ação Social da Universidade de Aveiro. 33

SBE Nova School of Business & Economics. 23

SGRU Sistemas de Resíduos Urbanos. 17

SPV Sociedade Ponto Verde. 21

UA Universidade de Aveiro. 9

UE União Europeia. 2

Simbologia

- C Consumo de combustível estimado. 71
- CAC Custo anual de combustível. 71
- $CA_{rvm,j}$ Capacidade máxima de armazenamento de acordo com a máquina em questão (rvm) e com o tipo de embalagem (j). 56
- COA Custos operacionais anuais. 76
- C_{vrd} Custos associados ao *valor de reembolso de depósito* (vrd). 74
- ED_{vol} Estimativa de depósito de acordo com o volume das embalagens (vol). 74
- $FR_{c,j,l}$ Frequência de recolha de acordo com o cenário (c) em questão, tipo de embalagem (j) e local de depósito (l). 56
- $MA_{j,la}$ Massa anual das embalagens de acordo com o tipo de embalagens (j) e com o local de armazenamento (la). 63
- ME_j Massa da embalagem de acordo com tipo de embalagem (j). 62
- $MRE_{rvm,j}$ Massa de resíduos de embalagens por máquina (rvm) e tipo de embalagem (j). 62
- ND_c Número de depósito de acordo com o cenário (c) em questão. 74
- ND_t Número de depósitos efetuados num determinado período de tempo (t). 54
- NM_l Número de máquinas instaladas em cada local de depósito (l). 56
- $NRA_{c,j,l}$ Número de recolhas anuais de cada *RVM*, de acordo com cada um dos cenários prováveis (c), tipo de embalagem (j) e local de depósito (l). 56
- $NVA_{i,j}$ Número de vendas anuais por bar, cantina ou restaurante (i) e por tipo de embalagem (j). 36
- NVT Número de vendas anuais totais de embalagens (de PET e alumínio) em todos os pontos de venda da UA. 76
- NVT_j Número total de vendas anuais de todos os bares, cantinas e restaurantes, por tipo de embalagem (i). 36
- NV_t Número de vendas efetuadas num determinado período de tempo (t). 54

- PG* Preço do gasóleo por litro. 71
- PVA_{i,j}* Percentagens de vendas anuais por bar, cantina ou restaurante (i), e por tipo de embalagens (j). 36
- TD* Taxa de Depósito. 54
- TD_c* Taxa de Depósito de acordo com o cenário (c) em questão. 56
- VAV* Valor anual resultante da venda de PET e alumínio. 76
- VA_{j,la}* Volume anual por local de armazenamento (la) e tipo de material (j). 63
- VGR* Valor de responsabilidade de gestão de resíduos. 76
- VRD_{vol}* Valor de Reembolso de Depósito, de acordo com o volume da embalagem (vol).
74
- V_{cab}* Volume de armazenamento por cada cabine (cab) do equipamento em questão. 63
- d* Distância estimada entre cada local de depósito e o armazém correspondente. 71

Capítulo 1

Introdução

Após a Guerra Fria (1947-1991), o aumento da globalização e o desenvolvimento tecnológico e industrial, levou a sociedade a um consumo exacerbado, muito além do necessário à própria sobrevivência, tornando os padrões de consumo e produção cada vez mais insustentáveis [1].

Desde então, o mundo tem-se deparado com diversas problemáticas ao nível da gestão de resíduos, obrigando-o a criar novas alternativas de modo a reestabelecer o equilíbrio e a sustentabilidade do planeta [2].

1.1 *Sociedade de Consumo*

Existe apenas um planeta Terra mas, em 2050, o mundo consumirá como se existissem três [3].

O contexto social em que atualmente nos inserimos é de uma sociedade denominada por *sociedade de consumo* [2]. Esta sociedade eclodiu entre o século XVI e XVIII com o aparecimento de novas mercadorias no quotidiano dos diferentes segmentos sociais (resultado da expansão ocidental para o oriente) e intensificou-se nos séculos XIX e XX [4, 5].

São várias as teorias sobre a *sociedade de consumo*, o que torna complexa a tarefa de delimitar as suas fronteiras e atribuir uma definição única. No entanto, esta sociedade é caracterizada, por vários autores, como uma sociedade capitalista que compra e acumula cultura material perante a forma de mercadorias e serviços, consumindo em massa (inclusive o consumo de moda/novidade). A denominada *sociedade de consumo* apresenta também, uma elevada taxa de consumo individual, bem como uma taxa de descarte das mercadorias quase tão elevada quanto a taxa de aquisição das mesmas [4, 6].

Atualmente, a *sociedade de consumo* permanece alheia ao ciclo de vida dos produtos, descartando-os como resíduos, sem qualquer noção do potencial que estes ainda apresentam na cadeia de valor e de mercado. Esta falta de noção tem levado a população a atos irresponsáveis de descarte de resíduos urbanos, entre os quais, resíduos de embalagens, que se refletem no meio ambiente como impactes negativos [2, 7].

Tendo em conta que a Terra é um sistema fechado, isto é, não existe uma troca significativa de matéria entre ela e o meio envolvente (Universo), todo o lixo produzido irá afetar direta e/ou indiretamente o meio ambiente, bem como a população nele inserida.

É um facto que qualquer espécie necessita de consumir para sobreviver. No entanto,

a problemática do consumismo surge quando este extrapola a barreira do necessário, tornando-se exagerado e/ou supérfluo. Este consumo desmedido aliado ao ritmo acelerado do mercado e ao incentivo de aquisição de novos e mais produtos como meio de substituição e descarte dos já existentes, induz, para além de uma enorme produção de resíduos, um aumento de gases com efeito de estufa e uma exploração massiva de recursos naturais, face ao baixo índice de reaproveitamento [1, 6, 8]. Reverter estes padrões insustentáveis de consumo e produção em padrões sustentáveis dos mesmos é um desafio mundial, uma vez que segundo [3], *o consumo mundial de matérias-primas, como a biomassa, os combustíveis fósseis, os metais e os minerais, deverá duplicar nos próximos quarenta anos, prevendo-se que a produção anual de resíduos aumente 70% até 2050* .

1.2 Resíduos de embalagens

Segundo dados da *Eurostat*, em 2018 os resíduos de embalagens atingiram um total de 174 kg por habitante, na União Europeia (UE) [9].

A figura 1.1, representa a produção de resíduos de embalagens em 27 Estados-Membros da UE, por material de embalagem, onde a produção de resíduos de embalagens metálicas e de plástico corresponde a 5 e 19%, respetivamente [9].

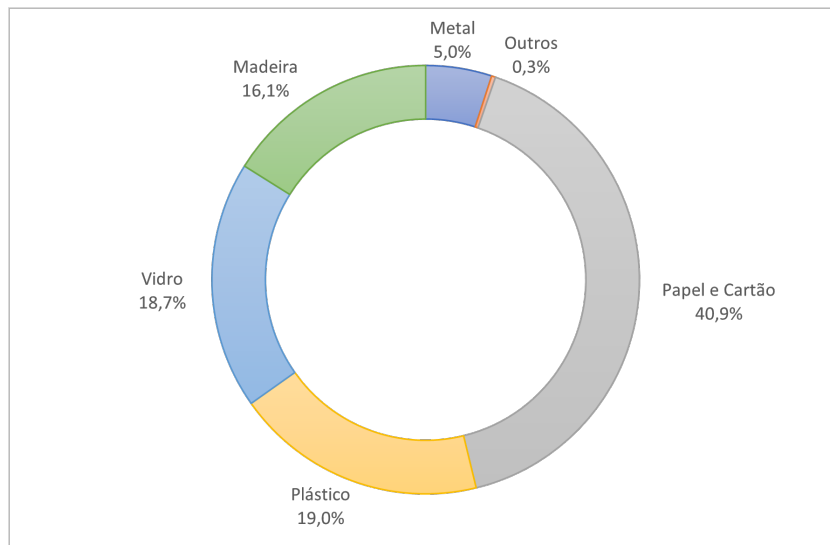


Figura 1.1: Produção de Resíduos de Embalagens por material de embalagem, UE-27, 2018 [9].

Entre 2008 e 2018 a quantidade total de materiais de embalagens produzidos aumentou 9,4%, o que representa um aumento de 6,7 milhões de toneladas. Ao longo deste período, de 10 anos, a produção de resíduos de embalagens de plástico aumentou 15,3%, destacando-se assim, como o segundo material que mais resíduos de embalagens gerou (depois do papel e cartão com um aumento de 15,5%), e a produção de embalagens metálicas decresceu 5,2% distinguindo-se como o único material onde se verificou um declínio [9].

1.2.1 Embalagens de plástico

A utilização de plástico tem vindo a degradar os sistemas naturais devido a descartes (especialmente no oceano) e ao aumento das emissões de gases com efeito estufa (resultado da produção e incineração após o uso), e a aumentar os impactes na saúde e no meio ambiente devido a substâncias potencialmente tóxicas [10].

Embora as embalagens de plástico não sejam consideradas resíduos perigosos, estas podem provocar impactes severos no meio ambiente e na saúde humana. Diversos estudos têm constatado que ao longo do processo de degradação fotoquímica e abrasão, os plásticos transforma-se em plásticos de dimensões muito reduzidas (inferiores a 5mm), denominados por microplásticos. Os microplásticos têm uma enorme capacidade de absorção de outros tipos de substâncias poluentes presentes no ambiente, por exemplo, nos oceanos (como é o caso dos pesticidas, metais pesados e outros poluentes orgânicos persistentes). Um dos maiores problemas, relativamente aos microplásticos, é o facto destes plásticos serem persistentes e se encontrarem dispersos nos diferentes compartimentos ambientais, nomeadamente nas praias, na superfície oceânica (a flutuar), em toda a coluna de água (em suspensão) e no fundo oceânico (depositado) [10, 11]. Tal como evidencia [10] a respeito da cadeia trófica marinha: *O processo de transferência dos microplásticos vai desde o plâncton e pequenos crustáceos, pequenos peixes, grandes peixes e finalmente o Homem.*

Em 2019 o mundo produziu 368 milhões de toneladas de plástico, conferindo um aumento de 9 milhões de toneladas, quando comparado com o ano anterior. Já a Europa produziu, em 2019, 57.9 milhões de toneladas de plástico apresentando assim, uma diminuição de 3.9 milhões de toneladas comparativamente ao ano 2018 [12].

Em 2015 a Europa produziu aproximadamente metade da quantidade de plástico produzida em 2019, cerca de 25.8 milhões de toneladas. Embora se tenha verificado uma diminuição da produção de plástico entre 2018 e 2019, numa escala temporal mais alargada, é possível constatar que a produção de plástico tem vindo a aumentar tendencialmente, uma vez que se registou um aumento de aproximadamente 50% no período de 2015 a 2019 [13, 12].

Das 50.7 milhões de toneladas de plástico, procuradas por transformadores de plástico na Europa em 2019, 39.6% foram procuradas para a produção de embalagens, sendo a indústria de produção de embalagens plásticas a maior empregadora deste material, na Europa [12].

Da procura total de plástico na Europa, em 2018 e 2019, cerca de 4 milhões de toneladas correspondem a uma procura por politereftalato de etileno (PET), sendo esta, a sexta resina mais procurada na Europa, conforme se pode verificar na figura 1.2, relativamente aos diferentes tipos de resinas plásticas existentes (ver figura 3.1) [12].

Do total de plástico procurado na Europa, em 2018 e 2019, cerca de 4 milhões de toneladas correspondem a uma procura por Politereftalato de etileno (PET), sendo esta a sexta resina mais procurada na Europa, conforme se pode verificar na figura 1.2 [12].

O PET tornou-se o polímero termoplástico mais usual, a nível mundial, na produção de embalagens para engarrafamento de bebidas. O motivo pelo qual este material se tornou tão usual deve-se ao facto de possuir excelentes propriedades, principalmente a sua resistência à quebra e a capacidade de originar garrafas com um peso bastante inferior quando comparadas com o peso de garrafas de vidro de igual volume. Comparativamente com outros polímeros, o PET apresenta uma alta clareza, assim como uma ótima barreira

contra oxigénio e humidade [14, 15].

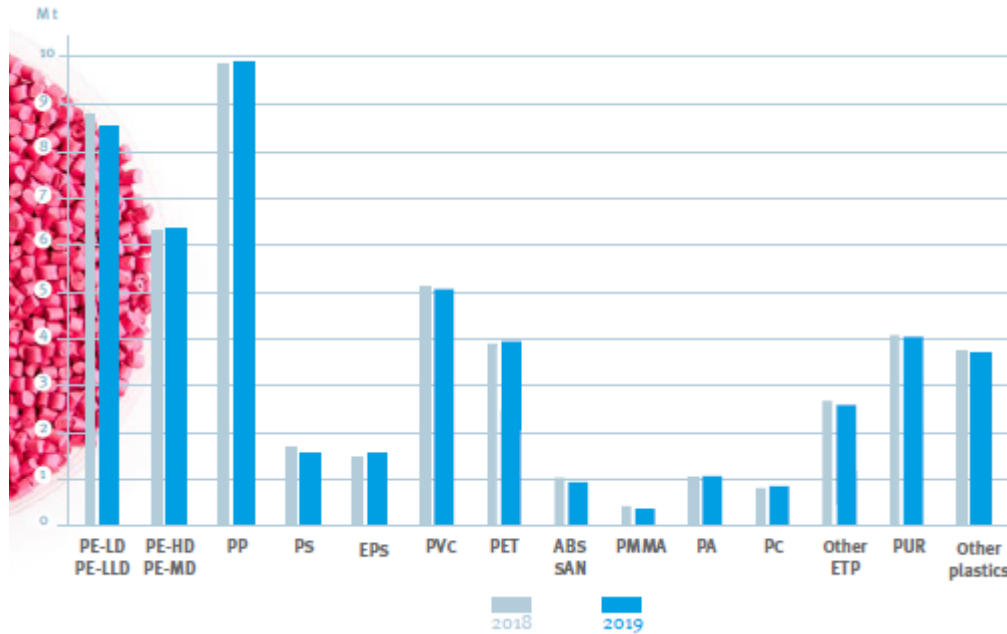


Figura 1.2: Distribuição da procura de transformadores de plástico europeus por tipo de resina, em 2019 [12].

Legenda:

PE-LD : Polietileno de baixa densidade	PP : Polipropileno
SAN : Estireno Acrilonitrilo	EPS : Poliestireno expandido
PE-LLD: Polietileno linear de baixa densidade	PS : Poliestireno
PE-MD: Polietileno de média densidade	PVC : Policloreto de vinila
PET : Politereftalato de etileno	PA : Poliamida
PE-HD : Polietileno de alta densidade	PMMA: Acrílico
ABS : Acrilonitrila butadieno estireno	PC : Policarbonato
ETP : Termoplásticos de engenharia	PUR : Poliuretano

Hoje em dia, as garrafas PET são utilizadas para engarrafamento de água mineral, tisanas, refrigerantes, bebidas energéticas, bem como cerveja, vinho e sumos. O aumento do uso de garrafas PET tem vindo a aumentar ao longo do tempo [14].

1.2.2 Embalagens de Alumínio

O alumínio e o aço têm-se difundido, nos tempos modernos, como nenhum outro metal. Ao longo dos últimos 40 anos, a produção de alumínio tem crescido anualmente, cerca de 3,7% [16].

Um dos maiores impactes ambientais associados ao alumínio deve-se à sua produção, nomeadamente à extração de bauxita e posterior obtenção de alumina para transformação em alumínio. Este processos (de extração) conferem impactes significativos no meio ambiente, devido à elevada quantidade de energia necessária e à consequente emissão gases com efeito de estufa (GEE) [17].

De todos os materiais de embalagens, o vidro e o alumínio são os que mais contribuem para o aumento de gases com efeito de estufa (GEE) e conseqüentemente para o aumento do aquecimento global [18].

Outro impacto ambiental, resultante da produção de alumínio, são as *lamas vermelhas*. As *lamas vermelhas*, são um resíduo sólido, composto por óxidos de ferro, resultante da produção de alumina. Este resíduo é, normalmente, descartado em lagos, lagoas ou diretamente no oceano. O descarte inadequado das *lamas vermelhas* levam à contaminação do solo, poluição do lençol freático e suspensão de partículas finas no oceano [19, 20].

Atualmente a Europa produz cerca de 98 mil milhões de toneladas de embalagens metálicas para os mercados de bebidas e alimentos, e para os setores industriais de saúde e beleza. Cada cidadão da UE consome, em média, 4 unidades de embalagens metálicas semanalmente [21].

As embalagens de metal são feitas maioritariamente de materiais permanentes como aço e alumínio. Denomina-se, como material permanente, aquele cujas propriedades inerentes não se alteram nem durante o uso nem durante repetidos processos de reciclagem, conforme se pode verificar na figura 1.3. Além disso, a reciclagem destes materiais não requer, necessariamente, a adição de material primário ou qualquer outro aditivo, uma vez que estes materiais não perdem as suas propriedades básicas [21]. Os materiais permanentes, como é o caso do alumínio, são considerados materiais 100% recicláveis [22].

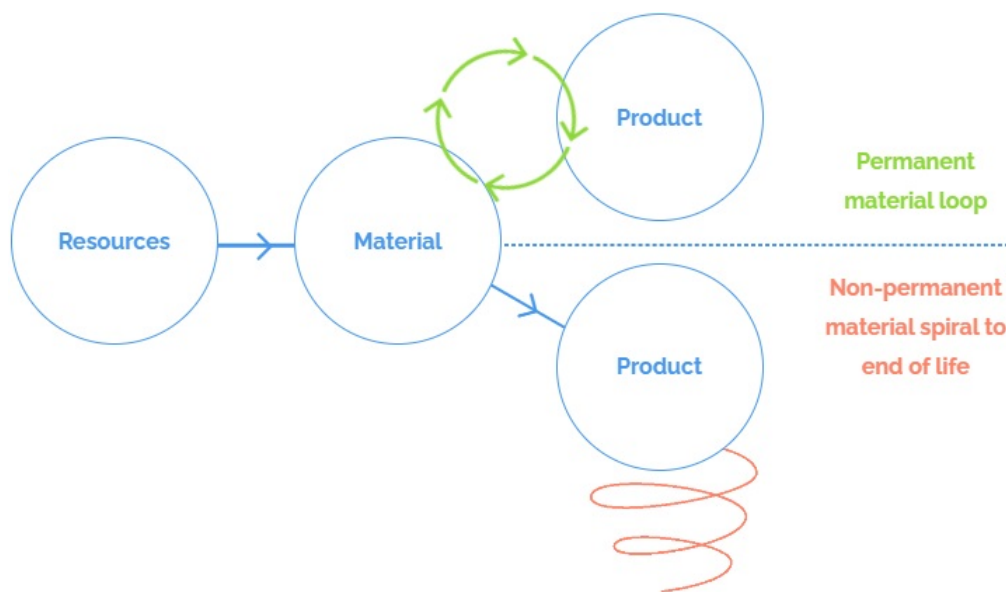


Figura 1.3: Representação esquemática do ciclo de vida de um material permanente comparativamente com o ciclo de vida de um material não permanente [21].

As embalagens de metal são as embalagens mais recicladas a nível Europeu. Hoje em dia, 76,1% das latas de alumínio, para engarrafamento de bebidas, são recicladas na Europa [21].

A reciclagem do metal, como o alumínio, economiza matérias-primas primárias, energia e reduz as emissões de gases com efeito de estufa. Uma tonelada de material reciclado

usa menos 70% a 95% de energia do que a produção de uma tonelada de metal com matéria-prima virgem [21].

1.3 Economia Linear *versus* Economia Circular

Desde a revolução industrial que a forma de produzir e consumir ocorre linearmente, ou seja, as matérias-primas utilizadas na produção de novos produtos são consumidas e descartadas, como lixo, posteriormente. Embora este modelo de economia linear tenha sido utilizado e bem-sucedido, ao longo dos anos a extração das matérias-primas, a transformação destas em novos produtos e o descarte, não tem em consideração que os recursos naturais e energéticos são finitos [23].

A figura 1.4 representa, esquematicamente, o modelo económico linear.



Figura 1.4: Representação esquemática do modelo económico linear [24].

A economia linear e o crescimento mundial da população têm provocado um aumento da produção de resíduos e uma procura crescente de matérias-primas. A extração e a utilização destas matérias-primas primárias e o destino incorreto dos resíduos produzidos, traduzem-se em impactes ambientais negativos enormes, aumentando o consumo de energia e as emissões de CO₂ para a atmosfera. Além dos impactes ambientais negativos, a economia linear promove ainda o consumismo, traduzido num aumento da instabilidade do mercado [23, 25].

A escassez dos recursos energéticos e materiais, e a instabilidade do mercado, levou ao surgimento de um novo modelo económico, baseado numa economia circular [23].

A economia circular propõe um equilíbrio entre o sistema económico, a sociedade e o meio ambiente, procurando otimizar os materiais, ao alargar a vida útil dos produtos ao longo e após o seu uso, conforme esquematiza a figura 1.5. Assim, é possível reduzir o uso de matérias-primas primárias e de recursos não renováveis, aumentando a circularidade de resíduos e de subprodutos através da sua incorporação no processo produtivo [23].



Figura 1.5: Representação esquemática do modelo económico circular [25].

A criação de medidas para prevenir a produção de resíduos e para promover a produção ecológica ou a reutilização, podem refletir-se em poupanças nas empresas europeias, proporcionando também, uma redução dos gases com efeitos de estufa emitidos anualmente [25].

A transformação para uma economia cada vez mais circular poderá ter como vantagens [25]:

- A diminuição da pressão sobre o ambiente;
- Uma maior segurança na extração e uso de matérias-primas;
- Um crescimento da competitividade;
- Um estímulo e um progresso na inovação;
- O incentivo ao crescimento económico;
- A criação de, aproximadamente, 700 mil postos de trabalho na União Europeia até 2030.

Uma economia circular dará, aos consumidores, a possibilidade de obterem produtos inovadores e duradouros. Assim, é previsível uma poupança económica a longo prazo, por parte dos consumidores.

A Comissão Europeia tem vindo a traçar um caminho no que respeita ao desenvolvimento e implementação de políticas de sustentabilidade ambiental. Assim, é espectável que o futuro passe por uma gestão de resíduos, cada vez mais inserida numa economia circular (garantindo um equilíbrio entre o sistema económico, a sociedade e o meio ambiente) abandonando, desta forma, o ainda atual modelo linear [25].

1.4 Logística Reversa

A logística é definida como um processo de planeamento, implementação e controlo eficiente do fluxo e armazenamento quer de produtos quer de serviços e informações associadas, abrangendo todo o percurso desde a origem ao consumo. O principal objetivo da logística é atender, eficientemente, as necessidades dos consumidores, fornecendo-lhes produtos e serviços [26].

Por sua vez, a logística reversa é, entre outros, um meio de atenuar a atual situação de degradação ambiental [26, 27]. Este tipo de logística consiste num fluxo inverso, ou seja, num retorno dos bens do consumidor final ao fabricante inicial [26].

A logística reversa tem um vínculo forte com a sustentabilidade e com a ecologia, dado o seu papel de recuperação de materiais e reintegração dos mesmos, no ciclo produtivo. Assim, o exercício da logística reversa apresenta benefícios ambientais e económicos para as empresas, uma vez que a reutilização, reciclagem e reaproveitamento de produtos contribui para a redução dos custos de produção e para o descarte desapropriado [27]. A figura 1.6 esquematiza o modo como opera a logística reversa.

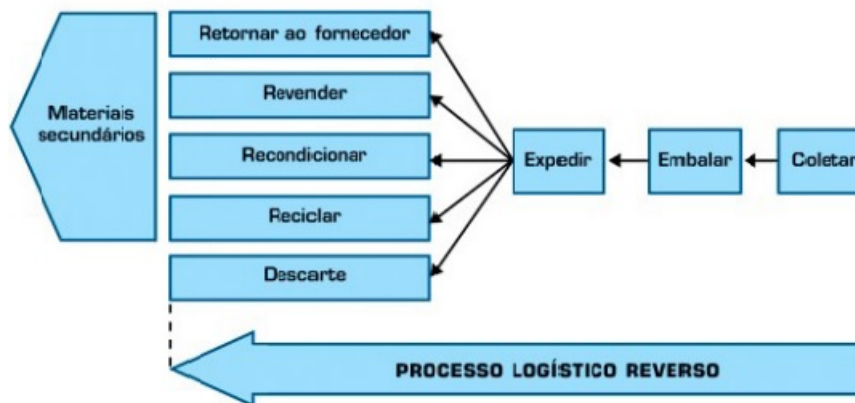


Figura 1.6: Representação esquemática do modo de funcionamento da logística reversa [27].

O processo de logística reversa inicia com a coleta de resíduos, posteriormente embalados e expedidos, cujo destino são os seguintes canais reversos:

- Retorno ao fornecedor;
- Revenda;
- Recondicionamento;
- Reciclagem;
- Descarte;

Os canais reversos possibilitam o retorno destes resíduos ao ciclo produtivo e/ou de negócio, como materiais secundários.

1.5 Projeto de Reciclagem e Reembolso de Embalagens de Alumínio e PET (REAP)

O projeto REAP, surgiu no âmbito das políticas de sustentabilidade ambiental que a Universidade de Aveiro (UA) tem vindo a desenvolver e implementar nos seus *campi*. Este é um projeto pioneiro a nível nacional, proposto pela UA e aprovado para financiamento pelo Programa Ambiente, do Mecanismo Financeiro plurianual (EEA Grants), estabelecido no Acordo do Espaço Económico Europeu [28].

Este projeto tem como princípio possibilitar aos estudantes e colaboradores da UA o reembolso, de um valor a determinar, por cada embalagem de bebida (de PET e/ou alumínio), que devolvam após o consumo. A devolução destas embalagens será efectuada através da colocação das mesmas, em equipamentos específicos adquiridos no âmbito do projeto, designados por máquinas de venda reversa [28].

É espectável que esta forma de recolha seletiva de embalagens de bebidas, com um baixo grau de contaminação, incremente a quantidade total de embalagens de PET e de alumínio recolhidas seletivamente na UA, para posterior encaminhamento para reciclagem.

A implementação do projeto piloto REAP terá como resultado, um produto proveniente da recolha seletiva das embalagens de bebidas e da respetiva compactação, através de *Reverse Vending Machines (RVMs)*. De acordo com [28], este produto poderá ser encaminhado para dois destinos distintos:

- **Transformação do produto em novas embalagens de PET e de alumínio**, através da reciclagem e da incorporação destes materiais na cadeia de produção, ou;
- **Reciclagem do produto para fins de inovação e demonstração**, ou seja, transformação do produto em matéria-prima apropriada a projetos de investigação, quer na área da impressão 3D, quer na incorporação da mesma na produção de novos materiais e produtos (embalagens). Desta forma, é espectável que se promova o setor da reciclagem e o mercado das matérias-primas secundárias.

No que respeita à implementação do projeto REAP, orçado em cerca de 842039 euros, a UA tem como parceiros a empresa Infinitum e os municípios por onde a UA se estende, nomeadamente Aveiro, Águeda e Oliveira de Azeméis [28]. A Infinitum é uma empresa norueguesa com larga experiência na implementação de um sistema de recolha de embalagens e respetivo reembolso, na Noruega [28].

Os contratos de financiamento, relativos ao REAP, foram assinados na Alfândega do Porto a 24 de julho de 2020 e a celebração de contrato contou com a presença da Secretária de Estado do Ambiente, Inês dos Santos Costa, da Secretária-Geral do Ambiente e da Transição Energética, Operadora do Programa Ambiente, Alexandra Carvalho, da Coordenadora da Unidade Nacional de Gestão do Mecanismo Financeiro do Espaço Económico Europeu e Ponto Focal Nacional, Susana Ramos, do Embaixador da Noruega em Portugal, Anders Erdal, e do Vice-reitor da UA, Professor Artur Silva [28].

Conforme descrito em [28] e afirmado pela coordenadora do projeto e Pró-reitora da UA, Professora Doutora Ana Velosa, com este projeto a UA, *assume-se cada vez mais como uma instituição de referência no panorama nacional e internacional, mantendo-se*

na vanguarda da adoção de Políticas de Sustentabilidade para um modelo de desenvolvimento humano mais sustentável baseado na economia circular.

1.6 Motivação e objetivos

Atualmente, a sustentabilidade e transição para um economia circular estão em voga, devido à necessidade crescente de proteção do meio ambiente e ao desenvolvimento económico-social.

A UA tem vindo a demonstrar um forte compromisso, no desenvolvimento e implementação de políticas de sustentabilidade ambiental. Desta forma a UA pretende modificar o atual sistema de gestão de resíduos, ao implementar um sistema de depósito e reembolso de garrafas e latas não reutilizáveis. Este sistema contará com o contributo de toda a comunidade académica (alunos e colaboradores), na devolução de embalagens de bebidas, de alumínio e PET, em equipamentos dedicados e adquiridos no âmbito do projeto REAP.

O presente trabalho visa definir as condições necessárias à implementação do projeto piloto de reembolso e reciclagem de embalagens de alumínio e PET, na UA. Assim, os objetivos deste trabalho são:

- **Definição do projeto piloto a ser implementado na Universidade de Aveiro**
 - Caracterização dos resíduos de embalagens de PET e alumínio;
 - Caracterização técnica dos equipamentos de depósito (RVMS);
 - Identificação dos locais de depósito e dimensionamento do piloto;
 - Definição da estratégia de rotulagem;
 - Projeção da rede de recolha das embalagens depositadas.
- **Análise financeira do modelo de negócio, de logística reversa, a ser implementado na UA**
 - Investimento;
 - Custos operacionais;
 - Receitas.

1.7 Metodologia

Relativamente à metodologia utilizada na presente dissertação, a sua sustentação teórica passa por uma recolha de elementos que permite estabelecer o seu estado da arte, nomeadamente no que respeita a sistemas de reembolso de depósito de embalagens, já existentes, e ao enquadramento legal dos mesmos.

No dimensionamento do piloto, são tidos em conta dados, fornecidos pela UA, relativamente às vendas de bebidas nos pontos de venda da UA, nomeadamente em bares, cantinas e restaurantes. Estes dados correspondem ao ano de 2019, considerado um ano de vendas típico, ao contrário dos anos 2020 e 2021, onde o número de vendas baixou devido à pandemia por *Covid-19*.

Adicionalmente são também, consideradas as características das *RVMs*, fornecidas pelos revendedores da marca das mesmas.

Assim, tendo em consideração estas informações, é possível definir e dimensionar o projeto piloto, de acordo com os seguintes pontos:

- Quantificação dos resíduos de embalagens de acordo dados fornecidos pela UA e caracterização dos resíduos de embalagens de PET e alumínio, de acordo com:
 - Marca;
 - Material constituinte da embalagem;
 - Material constituinte da tampa;
 - Conteúdo;
 - Capacidade;
 - Cor;
 - Massa da embalagem (com e sem tampa);
 - Densidade;
 - Diâmetro;
 - Altura.
- Caracterização técnica dos equipamentos de depósito (*RVMs*), de acordo com:
 - Dimensões (L X P X A);
 - Área;
 - Embalagens;
 - Capacidade de armazenamento por cabine;
 - Configurações;
 - Tecnologia de reconhecimento;
 - Velocidade de recolha;
 - Rede elétrica da EU;
 - Produtos digitais;
 - Ambiente.
- Identificação dos locais de depósito e dimensionamento do piloto, através da distribuição dos bares, cantinas e restaurantes da UA bem como dos lugares passíveis de albergar *RVMs*;
- Definição da estratégia de rotulagem com base nas características das embalagens (definidas anteriormente), das etiquetas e respetiva impressora (após contacto com um fornecedor das mesmas);
- Projeto da rede de recolha das embalagens depositadas, através:
 - Da definição de três cenários espectáveis, relativos à taxa de depósito;
 - De uma estimativa da frequência de recolha;

- Da definição de uma rede de transporte (tendo em conta um percurso estimado e a frequência de recolha), e o armazenamento (tendo em conta uma estimativa do volume anual necessário de armazenamento)
- Análise financeira do modelo de negócio de logística reversa a ser implementado, através da estimativa dos seguintes pontos:
 - Investimento necessário, com base em:
 - * Quantidade e preço dos equipamentos (RVMs, e impressora de etiquetas);
 - * Preço de serviços de instalação, formação, configuração, transporte e manutenção das RVMs;
 - * Quantidade e preço dos materiais necessários (anualmente).
 - Custos operacionais, de acordo com:
 - * A manutenção anual das RVMs;
 - * Os recursos humanos necessários;
 - * O consumo de eletricidade pelas máquinas adquiridas;
 - * O combustível utilizado no transporte das embalagens desde os locais de depósito até ao armazém;
 - * O valor de reembolso de depósito.
 - Receitas de acordo com:
 - * As vendas de material (PET e alumínio);
 - * O *valor anual de responsabilidade de gestão de resíduos*.

1.8 Estrutura da Dissertação

A dissertação é composta por 5 capítulos, e será organizada da seguinte forma:

1. **Introdução** - O presente capítulo, apresenta uma breve introdução dos temas inerentes à dissertação e o seu enquadramento com o projeto REAP. São também enumerados os objetivos propostos à realização deste trabalho.
2. **Estado da Arte** - Descreve alguns projetos desenvolvidos e apresenta o enquadramento legal, no âmbito de sistemas de reembolso de depósito de embalagens de bebidas não reutilizáveis, em Portugal e na Europa.
3. **Definição e Dimensionamento do Projeto Piloto a ser Implementado na UA** - Este capítulo tem como finalidade a definição das condições necessárias à implementação do projeto piloto na UA e a projeção de uma rede de recolha de embalagens depositadas, de modo a garantir o sucesso do projeto estudado.
4. **Análise Financeira** - Apresenta uma análise custo-benefício do projeto REAP, através de uma estimativa de investimento, dos custos operacionais e das receitas.
5. **Considerações Finais** - Apresenta as conclusões e limitações do trabalho desenvolvido, bem como algumas sugestões no que respeita à continuidade futura do estudo e implementação do projeto REAP.

Capítulo 2

Revisão do Estado da Arte

O desenvolvimento e a implementação de políticas de sustentabilidade ambiental têm ganhado cada vez mais ênfase na Europa. Este capítulo descreve alguns sistemas de reembolso de depósito de embalagens de bebidas, em Portugal.

2.1 Trabalhos Relacionados

Segundo [29], os sistemas de reembolso de depósito de embalagens de bebidas articulam dois tipos de incentivos económicos: um relativo à compra da embalagem em si e outro relativo a um subsídio de devolução da embalagem. Porém, se o consumidor não devolver a embalagem, não recebe o valor de reembolso, aumentando assim, o valor monetário da bebida e conseqüentemente a redução do consumo. No entanto, caso o consumidor da bebida descarte a embalagem incorretamente, qualquer outra pessoa pode entregar a mesma para reciclagem em troca do valor relativo ao reembolso de depósito.

De acordo com o relatório das Nações Unidas, sobre plásticos, a introdução da responsabilidade alargada dos produtores e dos sistemas de reembolso de depósito, demonstraram uma eficácia no que respeita à redução de resíduos de embalagens PET, promovendo assim, a reciclagem em diversos países [30].

Conforme descrito em [29], os sistemas de reembolso de depósito apresentam várias vantagens, tais como:

- Diminuição dos custos referentes às alternativas de tratamento de resíduos, como a reciclagem;
- Incorporação de materiais reciclados no ciclo produtivo de embalagens;
- Diminuição da poluição nos espaços públicos;
- Criação de empregos e conseqüente crescimento económico;
- Diminuição do volume de aterros sanitários.

No entanto, para além das vantagens anteriormente mencionadas, os sistemas de reembolso de depósito também apresentam alguns custos a nível financeiro, que se refletem na taxa de depósito das embalagens. Segundo [15], estes custos financeiros segmentam-se em:

- **Custos de investimentos, tais como:**

- Custos relativos à aquisição de ativos, como por exemplo, máquinas;
- Custos com a formação dos funcionários;

- **Custos operacionais, como por exemplo:**

- Custos referentes a mão de obra extra ou à manutenção das máquinas;
- Custos administrativos, nomeadamente a manutenção do sistema;
- Custos referentes ao transporte e contagem das embalagens coletadas;
- Custos alusivos à rotulagem das embalagens;

Atualmente, são 10 os países pertencentes à União Europeia e à Associação Europeia do Comércio Livre (EU28+EFTA), que têm um sistema de depósito e reembolso de embalagens implementado. A tabela A.1 estruturada e adaptada de acordo com [31], e presente no Apêndice A, apresenta diversos países da União Europeia (UE) que detêm sistemas de reembolso para depósito de embalagens de bebidas, bem como: o ano em que estes foram implementados, a entidade gestora do sistema, o material alvo, o tipo de bebida com embalagens passíveis de depósito, o valor de reembolso e a taxa de depósito obtida no ano 2019.

Ao analisar a tabela A.1 presente no Apêndice A, é possível constatar que o primeiro e o último país da EU28+EFTA a implementar o sistema foi a Suécia (em 1984) e a Lituânia (em 2016), respetivamente. Os sistemas de reembolso de depósito implementados são usados por cerca de 133,1 milhões de pessoas, o que corresponde a 26% da população europeia [15].

Os sistemas de depósito na UE incidem, maioritariamente, em embalagens de bebidas de plástico, metal e vidro, à exceção de embalagens de leite e produtos lácteos. Contudo, existem casos onde também são excluídas as embalagens de vinho e/ou de bebidas espirituosas. Note-se que, quer a Noruega quer Suécia, não incluem embalagens de vidro no sistema, e a Holanda apenas inclui embalagens de plástico PET. Na Alemanha, embora o vidro seja um dos materiais abrangidos pelo sistema, a taxa de depósito deste material no ano de 2019 é desconhecida [31, 15].

A razão pela qual as embalagens de leite são excluídas dos sistemas deve-se ao facto do leite ser considerado um alimento de primeira necessidade e, por isso, do ponto de vista ético, não se deve aumentar o seu preço [32].

De acordo com o relatório [31], o valor de depósito de embalagens de plástico e de metal, na EU28+EFTA, varia entre 0.06 euros e 0.40 euros dependendo, em alguns países, do volume de embalagens depositadas. Já o valor de depósito relativo às embalagens de vidro, varia entre 0.10 euros e 0.40 euros.

A taxa de depósito de embalagens de plástico e de metal na Europa é, em todos os países com o sistema de reembolso de depósito implementado, superior a 85% para ambos os materiais. A título de exemplo, a implementação do sistema na Lituânia levou a que recolha de embalagens PET aumentasse de 32% para 92%, entre 2016 e 2018 [15, 31].

Embora a Croácia apresentasse, em 2019, o valor de reembolso de depósito mais baixo (0.06 euros) de toda a EU28+EFTA, de acordo com o relatório [31], a Suécia (país europeu pioneiro na implementação de um sistema reembolso para depósito de embalagens de bebidas) foi o país com taxas de depósito de embalagens de plástico e metal mais baixas.

Em 2019, o país que apresentou as taxas de depósito de embalagens mais elevadas foi a Alemanha, cujas taxas de depósito de embalagens de plástico e de metal foram de 97% e 99%, respetivamente.

Os resultados presentes nos dois parágrafos anteriores, bem como os resultados dos restantes países pertencentes à EU28+EFTA (tabela A.1 do Apêndice A), podem dever-se a questões culturais, à distribuição e acessibilidade das RVMs, ou até mesmo às variáveis que cada país considera para o cálculo da taxa de depósito.

O valor de reembolso de depósito de embalagens na Alemanha, em 2019, era de 0.25 euros para todas as embalagens, independentemente do material e volume das mesmas, não sendo este, o valor mais alto de reembolso de depósito na EU28+EFTA, destacando-se a Dinamarca e a Finlândia com valores mais elevados para embalagens com volume superior a 1 L (0.40 euros) [31].

A figura 2.1 apresenta o esquema dos fluxos de material e financeiros na Alemanha [31].

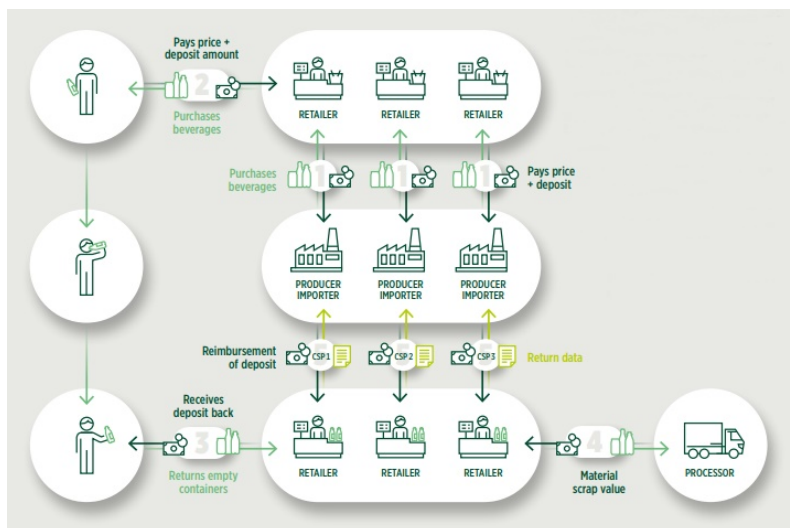


Figura 2.1: Representação esquemática dos fluxos de material e de dinheiro, do sistema de depósito e reembolso Alemão [31].

Ao contrário do que acontece na maioria dos países europeus, na Alemanha não existe uma organização central responsável pela coleta e consolidação de todos os dados de vendas, como é o caso da *Infinitum* (na Noruega), que representa um sistemas de gestão central. Em vez disso, existem vários *Clearing Service Provider* (CSPs) que coletam, validam e encaminham os dados (relativos às devoluções de retalhistas), para outro CSP que opera em nome da indústria de bebidas. Todo o retalhista/ rede de retalhistas tem um CSP único, assim como todos os produtores. Em alguns casos, o mesmo CSP pode atender o retalhista e o produtor/ importador, simultaneamente [31].

Desta forma, é possível constatar que a taxa de depósito de embalagens não depende diretamente do valor reembolsado ao cliente pelo depósito de embalagens de plástico e/ou metal, mas sim da logística do próprio sistema. As figuras 2.1 e 2.2, permitem comparar a logística do sistema Alemão com um típico sistema europeu.

Apesar de Portugal já ter decidido introduzir este sistema a nível nacional, países como Espanha, França, Eslováquia, Áustria, Letónia e Roménia ainda não tomaram essa

decisão [15].

No que respeita aos sistemas implementados, existem duas formas de funcionamento (manual e/ou através de RVMs). No caso do sistema funcionar manualmente, as várias etapas são realizadas por um colaborador do estabelecimento, o que torna o processo mais demorado em comparação com o mesmo processo realizado através de uma RVM, visto que atualmente as RVMs têm uma capacidade de aceitação de embalagens até 60 unidades por minuto. No entanto, os países da União Europeia utilizam, na sua maioria, os dois métodos em simultâneo (manual e RVMs) [15].

Segundo [32], além da velocidade do processo de reembolso de depósito de embalagens, as RVMs apresentam outras vantagens, como por exemplo:

- Capacidade de aceitação ou rejeição de uma determinada embalagem;
- Contagem do número de embalagens de modo automático;
- Emissão de um vale após a aceitação do depósito de embalagem;
- Manipulação posterior da embalagem.

Os fluxos de material e financeiros são semelhantes a nível europeu, conforme o fluxo representado, esquematicamente, na figura 2.2 [31, 15].

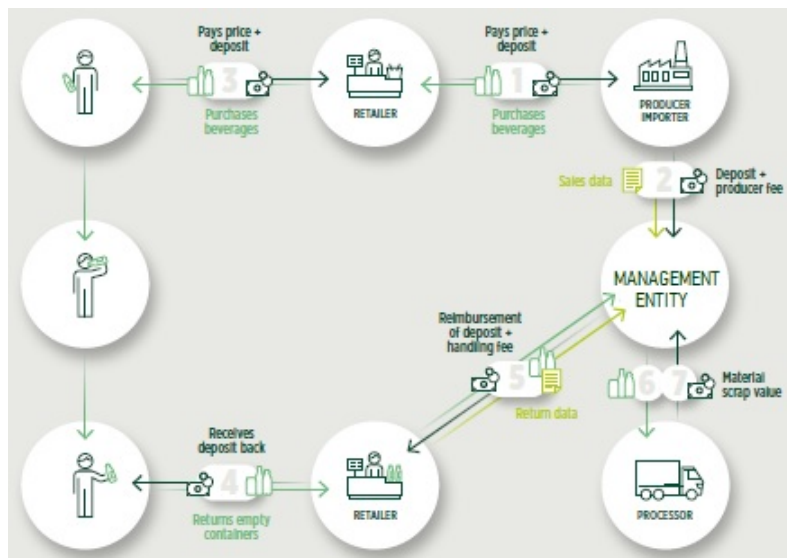


Figura 2.2: Representação esquemática dos fluxos típicos, de materiais e de dinheiro, de um sistema de depósito e reembolso europeu típico [31].

Em Portugal, os sistemas de reembolso de depósito de embalagens por meio de máquinas automáticas, nomeadamente RVMs, tiveram início no ano 2020.

No seguimento da Diretiva 2019/904 do Parlamento Europeu e do Conselho [33], Portugal criou um sistema de incentivo à devolução e depósito de embalagens de bebidas em plástico, vidro, metais ferrosos e alumínio, através da Lei nº 69/2018 [34]. Ao abrigo deste sistema de incentivo ao depósito de embalagens surgiu, em 2020, um projeto-piloto de devolução de embalagens de politereftalato de etileno, denominado *Do Velho Se Faz Novo*. O projeto-piloto teve como base a implementação de máquinas automáticas

(RVMs) para proceder ao depósito de embalagens PET e emissão do respetivo vale com o valor do reembolso.

O propósito do Governo português com a implementação deste projeto-piloto, passa pela aquisição de experiência e conhecimento para implementar e definir um futuro sistema de depósito de embalagens de bebidas mais alargado, incluindo o depósito de embalagens de plástico, vidro, metais ferrosos e alumínio, em todo o território nacional.

Mediante o Aviso nº 12599/2019, o Fundo Ambiental lançou um concurso cujo objetivo seria apoiar a implementação do projeto-piloto. O vencedor deste concurso foi o Consórcio composto pela Associação Portuguesa dos Industriais de Águas Minerais Naturais e de Nascente (APIAM), pela Associação Portuguesa de Bebidas Refrescantes Não Alcoólicas (PROBEB) e pela Associação Portuguesa de Empresas de Distribuição (APED). Em março de 2020 o Consórcio vencedor, deu início à implementação do projeto-piloto, através da instalação de 23 máquinas de recolha automática (RVMs), em grandes superfícies comerciais.

Segundo [15], a seleção dos locais para a instalação das máquinas, foi estabelecida, em colaboração com a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) de acordo com os seguintes critérios e pressupostos:

- Localização no território nacional, nomeadamente, Portugal continental;
- Instalação de, no mínimo, uma máquina por cada área de intervenção dos 23 Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU), conforme se pode observar na figura 2.3;
- Escolha dos concelhos com densidade populacional mais elevada, dentro de cada área de intervenção dos SGRU (sem exclusão das tipologias urbanas, semi-urbanas e rurais);
- Seleção de grandes superfícies comerciais, com mais de 2000 m^2 de área;
- Participação equilibrada dos diversos grupos económicos, de acordo com a sua representatividade no que respeita ao número de grandes superfícies passíveis de eleição;
- Se porventura existir apenas uma grande superfície comercial, em algum dos concelhos previamente definidos, essa é selecionada obrigatoriamente;
- Se existirem mais do que uma única grande superfície comercial, em algum dos concelhos previamente definidos, é dada preferência à superfície comercial com maior área de venda.

Devido ao facto de, na área de cobertura do SGRU Intermunicipal da Associação de Municípios do Alentejo Central (AMCAL - local '20' da figura 2.3), não existir nenhuma grande superfície comercial, com as características pré-estabelecidas (área superior a 2000 m^2), a APA decidiu instalar uma máquina extra numa superfície comercial de um concelho fronteiriço, nomeadamente no concelho de Évora. As embalagens recolhidas nesta máquina serão contabilizadas na recolha da AMCAL [15]. A tabela 2.1 apresenta os locais das superfícies comerciais onde o consórcio decidiu instalar as 23 RVMs.



Figura 2.3: Mapa da distribuição dos Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU), em Portugal Continental [35].

Tabela 2.1: Localização das superfícies comerciais onde se instalaram as RVMs no âmbito do projeto-piloto *Do Velho Se Faz Novo* [36, 15].

Estabelecimento	Grupo	Concelho	Mapa
Modelo Continente Hipermercado, SA	SONAE	Beja	
Continente Hipermercados, SA	SONAE	Braga	
Auchan Retail Portugal, SA	Auchan	Guimarães	
Barcelodis - Soc. De Distribuição, SA	Leclerc	Barcelos	
Pingo Doce - Distribuição Alimentar, SA	Jerónimo Martins	Bragança	
Modelo Continente Hipermercado, SA	SONAE	Covilhã	
Modelo Continente Hipermercado, SA	SONAE	Coimbra	
Modelo Continente Hipermercado, SA	Continente	Évora	
Pingo Doce - Distribuição Alimentar, SA	Jerónimo Martins	Évora	
Auchan Retail Portugal, SA	Auchan	Portimão	
Modelo Continente Hipermercado, SA	SONAE	Leiria	
Modelo Continente Hipermercado, SA	SONAE	Amadora	
Auchan Retail Portugal, SA	Auchan	Oeiras	
Modelo Continente Hipermercado, SA	SONAE	Portalegre	
Modelo Continente Hipermercado, SA	SONAE	Porto	
Continente Hipermercados, SA	SONAE	V. Nova de Gaia	
Distripafer - Supermercados, Lda	Mosqueteiros	Paços de Ferreira	
Modelo Continente Hipermercado, SA	SONAE	Almeirim	
Troncadis - Soc. De Distribuição, SA	Leclerc	Entroncamento	
Modelo Continente Hipermercado, SA	SONAE	Sines	
Auchan Retail Portugal, SA	Auchan	Almada	
Modelo Continente Hipermercado, SA	SONAE	Monção	
Modelo Continente Hipermercado, SA	SONAE	Viseu	

As RVMs empregues no projeto-piloto *Do Velho Se Faz Novo*, são da marca *TOMRA* cujo modelo é *T-70*. Este modelo foi dimensionado pela *TOMRA*, especificamente para superfícies com recolha de volumes médios de embalagens [37].

As *TOMRA T-70* apresentam um tamanho compacto, permitindo a instalação destas máquinas automáticas em estabelecimentos com espaço limitado, dado que possuem funcionalidades de compactação e acumulação integradas [15].

A tabela 2.2 apresenta uma breve descrição das características das máquinas automáticas *TOMRA T-70* (Single e Dual) e a figura 2.4 ilustra os respetivos protótipos.

Tabela 2.2: Descrição das características das máquinas automáticas *TOMRA T-70* (Single e Dual) [37].

Características	TOMRA T-70	
	Single	Dual
Dimensões [L x P x A]	810 mm x 1041 mm x 1690 mm	1293 mm x 1041 mm x 1800 mm
Área	0,84 m ²	1,4 m ²
Embalagens aceites	Latas, garrafas de plástico e garrafas de vidro não recarregáveis.	Latas, garrafas de plástico e garrafas de vidro não recarregáveis.
Capacidade de armazenamento por cabine	<ul style="list-style-type: none"> • Garrafas PET: Até 1100 (Compactadas) • Latas: Até 3200 (Compactadas) • Garrafas de Vidro: Até 300 	<ul style="list-style-type: none"> • Garrafas PET: Até 1500 (Compactadas) • Latas: Até 6000 (Compactadas) • Garrafas de Vidro: Até 300
Configurações	Descarga autónoma, frontal ou traseira. Também disponível na versão de montagem na parede.	Descarga autónoma, frontal ou traseira. Também disponível na versão de montagem na parede. Recipiente Soft-Drop para garrafas de vidro recarregáveis.
Tecnologia de reconhecimento	Fluxo TOMRA	
Velocidade de recolha	Até 45 embalagens por minuto	
Rede elétrica da EU	<ul style="list-style-type: none"> • 400 V, trifásico c/ terra, 50 Hz, 16 A • 230 V, monofásico c/ terra, 50 Hz, 13 A 	
Produtos digitais	Totalmente compatível com Digital Starter Pack (com Notify+Assist Basic, Weekly Digest and myTOMRA), Notify+Assist Premium, Weekly Reports, Donation, Promotion, Couponing, Voucher Control e API's & Integrations.	



(a) TOMRA T-70 Single



(b) TOMRA T-70 Dual

Figura 2.4: Ilustração das RVMs TOMRA T-70 [37].

De acordo com [15], o armazenamento das embalagens pela RVM é efetuado através de dois contentores/ cabines com dimensões exteriores de 600 mm de largura, 800 mm de profundidade e 1000 mm de altura, o que equivale a um volume de $0.48 m^3$. Estas cabines de armazenamento de embalagens são revestidas com sacos de plástico impermeáveis, de modo a evitar escorrências e a facilitar o armazenamento e manuseamento das embalagens recolhidas.

As *TOMRA T-70* têm um custo unitário de cerca de 20000 euros e dispõem de um sistema de identificação instantâneo de 360 graus, capaz de detetar todos os códigos de barras e marcas de segurança [15].

Relativamente à manutenção destes equipamentos, após uma formação prévia para o desempenho deste tipo de funções, os colaboradores dos supermercados realizam a manutenção necessária a estas máquinas.

De modo a contabilizar o número de embalagens por saco a *software* da máquina emite um talão de *reset*, aquando a substituição dos sacos [15].

O controlo remoto e a monitorização do estado de funcionamento, da recolha de dados de funcionamento e das atualizações de *software* ou reparações, são efetuados pelas RVM através de uma ligação à rede do fornecedor (mediante um router) ou através da rede das superfícies comerciais. Estes equipamentos da marca *TOMRA* dispõem também de um sistema de gestão, por meio de um aplicativo móvel, denominado por *Notify+Assist*. Este aplicativo móvel permite visualizar estatísticas diárias relativas a cada máquina (volume dos contentores, histórico de limpeza e reembolsos), e alertar o responsável para a necessidade de manutenção [38, 15].

O reembolso relativo ao depósito de embalagens através das RVMs, é realizado mediante a emissão de um talão de desconto, à semelhança do ilustrado na figura 2.5, cujo valor varia de acordo com a quantidade e capacidade das embalagens depositadas pelo consumidor (até um valor máximo por talão de 2 euros e validade de 1 mês). A liquidação do vale por parte do consumidor, pode ser efetuada por duas vias:

- Compras na superfície comercial onde foi efetuado o depósito das embalagens, ou;
- Doação a uma instituição de apoio social (neste caso, a doação é feita a partir da RVM, sem necessidade de emissão de um talão).



Figura 2.5: Talão relativo ao reembolso de depósito [15].

Relativamente às embalagens passíveis de depósito em RVMs, o projeto-piloto em

questão abrange todas as embalagens na categoria de bebidas comercializadas no mercado nacional e com destino ao consumidor final, cuja embalagem seja de PET, com capacidade entre 0.1 e 2 L (inclusive).

Para proceder ao depósito das embalagens o consumidor deve ter em atenção os seguintes requisitos [36, 15]:

- As embalagens não devem conter líquidos;
- As embalagens não devem ser espalmadas;
- As embalagens devem possuir a tampa e o rótulo intactos;
- As embalagens devem conter o código de barras legível.

De acordo com o Despacho n^o 6534/2019, o sistema de incentivo à devolução de embalagens consiste na atribuição de um prémio ao consumidor final por cada embalagem depositada na RVM (2 cêntimos por cada embalagem de 0.1 a 0.5 L e 5 cêntimos por cada embalagem de 0.5 a 2 L).

A logística relativa à recolha dos sacos inseridos na cabine das RVM, onde são armazenadas as embalagens compactadas, é da responsabilidade das entidades gestoras, conforme descrito na tabela 2.3.

Tabela 2.3: Entidades gestoras associadas a cada superfície comercial [15].

SGRU	Superfícies Comerciais	Entidade Gestora
Suldouro	Continente Gaia Jardim	SPV
Lipor	Continente Antas	SPV
Ambisousa	Intermarché de Paços de Ferreira	SPV
Resinorte	Auchan Guimarães	SPV
Braval	Continente Braga	SPV
Resulima	E.Leclerc Barcelos	SPV
Valorminho	Continente Monção	SPV
Resíduos do Nordeste	Pingo Doce Bragança - Zona Industrial	SPV
Ecolezíria	Continente Almeirim	SPV
Resitejo	E.Leclerc Entroncamento	NOVO VERDE
Valorlis	Continente Leiria	SPV
Ersuc	Continente CoimbraShopping	ELECTRÃO
Ecobeirão	Continente Viseu	ELECTRÃO
Resiestrela	Continente Covilhã	SPV
Valnor	Continente Portalegre	SPV
Valorsul	Continente Amadora	NOVO VERDE
Tratolixo	Auchan Alfragide	SPV
Gesamb	Pingo Doce Évora E.N.114	ELECTRÃO
Amcal	Continente Évora	NOVO VERDE
Resialentejo	Continente Beja	SPV
Algar	Auchan Portimão	SPV
Ambilital	Continente Sines	SPV
Amarsul	Auchan Almada	SPV

Conforme descrito em [15], os resíduos de embalagens recolhidos pelas máquinas automáticas no âmbito do projeto-piloto *Do Velho Se Faz Novo*, são encaminhados para empresas de reciclagem. De acordo com os contratos celebrados com a entidade gestora, as embalagens recolhidas são encaminhadas para uma das três empresas seguintes:

- Ecoiberia - Situada em Vila Nova de Famalicão (Braga);
- Evertis - Situada em Portalegre
- Torrepet - Situada em Mérida (Badajoz)

O fluxo de materiais e de dinheiro do projeto-piloto, segue o mesmo padrão da maioria dos sistemas de depósito e reembolso da Europa (figura 2.2).

Das embalagens recolhidas e encaminhadas para as empresas de reciclagem em 2020, constatou-se que 66.3 a 88% corresponde a PET transparente e 10 a 12% a PET colorido, existindo ainda, uma percentagem de material classificado como *refugo* devido à impossibilidade de reaproveitamento para reciclagem, como é o caso de algumas tampas de polietileno de baixa densidade (PE-LD) [15].

De modo a identificar algumas forças e fraquezas do sistema, bem como oportunidades e ameaças do uso das máquinas automáticas para a recolha das embalagens, em [15] realizou-se uma análise *SWOT* (*strengths, weaknesses, opportunities, threats*) ao sistema de incentivo à devolução de embalagens de bebidas de plástico não reutilizável, que se apresenta na tabela 2.4.

Tabela 2.4: Análise SWOT relativa ao sistema de incentivo à devolução de embalagens de bebidas de plástico não reutilizáveis [15].

FORÇAS	FRAQUEZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Simplicidade no modo de funcionamento da máquina automática, tornando a utilização bastante intuitiva por parte dos utilizadores; • Incentivo à devolução dos resíduos de embalagens de bebidas abrangidas pelo sistema, convertendo cada devolução num prémio monetário, vale de compras, que os utilizadores podem usar em compras; • Opção de reverter o valor do prémio numa doação a uma Instituições particular de solidariedade social (IPSS), contribuindo desta forma para uma causa social; • As RVM possuem um sistema de compactação de embalagens, o que permite uma otimização do volume dos sacos; • Recolha de material limpo, o que simplifica o processo de reciclagem do PET, traduzindo-se num produto reciclado de melhor qualidade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa velocidade de aceitação de embalagens; • O sistema não permite a emissão de um vale virtual; • A RVM não aceita embalagens com capacidade superior a 2 L, por exemplo, garrações; • Número de interrupções do normal funcionamento (mudança de saco, limpeza, outras manutenções necessárias); • Tempo de manutenção; • Divulgação em poucos canais de comunicação; • Baixo número de máquinas em locais com muita afluência; • Embalagens da mesma categoria de bebidas, mas de marcas estrangeiras, são rejeitadas (situação mais recorrente em zonas próximas da fronteira com Espanha); • Não rentabilização do espaço dos sacos; • Exclusividade da liquidação do vale referente ao reembolso de depósito, no pagamento de compras realizadas no estabelecimento onde foi efetuado o depósito das embalagens; • Validade do talão de apenas 1 mês; • Tempo bastante limitado para a decisão entre doação ou reembolso do valor relativo ao reembolso de depósito; • Nem sempre os funcionários afetos ao apoio às máquinas e aos seus utilizadores têm o perfil mais adequado.
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema inovador em Portugal e muito promissor para o aumento da quantidade e qualidade dos resíduos de embalagens recolhidos e encaminhados para reciclagem, existindo ainda possibilidade de estender a outros materiais de embalagem e, consequentemente contribuir para o cumprimento das metas comunitárias e nacionais de reciclagem de embalagens; • Contributo para o aumento da circularidade das embalagens com a incorporação de material secundário de qualidade para a produção de novas embalagens; • Baixo risco de negação, relativamente ao alaramento do número de máquinas a outros estabelecimentos comerciais ou entidades públicas e privadas; • Oportunidade de recursos a gamification aquando emissão do vale. 	<ul style="list-style-type: none"> • Transferência de comportamentos, entre o que antes era colocado nos ecopontos para as máquinas, não se traduzindo em muitos casos num aumento da taxa de participação na deposição seletiva das embalagens; • Recolha por terceiros, de embalagens encontradas na rua (chão), nos ecopontos e nos contentores destinados aos resíduos indiferenciados; • Incerteza quanto ao comportamento dos utilizadores, uma vez que no futuro, o sistema deverá funcionar como um verdadeiro sistema de depósito e reembolso não estando implícito a atribuição de um prémio; • Desconhecimento sobre o valor de depósito que se irá instituir o qual poderá ser determinante para os comportamentos de devolução; • Necessidade de uma boa logística, em especial que evite demoras na recolha dos sacos, armazenados nos estabelecimentos comerciais, pelas entidades gestoras; • Necessidade de uma rede alargada de máquinas para se conseguir elevadas taxas de recolha; • Custo do sistema, em especial, o investimento nas máquinas e as operações de recolha; • Possibilidade da aplicação Notify + Assist, de gestão do sistema em loja, ser gerida por apenas uma pessoa; • Melhoria do Ecodesign das embalagens, de modo a reduzir a quantidade de embalagens PET coloridas e os materiais complexos, aquando o fabrico das mesmas.

Além do projeto-piloto *Do Velho Se Faz Novo*, Portugal conta ainda com mais nove iniciativas aprovadas no mesmo âmbito [15, 39]:

- **Nova School of Business & Economics (SBE)** - A Universidade Nova School of Business & Economics (SBE) de Cascais em parceria com a marca *TOMRA*, implementou um sistema de depósito e reembolso de embalagens em todo o campus, introduzindo um acréscimo de 0.15 euros ao valor pago por cada embalagem de bebidas de plástico (valor ligeiramente mais elevado que o aplicado no projeto-piloto *Do Velho Se Faz Novo*), sendo esse mesmo valor reembolsado ao consumidor final aquando a devolução da embalagem numa *RVM*. O reembolso pode ser efetuado

de duas formas: eletronicamente (sem emissão de qualquer vale, mediante o aplicativo *myTOMRA*), ou digitalmente (enviando o valor relativo ao reembolso para o Centro Comunitário da Freguesia de Carcavelos);

- **Cascais Ambiente** - A Cascais Ambiente também possui o mesmo sistema na Câmara Municipal de Cascais, para aproximadamente 1500 utilizadores. Este sistema está desenvolvido para a devolução de embalagens de bebidas de plástico e vidro (com uma capacidade de até 2 L) e latas. No caso da *Cascais Ambiente*, por cada embalagem é reembolsado 0.1 euros, mediante um vale emitido pelas RVM, que é trocado na receção da Cascais Ambiente ou na cantina. Adicionalmente, o vale emitido contém um QR Code que vale 2 *citypoints* no aplicativo de *gamification* da Câmara Municipal de Cascais;
- **Bebidas+ Circulares** - Este projeto conta com a gestão do Consórcio constituído pela Associação Portuguesa dos Industriais de Águas Minerais Naturais e de Nascente (APIAM), pela Associação Portuguesa de Bebidas Refrescantes Não Alcoólicas (PROBEB) e pela Associação Portuguesa de Empresas de Distribuição (APED), bem como com a parceria da Câmara Municipal de Lisboa, no âmbito da iniciativa *Lisboa Capital Verde Europeia*. O projeto conta também, com 11 RVMs localizadas em superfícies comerciais no concelho de Lisboa. A diferença relativamente ao projeto *Do Velho Se Faz Novo* é o facto das RVMs estarem preparadas para aceitar não só embalagens PET, mas também latas, sendo que três destes equipamentos aceitam também garrafas de vidro. À exceção do descrito anteriormente, todo o projeto apresenta parecenças com o projeto-piloto *Do Velho Se Faz Novo*, como é o caso do valor devolvido por cada embalagem, podendo este ser recebido na forma de um vale para posterior utilização na superfície comercial onde as embalagens foram depositadas. Além disso, o valor também pode ser doado, à *Associação Mais Proximidade Melhor Vida* ou, no caso do Mercado Municipal de Benfica, este valor converte para a *Associação Ajuda de Berço*;
- **Sistema de depósito de embalagens não reutilizáveis de bebidas nos Açores** - A implementação deste projeto teve como base a aquisição de 25 RVMs (destinadas ao depósito de embalagens, não reutilizáveis, de bebidas), com destino às 9 ilhas do arquipélago do Açores. O valor relativo ao reembolso do depósito por cada embalagem é de 0.05 euros e é depositado num cartão físico ou virtual passível de ser utilizado em qualquer superfície comercial pertencente a *Rede Integrada de Apoio ao Cidadão*;
- **Oeste + Recicla** - O projeto *Oesta + Recicla* tem como objetivo a implementação de um sistema de depósito e reembolso para garrafas de bebidas não reutilizáveis. Assim, será atribuído, ao consumidor, um vale de reembolso pelo depósito de embalagens. Esta reembolso de depósito será efetuado pelas RVMs ao consumidor final, mediante de um vale de desconto em compras nas superfícies comerciais, em compras de bilhetes/passes e/ou em doações a instituições de solidariedade social.
- **iREC - Inovar a Reciclagem** - Pretende-se implementar o projeto *iREC* a partir de 2022, em Cascais, onde serão instaladas 10 RVMs nas principais superfícies comerciais do município. O esquema relativo aos incentivos centrar-se-á num sistema de *gamification*, com recurso a aplicativos que recompensarão os utilizadores

pelo depósito das embalagens de bebidas de plástico, vidro e latas de alumínio, em RVMs, através de *citypoints* passíveis de ser convertidos em vários serviços, como bilhetes de autocarro e entradas em museus;

- **MAFRA Reciclar a valer +** - O Município de Mafra tem como objetivo, através deste projeto, a criação de um laboratório vivo de sistemas de incentivo, permitindo testar soluções tecnológicas distintas e monitorizar os respetivos resultados. Assim, este sistema é constituído por:
 - Diferentes tipos de equipamentos de depósito, de maneira a identificar os que melhor se adequam a cada localização e grupos de utilizadores;
 - Tecnologias de sensores e de inteligência artificial que possibilitem a obtenção de informação sobre a eficácia e eficiência do sistema;
 - Plataforma de monitorização, em tempo real, da rede de equipamentos, capaz de gerir automaticamente as operações de recolha.

O *MAFRA Reciclar a valer +*, preocupa-se com a redução dos custos do processo de recolha, ao prever a separação prévia das embalagens, de acordo com o tipo de material que as compõe. No entanto, não pode ser considerado um projeto circular, uma vez que não prevê o fecho de ciclo para o material nem a sua reposição no mercado.

- **Para cá do Marão embalagens não!** - Este projeto tem como promotor o Município de Vila Real e pretende promover uma economia circular das embalagens de bebidas de plásticos e latas, tendo como base a política dos 5 R's (repensar, reduzir, reutilizar, reciclar e recusar). As embalagens recolhidas no âmbito deste projeto serão encaminhadas para a reciclagem através da *RESINORTE*. Assim, pensa-se implementar ao longo do decorrer do projeto, 5 ações:
 - Instalação de RVMs nas principais superfícies comerciais do Concelho de Vila Real;
 - Instalação de bebedouros nos edifícios municipais e nos agrupamentos de escolas, de modo a oferecer água da rede pública e diminuindo assim a produção de resíduos de garrafas;
 - Instalação de um parque infantil, totalmente construído de material reciclado promovendo assim, a Economia Circular associada às embalagens e latas de bebidas;
 - Dinamização de ações de envolvimento da sociedade na recolha de resíduos depositados nas infraestruturas urbanas ao longo rio Corgo, bem como uma posteriormente exposição concebida por um artista plástico nacional, nesta temática;
 - Sensibilização da população de modo a recusarem a produção de resíduos.
- **REAP - Reciclagem e Reembolso de Embalagens de alumínio e PET**
 - Este projeto é descrito detalhadamente no Capítulo 1, (*Introdução*), sendo a presente dissertação realizada no âmbito deste projeto.

2.2 Enquadramento legal

A problemática da gestão de resíduos é algo que está patente nos planos nas Nações Unidas, que visam o desenvolvimento sustentável e a economia circular (ponto 2.2.1). Simultaneamente a União Europeia (UE) tem criado regulamentos, decisões e diretivas, que definem metas e planos de ação relativos à gestão de resíduos, apresentando-se no ponto 2.2.2, os documentos mais importantes.

Cada país membro da UE aplica os regulamentos e as decisões, aquando a sua data de entrada em vigor, e transpõe as diretivas desenvolvidas pela UE no prazo previsto para o efeito, passando a vigorar como leis nesses países.

Contudo, é da responsabilidade de cada país a elaboração de legislação própria, de forma a determinar o modo como estas regras serão aplicadas.

No que respeita aos sistemas de incentivo à devolução de embalagens de bebidas não reutilizáveis, Portugal à semelhança dos restantes estados membros da UE, tem vindo a adotar e a transpor a legislação da UE bem como a elaborar legislação própria, apresentando-se na secção 2.2.3 os principais documentos.

2.2.1 Plano de ação das Nações Unidas

- **Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development (A/RES/70/1)** [40] - A *Agenda 2030* é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade, que procura fortificar a paz mundial. O presente plano apresenta 17 *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável* (ODS) e 169 metas para erradicar a pobreza e promover uma vida digna para todos, tendo em conta os limites do nosso planeta. Os objetivos e metas deste plano de ação são claros, de modo a que todos os países o adotem (tendo em consideração as suas prioridades), e atuem como que numa parceria mundial orientando as escolhas necessárias para melhorar a vida das pessoas, a curto e longo prazo.

O ODS 12 - *Produção e Consumo Sustentáveis*, entre as suas metas apresenta:

- Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos;
- Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização.

2.2.2 Planos de ação, metas e legislação europeia

- **Comunicação 028 de 2018, Uma Estratégia Europeia para os Plásticos na Economia Circular, da Comissão Europeia, de 16 de Janeiro de 2018 (COM/2018/028 final)** [13] - Esta estratégia propõe ações com o objetivo de consciencializar a população para uma economia de plásticos mais circular. A estratégia apresenta assim, compromissos indispensáveis para a ação ao nível da União Europeia, como:

- Melhorar da economia e da qualidade da reciclagem de plásticos;
- Reduzir os resíduos de plástico, bem como os restantes resíduos;
- Impulsionar a inovação e o investimento para promover soluções circulares;
- Mobilizar a ação a nível mundial.

- **Diretiva (UE) 2018/851 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de maio de 2018 que altera a Diretiva 2008/98/CE relativa aos resíduos** [41] - Esta diretiva descreve várias medidas de proteção do ambiente e da saúde humana, através da prevenção ou redução:

- Da produção de resíduos;
- Dos impactes adversos resultantes da produção e gestão de resíduos;
- Dos impactes gerais do uso dos recursos e da melhoria da eficiência dessa utilização

Estas medidas são essenciais na transição para uma economia circular e para assegurar a competitividade da UE a longo prazo.

- **Diretiva (UE) 2018/852 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de maio de 2018 que altera a Diretiva 94/62/CE relativa a embalagens e resíduos de embalagens** [42] - Esta diretiva apresenta objetivos de longo prazo relativos à gestão de resíduos da UE e serve de orientação aos operadores económicos e Estados-Membros no que respeita aos investimentos necessários para atingir os objetivos. Esta diretiva apresenta as seguintes metas:

- *Até 31 de dezembro de 2025, devem ser reciclados pelo menos 65 %, em peso, de todos os resíduos de embalagens;*
- *Até 31 de dezembro de 2025, devem ser cumpridas as seguintes metas mínimas, em peso, no que respeita à reciclagem dos seguintes materiais específicos contidos nos resíduos de embalagens:*
 - * *50% do plástico,*
 - * *25% da madeira,*
 - * *70% dos metais ferrosos,*
 - * *50% do alumínio,*
 - * *70% do vidro,*
 - * *75% do papel e do cartão;*

- **Diretiva (UE) 2019/904 do Parlamento Europeu e do Conselho de 5 de junho de 2019, relativa à redução do impacto de determinados produtos de plástico no ambiente** [33] - A presente diretiva tem como objetivos, prevenir e reduzir os impactos de determinados produtos plásticos no ambiente (nomeadamente no meio aquático, e na saúde humana), bem como impulsionar a mudança para uma economia circular através de modelos de negócio, produtos e materiais inovadores e sustentáveis, favorecendo assim, o funcionamento eficiente do mercado interno.

Esta diretiva aplica-se aos produtos de plástico de uso único enumerados no anexo da mesma, aos produtos de plástico oxodegradável e às artes de pesca que contêm plástico.

- **Comunicação 98 de 2020, Um novo Plano de Ação para a Economia Circular para uma Europa mais limpa e competitiva (COM/2020/98 final)** [3] - O presente plano de ação estabelece uma estratégia direcionada para o

futuro, com o objetivo de criar uma Europa mais limpa e competitiva associada a agentes económicos, consumidores, cidadãos e organizações da sociedade civil.

Com este plano pretende-se acelerar a mudança de transformação proposta pelo Pacto Ecológico Europeu, tendo como base as ações desenvolvidas no âmbito da economia circular desde 2015.

Este plano garante um quadro regulamentar flexível e adaptado a um futuro sustentável, permitindo retirar o máximo partido das novas oportunidades resultantes da transição e minimizando os encargos para os cidadãos e para as empresas. O desenvolvimento deste quadro estratégico será feito gradualmente, dando-se prioridade às principais cadeias de valor dos produtos.

2.2.3 Legislação Portuguesa

- **Lei n.º 69/2018 do Diário da República, Série I, N.º 248 de 26 de dezembro de 2018 [34]** - A presente lei estabelece um sistema de incentivo à devolução de embalagens de bebidas em plástico não reutilizáveis e de depósito de embalagens de bebidas em plástico, vidro, metais ferrosos e alumínio. Esta lei é a primeira alteração ao Decreto-Lei n.º 152-D/2017, relativo ao Regime Unificado dos Fluxos Específicos de Resíduos, nomeadamente ao seu artigo vigésimo terceiro:

– *Artigo 23.º-A: Sistema de incentivo à devolução de embalagens de bebidas em plástico não reutilizáveis*

1. *Até ao dia 31 de dezembro de 2019, é implementado um sistema de incentivo, ao consumidor final, sob a forma de projeto-piloto, para a devolução de embalagens de bebidas em plástico não reutilizáveis, com vista a garantir o seu encaminhamento para a reciclagem.*
2. *Os termos e os critérios do projeto-piloto referido no número anterior são definidos pelo membro do Governo responsável pela área do ambiente através de portaria.*
3. *O sistema de incentivo referido no n.º 1 consiste na atribuição de um prémio ao consumidor final.*
4. *O prémio a atribuir ao consumidor final pelo ato da devolução é determinado mediante despacho do membro do Governo responsável pela área do ambiente.*
5. *Para implementação do sistema de incentivo, são disponibilizados equipamentos que permitam a devolução das embalagens de bebidas em causa, a instalar em grandes superfícies comerciais (...)*
6. *O Estado assegura o financiamento do sistema referido no n.º 1 através da APA, I. P., e outras entidades vinculadas a acordos voluntários, articulando a sua monitorização e acompanhamento com as entidades gestoras do sistema integrado do fluxo específico de embalagens e resíduos de embalagens.*
7. *Os responsáveis pelas grandes superfícies comerciais que comercializam bebidas embaladas ficam obrigados a disponibilizar espaço no estabelecimento, a título gratuito, para a instalação dos equipamentos referidos no*

n.º 5, os quais constituem pontos de retoma das entidades gestoras licenciadas ao abrigo do artigo 16.º

8. Os resíduos de embalagens retomados através destes equipamentos são contabilizados na recolha seletiva do SGRU.

– *Artigo 23º-B: Área assinalada e dedicada a bebidas em embalagens reutilizáveis ou 100% biodegradáveis*

** As grandes superfícies comerciais referidas no n.º 5 do artigo anterior que sejam integradas no projeto-piloto ficam obrigadas a implementar nas suas instalações uma área devidamente assinalada e exclusivamente dedicada ao comércio de bebidas em embalagens reutilizáveis ou 100% biodegradáveis identificadas nos termos da lei.*

– *Artigo 23º-C: Sistema de depósito de embalagens não reutilizáveis de bebidas em plástico, vidro, metais ferrosos e alumínio não reutilizáveis*

1. A partir de 1 de janeiro de 2022 é obrigatória a existência de sistema de depósito de embalagens de bebidas em plástico, vidro, metais ferrosos e alumínio com depósito não reutilizáveis.

2. Às embalagens previstas no n.º 1 é aplicável o disposto no artigo 23.º para as embalagens reutilizáveis, com as necessárias adaptações.

- **Portaria nº 202/2019 do Diário da República, Série I, Nº 125 de 3 de julho de 2019** [43] - A presente portaria estabelece os termos e os critérios que se aplicam ao projeto-piloto no âmbito do sistema de incentivo à devolução de embalagens de bebidas em plástico não reutilizáveis, instituído pela Lei nº 69/2018, de 26 de dezembro. Este sistema de incentivo foi sendo adotado até 31 de dezembro de 2019, e manter-se-á em funcionamento até 30 de junho de 2021. O sistema de incentivo abrange todas as categorias de bebidas colocadas no mercado nacional com destino ao consumidor final, cuja as embalagens sejam de PET, com capacidade entre 0,1 e 2 L, (inclusive), nomeadamente águas, sumos, refrigerantes e bebidas alcoólicas, à exceção das bebidas lácteas.

Esta portaria além de determinar o modo de comunicação, sensibilização, acompanhamento e monitorização, determina ainda:

- A responsabilidade pela implementação e pela gestão;
- A responsabilidade das grandes superfícies comerciais;
- O sistema de registo;
- Os pontos de retoma;
- Os equipamentos de retoma;
- O financiamento;
- O prémio;
- As metas.

- **Despacho nº 6534/2019 do Diário da República, Série II, Nº 137 de 19 de julho de 2019** [44] - O presente despacho estabelece o valor do prémio, a atribuir ao consumidor final, relativo à devolução de embalagens de bebidas em plástico não reutilizáveis.

O valor do prémio é fixado de acordo com a capacidade das embalagens depositadas:

- De 0.1 a 0.5 L (inclusive), o valor do prémio é de 0.02 euros por unidade depositada;
 - De 0.5 a 2 L (inclusive), o valor do prémio é de 0.05 euros por unidade depositada.
- **Aviso nº 12599/2019 do Diário da República, Série II, Nº 150 de 7 de agosto de 2019** [45] - O presente aviso tem como objeto financiar o projeto-piloto para testar o sistema de incentivo relativo à devolução de embalagens de bebidas em plástico não reutilizáveis.
 - **Decreto-Lei nº 102-D/2020 do Diário da República, Série I, Nº 239 de 10 de dezembro 2020** [46] - Este decreto-lei transpõe as Diretivas (UE) 2018/849, 2018/850, 2018/851 e 2018/852, aprovando o regime geral da gestão de resíduos, o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro e alterando o regime da gestão de fluxos específicos de resíduos. Este decreto-lei estabelece, nos objetivos de valorização, as metas de reciclagem faseadas entre 55% e 85%, para o período entre 2022 e 2030:
 - *Artigoº 29 - Objetivos de valorização*
 1. *Os objetivos de valorização, incineração em instalações de incineração de resíduos com recuperação de energia e reciclagem de resíduos de embalagens são os seguintes:*
 - (a) *Valorização ou incineração em instalações de incineração de resíduos com recuperação de energia de, no mínimo, 60% em peso dos resíduos de embalagens;*
 - (b) *Reciclagem entre, no mínimo, 55% e, no máximo, 80% em peso dos resíduos de embalagens;*
 - (c) *Os objetivos mínimos de reciclagem para os materiais contidos nos resíduos de embalagens são os seguintes:*
 - i. *60% em peso para o vidro;*
 - ii. *60% em peso para o papel e cartão;*
 - iii. *50% em peso para os metais;*
 - iv. *22,5% em peso para os plásticos, contando exclusivamente o material que for reciclado sob a forma de plásticos;*
 - v. *15% em peso para a madeira.*
 2. *Até 31 de dezembro de 2022, devem tendencialmente ser assegurados os seguintes objetivos de reciclagem de resíduos de embalagens:*
 - (a) *Reciclagem de, pelo menos, 63%, em peso, de todos os resíduos de embalagens;*
 - (b) *Metas mínimas, em peso, no que respeita à reciclagem dos seguintes materiais específicos contidos nos resíduos de embalagens:*
 - i. *65% do vidro;*
 - ii. *65% do papel e cartão;*
 - iii. *60% dos metais ferrosos;*
 - iv. *40% do alumínio;*

- v. 36% do plástico; e
 - vi. 20% da madeira.
3. Até 31 de dezembro de 2025, devem ser assegurados os seguintes objetivos de reciclagem de resíduos de embalagens:
- (a) Reciclagem de, pelo menos, 65%, em peso, de todos os resíduos de embalagens;
 - (b) Metas mínimas, em peso, no que respeita à reciclagem dos seguintes materiais específicos contidos nos resíduos de embalagens:
 - i. 70 % do vidro;
 - ii. 75% do papel e cartão;
 - iii. 70% dos metais ferrosos;
 - iv. 50% do alumínio;
 - v. 50% do plástico; e
 - vi. 25% da madeira.
4. Até 31 de dezembro de 2027, devem tendencialmente ser assegurados os seguintes objetivos de reciclagem de resíduos de embalagens:
- (a) Reciclagem de, pelo menos, 67%, em peso, de todos os resíduos de embalagens;
 - (b) Metas mínimas, em peso, no que respeita à reciclagem dos seguintes materiais específicos contidos nos resíduos de embalagens:
 - i. 73% do vidro;
 - ii. 80% do papel e cartão;
 - iii. 75% dos metais ferrosos;
 - iv. 55% do alumínio;
 - v. 53% do plástico; e
 - vi. 28% da madeira.
5. Até 31 de dezembro de 2030, devem ser assegurados os seguintes objetivos de reciclagem de resíduos de embalagens:
- (a) Reciclagem de, pelo menos, 70%, em peso, de todos os resíduos de embalagens;
 - (b) Metas mínimas, em peso, no que respeita à reciclagem dos seguintes materiais específicos contidos nos resíduos de embalagens:
 - i. 75% do vidro;
 - ii. 85% do papel e cartão;
 - iii. 80% dos metais ferrosos;
 - iv. 60% do alumínio;
 - v. 55% do plástico; e
 - vi. 30% da madeira.

2.2.4 Súmula do enquadramento legal

O quadro legislativo apresentado, mostra que estão definidas as orientações ao nível europeu e nacional, rumo a uma economia circular.

À luz dos ODS, a UE aponta para uma economia mais circular para os plásticos e para a necessidade de reduzir o seu impacto no ambiente, nomeadamente, restringindo a utilização de plásticos de uso único.

A reciclagem de embalagens é o aspeto mais relevante deste quadro legislativo em Portugal, pois não só já incorporou as metas europeias, como também avançou com metas mais exigentes para 2022, 2025, 2027 e 2030.

A nível nacional foram criadas as condições legais para a implementação de modelos de incentivo à separação na origem de resíduos de embalagem. É neste contexto que se enquadra o presente estudo, desenvolvido nos capítulos seguintes.

Capítulo 3

Definição e Dimensionamento do Projeto Piloto a ser Implementado na UA

A UA é constituída por 16 departamentos localizadas no *campus* universitário de Aveiro e 4 escolas politécnicas (duas situadas no *campus* universitário de Aveiro, uma situada no *campus* universitário de Águeda e outra situada no *campus* universitário de Oliveira de Azeméis).

Atendendo à situação pandémica do ano 2020, a informação disponível e representativa do quotidiano nos *campi* da UA data a 2019 e é com base nessa informação que no presente trabalho é realizado o estudo do referido piloto.

Na sua totalidade, em 2019, a UA contava com 17 bares, dos quais 11 eram bares concessionados, ou seja, privados e 6 eram geridos pelos Serviços de Ação Social da Universidade de Aveiro (SASUA). Além dos bares, a UA conta também com 4 cantinas e 1 restaurante universitário, geridos pelos SASUA. Estes bares, cantinas e restaurante encontram-se distribuídos da seguinte forma:

- Bares concessionados da UA
 - *Campus* Universitário de Aveiro
 - * Bar/Café da Universidade de Aveiro (CUA)
 - * Bar do Complexo Pedagógico, Científico e Tecnológico (CPCT)
 - * Bar do Departamento de Biologia (DBIO)
 - * Bar do Departamento de Ciências Sociais, Políticas e do Território (DCSPT)
 - * Bar do Departamento de Comunicação e Arte (DECA)
 - * Bar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo (DEGEIT)
 - * Bar do Departamento de Engenharia Mecânica (DEM)
 - * Bar do Departamento de Matemática (DMAT)
 - * Bar do Departamento de Química (DQ)
 - * Bar do Pavilhão III
 - * Bar do Instituto Superior de Contabilidade e Administração da Universidade de Aveiro (ISCA)

- Bares e Cantinas geridos pelos SASUA
 - Campus Universitário de Aveiro
 - * Bar do Departamento de Ambiente e Ordenamento (DAO)
 - * Bar do Departamento de Educação e Psicologia (DEP)
 - * Bar da Reitoria da Universidade de Aveiro
 - * Bar do Complexo do Crasto
 - * Cantina do Complexo do Crasto
 - * Cantina de Santiago
 - * Restaurante Universitário
 - Oliveira de Azeméis
 - * Bar da Escola Superior de Design, Gestão e Tecnologias da Produção Aveiro-Norte (ESAN)
 - * Cantina da ESAN
 - Águeda
 - * Bar da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda (ESTGA)
 - * Cantina da ESTGA

Para uma melhor elucidação da distribuição e localização dos bares, cantinas e restaurantes da UA, é apresentado um mapa no Apêndice B.

É de notar que para efeitos do presente estudo, uma vez que não foi possível obter dados relativos ao bar de estudantes (BE) gerido pela Associação Académica da UA, este bar não foi considerado.

O presente capítulo tem como propósito cinco pontos principais:

- Caracterização dos resíduos para venda reversa;
- Caracterização dos equipamentos de venda reversa para o projeto piloto REAP (apresentado na secção 1.6);
- Dimensionamento do piloto, de modo a definir as condições necessárias à sua implementação na UA;
- Definição dos locais de depósito e de uma estratégia de rotulagem de embalagens de PET e de alumínio, e;
- Projeto de uma rede de depósito e recolha de embalagens depositadas.

3.1 Caracterização dos Resíduos de Embalagens de Alumínio e PET

A caracterização dos resíduos de embalagens de bebidas (de PET e alumínio), tem como finalidade a garantia de que todas as embalagens de bebidas, vendidas nos pontos de venda da UA, possam ser reconhecidas, aceites e manipulados pelas RVMs, bem como reencaminhadas para reciclagem.

A caracterização dos resíduos de embalagens presente ao longo do presente capítulo, teve como base informações fornecidas pela empresa Norueguesa, *Infinitem*.

3.1.1 Quantificação dos resíduos de embalagens de PET e alumínio

Segundo dados fornecidos pelos SASUA, os bares universitários vendem anualmente cerca de 47127 embalagens PET e 19082 embalagens de alumínio. Estes valores correspondem ao ano de 2019, considerado um ano de vendas típico, ao contrário dos anos 2020 e 2021, onde o número de vendas baixou devido à pandemia de Covid-19.

A tabela 3.1 apresenta as vendas anuais relativas às embalagens de bebidas não reutilizáveis, de PET e de alumínio, nos bares concessionados e nos bares, cantinas, restaurantes, geridos pelos SASUA. Uma vez que não foi possível a obtenção de dados relativos às vendas e/ou volume de negócios de cada bar, cantina e restaurante, presentes no *Campus* universitário de Aveiro e geridos pelos SASUA, é apresentado o valor total das vendas anuais de todas as unidades geridas por estes serviços da UA. O mesmo acontece com os conjuntos de bares concessionados cuja a gerência é a mesma, nomeadamente, o conjunto *Bar do CP, Bar do DMEC e Bar do CUA* e o conjunto *Bar do DMAT, Bar do DCSPT e Bar do Deca*.

Tabela 3.1: Vendas anuais de embalagens de PET e alumínio na UA.

Pontos de Venda	Vendas anuais					
	Garrafas PET	Latas de alumínio	Latas de alumínio e garrafas PET	Percentagem de vendas anuais de garrafas PET	Percentagem de vendas anuais de latas de alumínio	Percentagem de vendas anuais de garrafas PET e latas de alumínio
Bar do ISCAA	10800	7800	18600	7,8%	7,3%	7,6%
Bar de Química	4750	3750	8500	3,4%	3,5%	3,5%
Bar do DEGEI	7600	8700	16300	5,5%	8,1%	6,6%
Bares do CP, DMEC e CUA	35100	36360	71460	25,4%	33,8%	29,1%
Bares do DMAT, DCSPT e Deca	25000	22900	47900	18,1%	21,3%	19,5%
Bar do DBIO	4250	3850	8100	3,1%	3,6%	3,3%
Bar do Pavilhão III	3350	5120	8470	2,4%	4,8%	3,4%
Bar e Cantina da ESAN	7889	2658	10547	5,7%	2,5%	4,3%
Bar e Cantina da ESTGA	3692	2882	6574	2,7%	2,7%	2,7%
Bares, cantinas e restaurante (SASUA)	35548	13542	49090	25,8%	12,6%	20,0%

De modo a estimar as vendas anuais de cada bar, cantina e restaurante, todos os dados de vendas relativos a um determinado conjunto de pontos de venda, foram divididos pelo número de bares, cantinas e restaurantes pertencentes a esse mesmo conjunto. Tendo em consideração esta uniformização de dados, a tabela 3.2 apresenta a estimativa das vendas anuais em cada um dos bares, cantinas e restaurantes da UA à exceção da ESAN e da ESTGA, para as quais é apresentado o valor relativo ao conjunto, bar mais cantina.

Tabela 3.2: Vendas anuais de embalagens de PET e alumínio em cada bar, cantina e restaurante da UA.

Pontos de Venda	Vendas anuais					
	Garrafas PET	Latas de alumínio	Latas de alumínio e garrafas PET	Percentagem de vendas anuais de garrafas PET	Percentagem de vendas anuais de latas de alumínio	Percentagem de vendas anuais de garrafas PET e latas de alumínio
Bar do ISCAA	10800	7800	18600	7,8%	7,3%	7,6%
Bar de Química	4750	3750	8500	3,4%	3,5%	3,5%
Bar do DEGEI	7600	8700	16300	5,5%	8,1%	6,6%
Bar do CP	11700	12120	23820	8,5%	11,3%	9,7%
Bar do DMEC	11700	12120	23820	8,5%	11,3%	9,7%
Bar do CUA	11700	12120	23820	8,5%	11,3%	9,7%
Bar do DMAT	8333	7633	15967	6,0%	7,1%	6,5%
Bar do DCSPT	8333	7633	15967	6,0%	7,1%	6,5%
Bar do Deca	8333	7633	15967	6,0%	7,1%	6,5%
Bar do DBIO	4250	3850	8100	3,1%	3,6%	3,3%
Bar do Pavilhão III	3350	5120	8470	2,4%	4,8%	3,4%
Bar do DAO	5078	1935	7013	3,7%	1,8%	2,9%
Bar do DEP	5078	1935	7013	3,7%	1,8%	2,9%
Bar da Reitoria da UA	5078	1935	7013	3,7%	1,8%	2,9%
Bar do Complexo do Crasto	5078	1935	7013	3,7%	1,8%	2,9%
Bar e Cantina da ESAN	7889	2658	10547	5,7%	2,5%	4,3%
Bar e Cantina da ESTGA	3692	2882	6574	2,7%	2,7%	2,7%
Cantina de Santiago	5078	1935	7013	3,7%	1,8%	2,9%
Cantina do Complexo do Crasto	5078	1935	7013	3,7%	1,8%	2,9%
Restaurante Universitário	5078	1935	7013	3,7%	1,8%	2,9%

É de salientar que os valores apresentados nas tabelas 3.1 e 3.2, são referentes apenas ao ano 2019. Contudo, tendo em conta que o ano 2019 foi um ano típico ao nível das vendas nos bares, cantinas e restaurante, os valores apresentados na tabela consideram-se representativos das vendas anuais.

O cálculo das percentagens de vendas anuais por bar, cantina ou restaurante, i , e por tipo de embalagens (PET/ alumínio), j , ($PVA_{i,j}$), teve como base a equação 3.1.

$$PVA_{i,j}[\%] = \frac{NVA_{i,j}}{NTV_j} \times 100 \quad (3.1)$$

Onde, $NVA_{i,j}$ corresponde ao número de vendas anuais por bar, cantina ou restaurante (i) e por tipo de embalagem (j), e NTV_j ao número total de vendas de todos os bares, cantinas e restaurantes, por tipo de embalagem (j).

A análise da tabela 3.1, permite constatar que os bares concessionados detêm a maioria das vendas anuais de garrafas PET e latas de alumínio na UA, ou seja, cerca de 73% do total das vendas de garrafas PET e latas de alumínio, enquanto os restantes 27% respeitam aos bares, cantinas e restaurantes geridos pelos SASUA.

Em relação aos bares concessionados, é notória uma percentagem de vendas mais elevada tanto de garrafas PET como de latas de alumínio (8.5% e 11.3%, respetivamente) nos bares do CP, do DMEC e do CUA. Já o bar do Pavilhão III, apresenta a percentagem mais baixa de vendas anuais de garrafas PET (2.4%) e os bares, cantinas e restaurantes geridos pelos SASUA, a percentagem mais baixa de vendas anuais de latas de alumínio (1.8%).

Em suma, no conjunto de vendas de embalagens de PET e de alumínio, os bares concessionados com maior percentagem de vendas anuais (9,7%) são os do CP, DMEC e CUA, enquanto que os pontos de venda com menor percentagem de vendas (2,9%), correspondem aos bares, cantinas e restaurantes geridos pelos SASUA.

Posto isto, procedeu-se com o registo das características das embalagens vendidas pelos bares dos SASUA, conforme se pode observar na tabela 3.3.

3.1.2 Características dos resíduos de embalagens de PET e alumínio

A análise e registo das características das embalagens é extremamente importante para o bom funcionamento do piloto, uma vez que o reconhecimento das embalagens por parte das RVMs será efetuado, entre outras formas, mediante a massa e forma de cada embalagem. Para tal, é indispensável introduzir, nas RVMs, os *inputs* necessários, relativamente às características das embalagens passíveis de depósito.

As características das embalagens, apresentadas na tabela 3.3, foram registadas de acordo com observações, cálculos, medições e alguns testes.

A identificação do material constituinte da embalagem e da respetiva tampa teve como base, observações através de uma lupa de modo a identificar o tipo de plástico de acordo com a figura 3.1. A figura 3.2 permite demonstrar um exemplo da observação do tipo de material de uma garrafa e respetiva tampa.

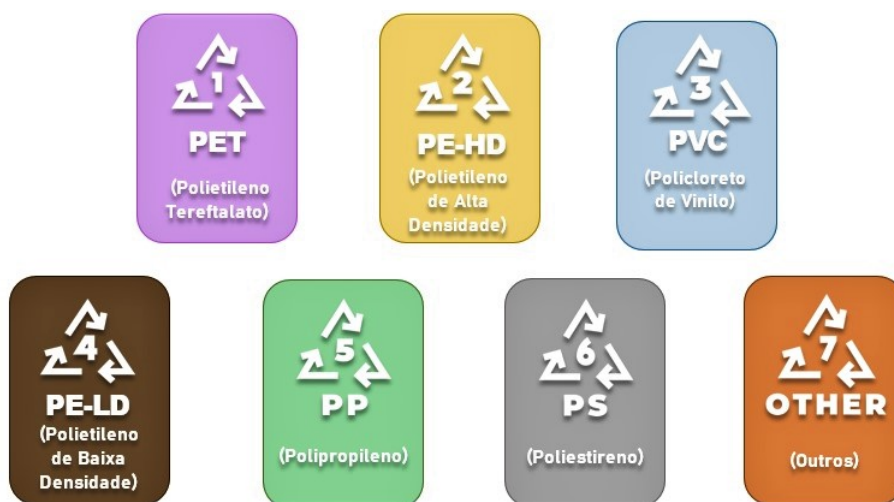


Figura 3.1: Classificação dos vários tipos de plásticos de acordo com os respetivos códigos [47].

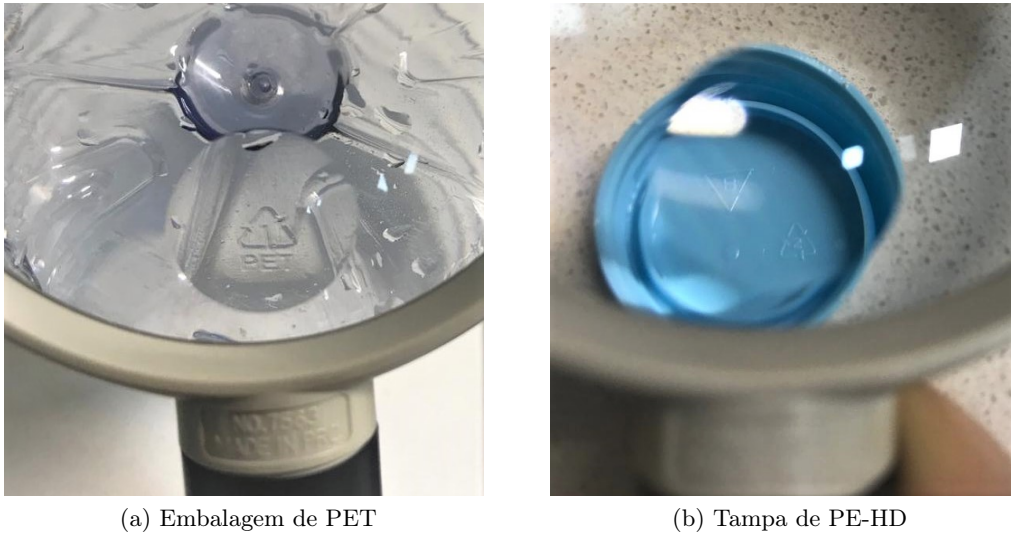


Figura 3.2: Observação, através de uma lupa de mão, do código relativo ao tipo de plástico que constitui as embalagens e respetivas tampas.

Como as tampas pertencentes às garrafa de tisana da marca *Pleno*, não contêm o símbolo relativo ao tipo de plástico que as constitui, foi necessária a realização de dois testes para a identificação do tipo de material que as constitui. Assim, foram realizados os seguintes testes, de acordo com [47]:

- **Teste de Densidade** - Os vários tipos de material podem ser identificados e distinguidos de acordo com a sua flutuabilidade, devido à diferença de densidades. Desta forma, colocou-se uma tampa de PE-HD e uma tampa cujo material era desconhecido, num recipiente com água e observaram-se os seus comportamentos. A tampa de PE-HD, como era expectável de acordo com o quadro da figura 3.3, flutuou. Tal, deve-se ao facto de a densidade do PE-HD ser inferior à densidade da água (1 g/cm^3). A tampa de material incógnito também flutuou o que, segundo o quadro da figura 3.3, permitiu perceber que o material que a constitui poderia ser PP, PE-HD ou PE-LD. De modo a identificar o material exato, que constitui esta tampa, procedeu-se com o teste de queima.
- **Teste de Queima** - O presente teste consiste na queima de uma amostra do material em questão, seguida da observação da cor da chama, fumo e cheiro. Após a queima e análise sensorial de uma amostra da tampa, foi feita a correspondência do material que a constitui, de acordo com o quadro presente na figura 3.4. Constatando-se assim, que o material constituinte da tampa em questão é o Polietileno (PE), mais precisamente PE-HD, uma vez que não confere maleabilidade.

Tipo de Plástico	Densidade (g/cm³)
PP	0.85 – 0.92
PE-HD	0.89 – 0.93
PE-LD	0.94 – 0.98
PS	1.04 – 1.08
PVC	1.38 – 1.41
PET	1.8 – 2.3

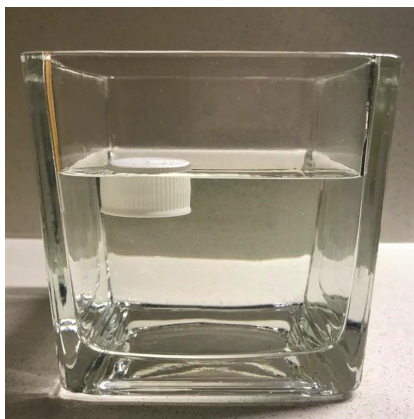
Linha de Água

Figura 3.3: Quadro auxiliar do Teste de Densidade, com intervalos de densidade respeitantes a cada material de plástico. Note-se a densidade da água igual a 1,0 g/cm³ [47].

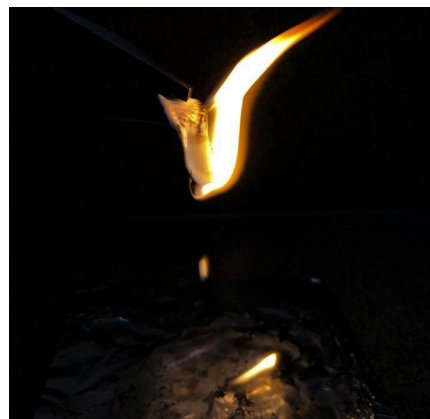
Tipo de Plástico	Continua a arder sem chama	Cheiro	Chama/ Fumo
PE	Sim (ou extinção lenta)	Cera/ Parafina	Chama azul com topo amarelo. Fumo branco. Coteja.
PET	Sim	Adocicado	Chama amarela/ laranja. Fumo Negro. Faz fibra.
PP	Sim	Amargo/ Diesel	Chama azul com topo amarelo.
PS	Sim	Característico	Fumo negro intenso.
PVC	Não (difícil ignição)	Irritante	Chama amarela. Extremidade esverdeada.

Figura 3.4: Quadro auxiliar do Teste de Queima, com guia de análise sensorial [47].

A figura 3.5 apresenta duas imagens ilustrativas da realização dos testes de densidade e de queima, com a tampa de tisana.



(a) Teste de Densidade.



(b) Teste de Queima.

Figura 3.5: Testes, de densidade e de queima, realizados à tampa da embalagem de tisana da marca *Lipton*.

Além da caracterização do material das embalagens, foi também necessária a medição do diâmetro, altura e massa, de modo a possibilitar o reconhecimento das embalagens, pelas RVMs, quanto à sua forma e massa.

Assim, procedeu-se à medição do diâmetro exterior da embalagem, através da utilização de um paquímetro, e à medição da altura da embalagem, com recurso a uma fita métrica. A massa de cada uma das embalagens foi determinada por intermédio de uma balança digital com precisão de ± 1 g.

A figura 3.6 mostra, a título de exemplo, algumas das medições efetuadas às embalagens de PET e de alumínio.



(a) Medição do diâmetro de uma embalagem PET.



(b) Medição do diâmetro de uma embalagem de alumínio.



(c) Medição da altura de uma embalagem de PET.



(d) Medição da massa de uma embalagem de alumínio.

Figura 3.6: Exemplo de algumas medições efetuadas às embalagens de PET e de alumínio.

As embalagens de PET e de alumínio vendidas pelos SASUA, cujas características foram determinadas, apresentam-se na tabela 3.3. Na figura 3.7 as imagens a) e b) ilustram as embalagens caracterizadas, de acordo com o tipo de material que as constitui. Note-se que a figura 3.7, serve unicamente para representar os diferentes tipos de embalagens vendidas nos pontos de venda dos SASUA, podendo existir mais embalagens da mesma marca (com volume e material constituinte igual), mas com conteúdo distinto.



(a) Garrafas de PET vendidas pelos bares, cantinas e restaurantes dos SASUA



(b) Latas de Alumínio vendidas pelos bares, cantinas e restaurantes dos SASUA

Figura 3.7: Embalagens de PET e de Alumínio vendidas pelas unidades ao cuidado dos SASUA.

Tabela 3.3: Características das embalagens de PET e alumínio vendidas pelos SASUA.

Características	Embalagem						
	1	2	3	4	5	6	7
Marca	Serra da Estrela	Serra da Estrela	Serra da Estrela	Pleno	Coca-Cola	Sumol	Lipton
Material Constituinte da Embalagem	PET	PET	PET	PET	Alumínio	Alumínio	Alumínio
Material Constituinte da Tampa	PE-HD	PE-HD	PE-HD	PE-HD	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
Conteúdo	Água Mineral sem gás	Água Mineral sem gás	Água Mineral sem gás	Tisana	Coca-cola	Sumol	Ice-Tea
Capacidade (cl)	33	50	100	33	33	33	33
Cor	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Metálica c/ rótulo estampado	Metálica c/ rótulo estampado	Metálica c/ rótulo estampado
Massa da Embalagem c/ tampa (g)	13	15	33	24	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
Massa da Embalagem s/ tampa (g)	12	14	32	22	12	13	12
Densidade (g/cl)	0.4	0.3	0.3	0.7	0.4	0.4	0.4
Diâmetro (mm)	5.3	6.2	8.3	5.3	5.8	5.8	5.8
Altura (mm)	32	21.2	18.8	21	14.5	14.5	14.5

3.2 Caracterização Técnica dos Equipamentos de Depósito - *Reverse Vending Machines*

O depósito de embalagens de bebidas (de PET e de alumínio) e respetivo reembolso, será efetuado por intermédio de equipamentos específicos para o efeito, ou seja, *Reverse Vending Machines* (RVMs).

As RVMs (ou *Máquinas de Venda Reversa*) são equipamentos inteligentes de coleta de resíduos recicláveis [48].

No contexto do projeto REAP, estas máquinas terão como finalidade a coleta e armazenamento de resíduos de embalagens de bebidas, nomeadamente garrafas PET e latas de alumínio, e o reembolso de um valor de depósito.

Assim, foram analisados e comparados 2 modelos da marca *RVM Systems* (*RVMX2* e *RVMX20 COMBI*) e 3 modelos de máquinas da marca *TOMRA* (*T-70 Single*, *T-70 Dual* e *S1 Rugged*).

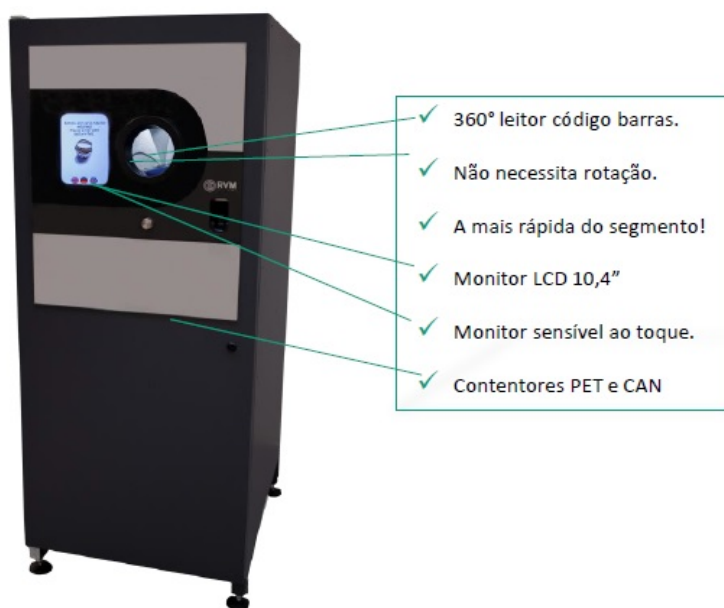
Conforme descrito em [48], as *RVMX2* e as *RVMX20 COMBI* permitem o depósito de embalagens recicláveis de pequenos e médios volumes, não comprometendo a qualidade do material depositado, a identificação dos itens e a tecnologia de compactação. Estas máquinas são baseadas na mesma tecnologia de RVMs de grandes dimensões, mas desenhadas num *chassi* compacto, autónomo e económico.

De acordo com informações fornecidas pela empresa *NEWVISION* (empresa fornecedora de equipamentos da marca *RVM Systems*, cujo contacto se encontra no Apêndice D), ambos os equipamentos:

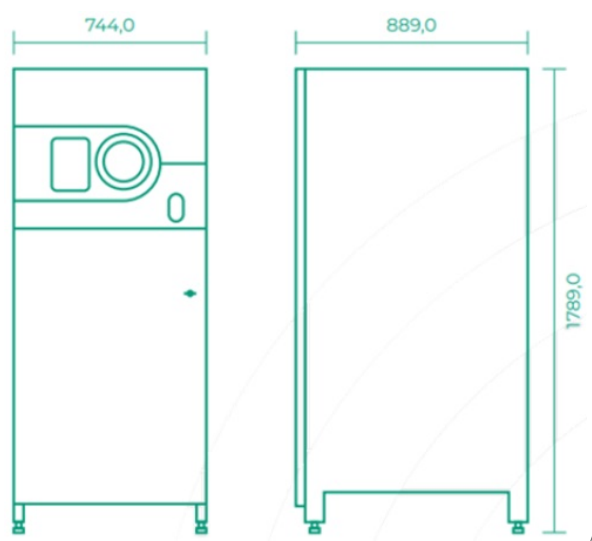
- São de fácil instalação, limpeza e manutenção;
- Dispõem um monitor LCD colorido e sensível ao toque o que torna as mensagens informativas e de marketing claras para o utilizador;
- Detêm um *design* moderno, que atrai os clientes, e com alta disponibilidade de serviço;
- Possuem um sistema de identificação de código de barras com múltiplos leitores 360 graus e tecnologia de reconhecimento de forma;
- Contêm um leitor de código de barras 2D para o uso de cartão de cliente ou aplicação móvel com leitor *Near Field Communication* (NFC) para integração com smartphone e substituição do talão em papel;
- Possuem um armazenamento separado ou combinado para garrafas PET e latas compactadas.

As especificações técnicas gerais dos equipamentos (*RVMX2* e *RVMX20 COMBI*) fornecidas pela *NEWVISION*, podem ser consultadas, detalhadamente, na tabela 3.4 e nas respetivas fichas técnicas anexadas no Apêndice C.

As figuras 3.8 e 3.9 apresentam o protótipo de cada um dos modelos de RVMs bem como as respetivas dimensões.



(a) Protótipo do modelo *RVMX2* e lista das características mais relevantes.

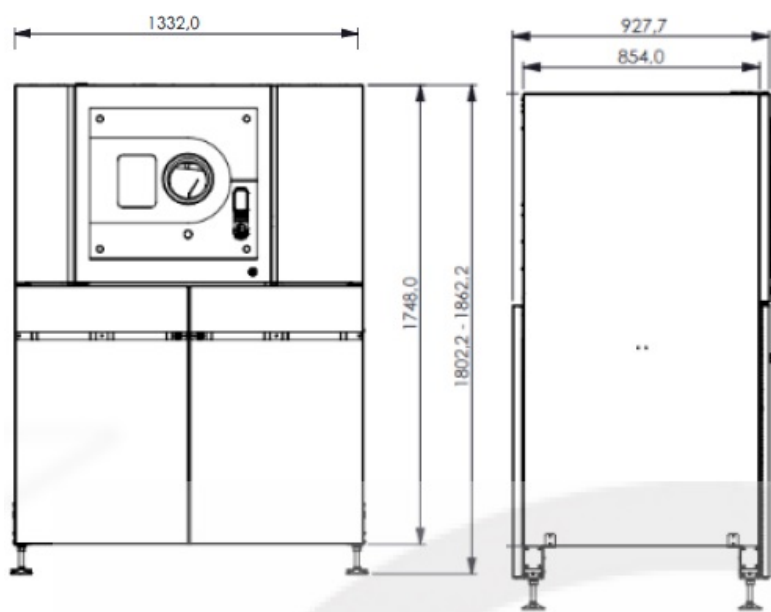


(b) Dimensões, em milímetros, do modelo *RVMX2*.

Figura 3.8: Protótipo do modelo *RVMX2*, da marca *RVM Systems*, e respetivas dimensões.



(a) Protótipo do modelo *RVMX20 COMBI* e lista das características mais relevantes.



(b) Dimensões, em milímetros, do modelo *RVMX20 COMBI*.

Figura 3.9: Protótipo do modelo *RVMX20 COMBI*, da marca *RVM Systems*, e respectivas dimensões.

Tabela 3.4: Especificações Técnicas do modelo RVMX2 e RVMX20 COMBI da marca *RVMX Systems*.

Características	RVM Systems	
	RVMX2	RVMX20 COMBI
Dimensões (L x P x A)	744 mm x 889 mm x 1789 mm	1332 mm x 927.7 mm x 1862.2 mm
Área	0.66 m ²	1.24 m ²
Embalagens aceites	Garrafas PET até 3 L e latas até 1 L. Permite o <i>Upgrade</i> para aceitar garrafas de vidro	Garrafas PET até 3 L e latas até 1 L. Permite o <i>Upgrade</i> para aceitar garrafas de vidro
Capacidade de armazenamento por cabine	<ul style="list-style-type: none"> • Até 400 garrafas PET de 0.5 L • Até 800 latas de 0.33 L 	<ul style="list-style-type: none"> • Até 600 garrafas PET de 0.5 L • Até 1500 latas de 0.33 L
Tecnologia de reconhecimento	Leitor de código de barras 360 e detecção de forma em vídeo. Capacidade de detecção até 9900 scans por segundo e capacidade de detecção de 60 garrafas ou latas por minuto.	Leitor de código de barras 360 e detecção de forma em vídeo. Capacidade de detecção até 9900 scans por segundo e capacidade de detecção de 60 garrafas ou latas por minuto.
Velocidade de recolha	Até 60 embalagens por minuto	Até 60 embalagens por minuto
Rede elétrica da EU	230 V, 10 A monofásica	230 V, 10 A monofásica
Produtos digitais	Opção de utilização da Aplicação Móvel reVend [®] para substituição do talão em papel	Opção de utilização da Aplicação Móvel reVend [®] para substituição do talão em papel
Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Para uso em interior • Temperatura : 5-40 C^o • Humidade relativa : Máx 90% - não condensada 	<ul style="list-style-type: none"> • Para uso em interior • Temperatura : 5-40 C^o • Humidade relativa : Máx 90% - não condensada
Volume das cabines de armazenamento	0.31 m ³	0,63 m ³

No que respeita aos equipamentos da marca *TOMRA*, as especificações técnicas dos modelos *T-70 Single* e *T-70 Dual* e os respetivos protótipos, podem ser consultados na tabela 2.2 e na figura 2.4, do capítulo 2.

A *TOMRA* conta ainda com o modelo *S1 Rugged*, passível de instalar em ambientes semi-exteiores e cujas especificações técnicas são apresentadas na tabela 3.5. A figura 3.10 ilustra o protótipo do modelo *S1 Rugged*.

Relativamente às características de cada máquina é possível constatar que ambas as marcas possuem máquinas mais compactas e máquinas de dimensões superiores. No entanto, os modelos de RVMs da marca *TOMRA* são ligeiramente maiores quando comparados com os modelos da *RVM Systems*, o que torna os equipamentos da *RVM Systems* um pouco mais flexíveis relativamente ao espaço necessário à sua instalação.

As RVMs da marca *RVM Systems* são de menores dimensões e a capacidade destas máquinas é bastante inferior comparativamente com as máquinas da *TOMRA*, o que torna estas últimas máquinas mais rentáveis, permitindo acomodar cerca de 2,5 vezes mais embalagens de PET e 4 vezes mais latas, apesar da área ocupada ser só 13% a 27% superior à dos modelos da *RVM Systems*.

Quanto à velocidade de recolha, as *RVMX2* e as *RVMX20 COMBI* da *RVM Systems* são mais eficientes do que as *T-70 Single*, *T-70 Dual* e *S1 Rugged* da *TOMRA*, apresentando uma velocidade de recolha de 60 embalagens por minuto, face à velocidade apresentada pelas *TOMRA* (45 embalagens por minuto).

Todas as RVMs da marca *TOMRA*, aqui apresentadas, carecem de uma alimentação com tensão trifásica, já os equipamentos da marca *RVM Systems* são alimentados com tensão monofásica, não necessitando de uma instalação elétrica trifásica nos locais onde

Tabela 3.5: Especificações Técnicas do modelo *S1 Rugged* da marca *TOMRA*.

Características	TOMRA S1 Rugged
Dimensões (L x P x A)	812 mm x 1099.8 mm x 1790.7 mm
Área	0.88 m ²
Embalagens aceites	Latas, garrafas de plástico e garrafas de vidro.
Capacidade de armazenamento por cabine	<ul style="list-style-type: none"> • Até 1100 garrafas PET • Até 3200 latas • Até 350 garrafas de vidro
Configurações	Descarregamento frontal
Tecnologia de reconhecimento	Reconhecimento instantâneo de 360°. Capacidade de deteção de forma, código de barras, peso e deteção de metal.
Velocidade de recolha	Até 45 embalagens por minuto
Rede elétrica da EU	<ul style="list-style-type: none"> • 208 V, trifásico c/ terra, 60 Hz, 20 A • 400 V, trifásico c/ terra, 50 Hz, 16 A máx.
Produtos digitais	Totalmente compatível com Digital Starter Pack (com Notify+Assist Basic, Weekly Digest and myTOMRA), Notify+Assist Premium, Weekly Reports, Donation, Promotion, Couponing, Voucher Control e API's & Integrations.
Ambiente	Resistência a condições húmidas em locais semi-exteiores.

Figura 3.10: Protótipo do modelo *S1 Rugged*, da marca *TOMRA*, e respetivas dimensões.

serão instaladas as máquinas de venda reversa.

Nenhum dos equipamentos de venda reversa aqui mencionados, à exceção do modelo *S1 Rugged* da *TOMRA*, está apto para resistir a intempéries pelo que a sua instalação deve ser feita em ambientes abrigados. O modelo *S1 Rugged* foi concebido para resistir a exposição em locais semi-exteiores, nomeadamente condições húmidas.

Uma vez que, destas duas marcas, apenas a empresa vendedora de equipamentos *RVM Systems* concorreu ao concurso lançado pela UA, os equipamentos a adquirir por parte da UA, serão os modelos *RVMX2* e *RVMX20 COMBI* da *RVM Systems*.

3.3 Identificação dos Locais de Depósito e Dimensionamento do Piloto

A identificação e definição dos locais de depósito, ou seja, a escolha dos locais onde serão instaladas as RVMs teve em conta o número de embalagens de PET e alumínio vendidas no ano de 2019, bem como a distribuição dos bares, cantinas e restaurantes pela UA, e os locais passíveis de albergar os equipamentos de venda reversa, sem que estes estejam em contacto com intempéries.

Numa primeira fase, aquando a aprovação do orçamento, a UA projetou a aquisição de 7 RVMs, distribuídas da seguinte forma:

- Crasto - Uma *RVMX20 COMBI*;
- ISCA - Uma *RVMX2*;
- CP - Uma *RVMX20 COMBI*;
- CUA - Uma *RVMX2*;
- Reitoria - Uma *RVMX2*;
- ESAN - Uma *RVMX2*;
- ESTGA - Uma *RVMX2*.

No entanto, face à distribuição dos bares, cantinas e restaurantes pelo *Campus* universitário de Aveiro e pelas escolas da UA, sugere-se uma troca relativamente à distribuição das RVMs. Esta sugestão consiste na troca da *RVMX20 COMBI* do Crasto pela *RVMX2* do CUA, uma vez que na envolvente do CUA existe uma cantina e vários departamentos e, conseqüentemente, uma maior movimentação de alunos e colaboradores da UA, quando comparado com a envolvente e circulação académica do Crasto. Desta forma, considera-se mais vantajosa a instalação de uma *RVMX20 COMBI* no CUA, uma vez que este modelo permite uma compactação e armazenamento superior, e uma *RVMX2* no Crasto visto que, tendo em consideração a envolvente deste espaço, não há a necessidade de compactar e armazenar tantas embalagens como no CUA.

Relativamente aos restantes locais de depósito admite-se uma boa distribuição quer dos locais definidos, quer do modelo de RVMs escolhido para cada um desses locais.

A escola politécnica ISCA está integrada no *Campus* de Santiago, mas com uma via pública a separar da zona central do *Campus*, o que leva à necessidade de um equipamento de venda reversa neste local de modo a que, também os alunos do ISCA, possam depositar as suas embalagens, sem terem que atravessar uma via com trânsito automóvel intenso. No entanto, a dimensão do departamento e respetiva circulação académica não justifica a instalação de uma máquina de capacidade superior, e portanto, prevê-se a instalação de uma *RVMX2*.

O CP, pelo facto de estar situado, centralmente, no *Campus* Universitário de Aveiro, confere uma grande circulação de alunos e colaboradores, dado que grande parte das unidades curriculares do 1^o ano universitário, são lecionadas neste edifício. Tendo em conta o posicionamento do CP, a envolvente deste edifício por vários departamentos e a circulação de alunos, é justificável a instalação de uma *RVMX20 COMBI*, de modo a assegurar um maior número de depósitos.

A Reitoria é o edifício principal da UA, conferindo uma grande circulação de colaboradores desta instituição. Além dos colaboradores, existe também a circulação de alunos, principalmente nos Serviços Académicos, e a circulação de pessoas externas à UA, aquando a realização de eventos. Desta forma, torna-se essencial a presença de uma RVM neste local, embora se considere suficiente uma *RVMX2*.

No que se refere às escolas da UA, nomeadamente a ESAN e a ESTGA, o facto de se situarem a alguns quilómetros tanto do *Campus* Universitário de Aveiro, como entre si, leva a que seja indispensável a instalação de uma RVM em cada um destes pólos de ensino. Desta forma, considerando que cada uma das escolas apresenta apenas dois pontos de vendas (um bar e uma cantina) e que a circulação de pessoas se refere apenas aos alunos e colaboradores destas escolas, considera-se suficiente a instalação de uma *RVMX2* em cada uma das escolas.

Para uma melhor compreensão e visualização da distribuição dos locais de depósito definidos e do modelo de RVM a ser instalado em cada local, pode-se consultar o mapa presente no Apêndice A.

3.4 Definição da Estratégia de Rotulagem de Embalagens

De acordo com as características das RVMs, mencionadas anteriormente, a identificação das embalagens é realizada mediante a coincidência de quatro características: material, peso, forma e código de barras.

Para o bom funcionamento do projeto-piloto, é necessário que todas as embalagens de PET e de alumínio, vendidas pelos bares, cantinas e restaurantes, presentes na UA e respetivas escolas, sejam rotuladas com códigos de barras únicos (exclusivamente criados para a etiquetagem das garrafas vendidas nos pontos de venda da UA). Garantindo assim, que estas embalagens sejam aceites pelas RVMs como embalagens provenientes unicamente de vendas realizadas na UA e respetivas escolas. Só desta forma é possível o cálculo da taxa de depósito de embalagens de PET e de alumínio na UA, uma vez que para tal, é necessário calcular o rácio entre as embalagens de PET e de alumínio vendidas pelos bares, cantinas e restaurantes presentes na UA, e as que dessas são depositadas nas RVMs.

O motivo pelo qual não se utiliza o código de barras já existente nas embalagens é porque esse é um código de barras geral. Ou seja, esse código de barras é indexado à embalagem pelo produtor/ embalador e, portanto, está também presente em embalagens vendidas fora dos bares e cantinas da UA. A utilização desse código de barras comprometeria o estudo do projeto-piloto na medida em que não seria possível calcular a taxa de depósito de embalagens de PET e de alumínio na UA.

Assim, de maneira a monitorizar o projeto-piloto, todas as embalagens de PET e de alumínio, provenientes dos pontos de venda da UA, serão previamente rotuladas com um de quatro códigos de barras. Estes códigos serão criados exclusivamente no âmbito

do projeto REAP, garantindo assim, o reconhecimento destas embalagens, pelas RVMS, como embalagens provenientes da UA.

Os quatro códigos de barras serão criados de acordo com as seguintes combinações de informação:

- **Código de barras 1** - Embalagem PET com capacidade de 0.1L a 0.5L inclusive;
- **Código de barras 2** - Embalagem PET com capacidade de 0.5L a 2L inclusive;
- **Código de barras 3** - Embalagem de alumínio com capacidade de 0.1L a 0.5L inclusive;
- **Código de barras 4** - Embalagem de alumínio com capacidade de 0.5L a 2L inclusive.

A criação de códigos de barras com informação combinada permitirá uma contabilização e registo de informação mais detalhada, pelas RVMS. Acrescendo-se uma minimização da probabilidade de falsificação de códigos de barras.

Desta forma, para a rotulagem das embalagens provenientes dos bares, restaurantes e cantinas da UA, são necessárias etiquetas com o código de barras impresso. Posto isto, contactou-se a *Altronix - Sistemas Electrónicos, Lda* (empresa dedicada ao fabrico, distribuição e suporte de soluções na área de identificação automática e captura de dados, codificação de produtos e mobilidade empresarial, cujo contacto se encontra no Apêndice D), este contacto teve como intuito um pedido de cotação para o fornecimento de etiquetas e respetiva impressora.

No seguimento do pedido de cotação das etiquetas, a *Altronix* solicitou a escolha do formato, medidas (largura e comprimento) e tipo de material (papel térmico, papel meio-brilho e/ou mate, polipropileno branco ou transparente) pretendido, de acordo com os *standards* da empresa.

Como etiquetas *standard* a *Altronix* possibilita ao cliente, a conjugação de características, de acordo com o seguinte:

- **Formato da etiqueta:**
 - Retangulares
 - Retangulares Retos
 - Circulares
- **Tamanho da etiqueta:**
 - Largura (entre 6 mm e 240 mm)
 - Altura (entre 10 mm e 190 mm)
- **Material da etiqueta:**
 - **Papel Mate FSC™** - Estas etiquetas são recomendadas quando o objetivo primordial da etiquetagem é a sua durabilidade. O papel que constitui estas etiquetas é resistente às variações de temperatura e a ambientes ligeiramente húmidos. A cola utilizada nas etiquetas apresenta uma ótima adesão a diversos materiais. Embora o contraste da impressão seja inferior ao papel meio-brilho, a longevidade da impressão em papel mate é superior.

- **Papel Meio-Brilho FSC™** - Visualmente, estas etiquetas são mais agradáveis. Contudo, as etiquetas de papel meio-brilho são menos duráveis, comparativamente com as etiquetas de papel mate. Ainda assim, as etiquetas papel meio-brilho, oferecem uma excelente resistência a variações de temperatura e a ambientes ligeiramente húmidos. A cola utilizada nestas etiquetas confere uma ótima adesão a superfícies apolares, rugosas e curvas.
- **Plástico Polipropileno (PP) Branco** - Devido à sua durabilidade e legibilidade, estas etiquetas são usuais na rotulagem de produtos com necessidade de uma imagem mais apelativa, na realização de inventários e na rotulagem de produtos químicos. O material sintético que constitui estas etiquetas, é superior ao papel e impede que as etiquetas se rasguem, mesmo expostas a ambientes húmidos ou compostos químicos. O revestimento frontal apresenta um acabamento brilhante.
- **Plástico Polipropileno (PP) - Transparente** - São etiquetas transparentes constituídas por polipropileno e conferem muita resistência. As suas características são bastante semelhantes às etiquetas de PP branco: não rasgam com facilidade e são resistentes a ambientes húmidos e à exposição a produtos químico.
- **Papel Térmico com ou sem Capa** - A impressão na etiqueta é efetuada através do método de transferência térmica, traduzindo-se na reação entre os químicos e o calor proveniente da impressora. A longevidade destas etiquetas é bastante reduzida, visto que são muito sensíveis ao calor e às condições ambientais. Contudo, a impressão em etiquetas de papel térmico ou sem capa, apresenta uma ótima qualidade e nitidez na impressão de código de barras e dados variáveis, para uso temporário. Salvo indicações contrárias, todas as etiquetas térmicas, fabricadas pela *Altronix*, apresentam uma película adicional de proteção (*overcoating*) que fornece uma maior resistência à humidade, óleos, solventes, entre outros.
- **Poliéster Alumínio** - Estas etiquetas são aconselhadas para a etiquetagem de produtos onde é necessária uma aderência duradoura, mesmo em condições adversas. São comumente utilizadas na rotulagem de componentes elétricos/ eletrónicos. As etiquetas de poliéster alumínio são indicadas para etiquetagem nas indústrias automóvel e aeronáutica, na área informática, em ambiente de armazém, em inventários e em ourivesarias/ joalharias.
- **Poliéster VOID** - Conferem um adesivo especial, que após o contacto com uma superfície, dificilmente é removido. No entanto, no caso de ser removido, deixa a marca de um cadeado ou a marca *VOID*, não permitindo que seja novamente colado no local. No caso da etiqueta ser violada, a infração é facilmente detetável. Estas etiquetas são bastante resistentes a ambientes húmidos, quentes e podem ser codificadas com códigos de barras.

Tendo em consideração os diversos tamanhos de embalagens de PET e de alumínio vendidas nos bares, cantinas e restaurantes dos SASUA (tabela 3.3) e o ambiente a que estas embalagens podem estar sujeitas (húmido/molhado), foi pedido à *Altronix*, uma proposta de cotação para etiquetas com as seguintes características:

- **Formato:** Rectangulares

- **Largura:** 40 mm
- **Altura:** 20 mm
- **Material:** Plástico Polipropileno Branco

No que se refere às características das etiquetas, previamente mencionadas, o formato selecionado foi o retangular, uma vez que este permite a impressão do código de barras, também ele retangular.

As dimensões propostas (40 mm x 20 mm) foram escolhidas de acordo com o tamanho das embalagens vendidas pelos estabelecimentos dos SASUA, de modo a que o tamanho da etiqueta esteja adaptado a qualquer tamanho de embalagem.

Quanto ao material das etiquetas, uma vez que as garrafas podem estar sujeitas a ambientes húmidos/ molhados, deu-se preferência às etiquetas de plástico polipropileno (PP), resistentes à humidade, ao invés das etiquetas de papel.

De acordo com as características das etiquetas, anteriormente referidas, e com a necessidade de um número elevado de impressões anuais (considera-se o número de impressões anuais igual ao número de embalagens de PET e de alumínio vendidas anualmente, de acordo com a informação presente na tabela 3.1, referente ao ano 2019), os modelos de impressoras proposta pela *Altronix* foram o ZT220 e ZT230, ambos da marca *ZEBRA*. Este modelos são considerados impressoras semi-industriais, cujas características se encontram descritas no Apêndice C. As principais diferenças entre ambos os modelos de impressoras, encontram-se na figura 3.11.

ZT230	ZT220
<ul style="list-style-type: none"> • S4M replacement that easily integrates into your environment 	<ul style="list-style-type: none"> • Zebra's most affordable tabletop printer
<ul style="list-style-type: none"> • Rugged all-metal case for long-lasting use 	<ul style="list-style-type: none"> • Durable high-impact polymer case for long-lasting use
<ul style="list-style-type: none"> • 450 m/1476' ribbon capacity for increased uptime and fewer ribbon changes 	<ul style="list-style-type: none"> • 300 m/984' ribbon capacity
<ul style="list-style-type: none"> • Graphical user interface for easy printer setup and control 	<ul style="list-style-type: none"> • Simple single-use three-button user interface
<ul style="list-style-type: none"> • Ideally suited for barcode labeling applications requiring more frequent format or printer setting changes through use of the intuitive user interface 	<ul style="list-style-type: none"> • Ideally suited for barcode labeling applications where minimal format or printer setting changes are required

Figura 3.11: Principais diferenças entre as impressoras ZT220 e ZT230 da marca ZEBRA.

Uma vez que, segundo a *Altronix*, ambos os modelos permitem impressão de quantidades elevadas de códigos de barras em etiquetas retangulares de polipropileno branco com dimensões de 40 mm x 20 mm, as diferenças ao nível das características destas impressoras não comprometem a sua função no âmbito do projeto REAP. Desta forma, o modelo considerado mais vantajoso, a longo prazo, para a impressão das etiquetas no âmbito do projeto REAP, é o ZT230, visto que, de acordo com as suas características confere uma maior resistência e uma capacidade de fita bastante superior (aumentando o tempo de atividade sem pausa para troca de fita), comparativamente com o ZT220.

Após a criação e impressão do código de barras nas etiquetas, por parte da UA, estas devem ser distribuídas e entregues ao gestor de cada bar, cantina e/ou restaurante.

O gestor de cada unidade está encarregue de gerir, da melhor forma, a etiquetagem de todas as embalagens de PET e de alumínio vendidas nos seus bares e/ou cantinas. Garantindo assim, que todas as embalagens vendidas na UA, no âmbito do projeto-piloto REAP, sejam passíveis de depósito nas RVMs dando, ao consumidor, o direito ao reembolso de depósito, bem como a possibilidade da UA calcular a taxa de depósito de embalagens provenientes dos bares, cantinas e restaurantes nela inseridos.

É de salientar que, de acordo com a *NEWVISION*, o gestor de cada estabelecimento deve garantir que o código de barras da UA oculte, por completo, o código de barras já existente no rótulo concebido pelo embalador/ produtor das embalagens. Caso contrário, a máquina poderá rejeitar a embalagem devido à leitura de um código de barras fora do âmbito do projeto REAP.

3.5 Recolha das embalagens depositadas

Como referido anteriormente e apresentado no Apêndice B, foram definidos locais de depósito onde serão instaladas RVMs.

Desta forma, de acordo com a capacidade das máquinas instaladas em cada um dos locais de depósito e com as taxas de reciclagem previstas, foi necessário projetar uma rede de recolha, que permitirá prever a frequência com que é necessário proceder à recolha das embalagens depositadas nas RVMs.

Tal como referido na tabela 3.4, as *RVMX2* têm uma capacidade máxima de 400 garrafas PET de 0.5 L e de 800 latas de 0.33 L, enquanto as *RVMX20 COMBI* têm uma capacidade máxima de 600 garrafas PET de 0.5 L e de 1500 latas de 0.33 L.

Em conformidade com a Agenda 2030 [40], com o descrito na Diretiva (UE) 2018/852 do Parlamento Europeu e do Conselho [42] e com o Decreto-Lei n.º 102-D/2020 do Diário da República [46], a reciclagem, em peso, dos resíduos de embalagens deve ser, no mínimo, 55%, relativamente ao total de resíduos de embalagens. Já a meta de reciclagem de resíduos de embalagens que deve ser assegurada até 31 de dezembro de 2025 é de pelo menos 65%, em peso.

Os objetivos mínimos de reciclagem para os materiais contidos nos resíduos de embalagens são, de acordo com o Decreto-Lei n.º 102-D/2020 [46], 50%, em peso, para os metais e 22,5%, em peso, para os plásticos (contabilizando apenas, o material que é reciclado sob a forma de plásticos), mas até 31 de Dezembro de 2025, deve ser atingida uma taxa de reciclagem de 50% de embalagens de alumínio e 50% de embalagens de plástico.

Dada a pandemia por Covid-19, 2020 e 2021 não representam anos típicos no que respeita às vendas e à taxa de reciclagem na UA. Segundo a UA e o portal do *Campus mais Sustentável* [49], os dados relativos a 2019 (ano típico) indicam que a fração de recolha seletiva de resíduos, encaminhados para triagem/reciclagem atingiu 30%, em peso, relativamente ao total de resíduos recolhidos. Sendo que, a fração de embalagens de plástico e de metal, nos resíduos recolhidos seletivamente, foi de 22,8% e de 7,0%, respetivamente. Relativamente ao total de resíduos recolhidos na UA em 2019, a fração de embalagens de plástico e de metal, encaminhados para triagem/reciclagem, foi de:

- 2,1%, em peso, para os metais;
- 6,8%, em peso, para os plásticos.

Desta forma, é possível verificar que as taxas de reciclagem de plástico e metal, contidos nos resíduos de embalagens na UA, são bastante inferiores quando comparadas com os objetivos mínimos, para os materiais contidos nos resíduos de embalagens, estabelecidos no Decreto-Lei nº 102-D/2020 do Diário da República [46].

Supondo que "todo o universo" de embalagens de PET e de alumínio vendidas pelos bares, cantinas e restaurantes da UA, são potencialmente aceites pelas RVMs e o consumidor não seleciona para a reciclagem nenhum volume de embalagem preferencialmente a outro, pode-se assumir que, para uma determinada fração mássica de reciclagem, o peso das embalagens passíveis de depósito é proporcional ao número de embalagens de PET e de alumínio vendidas pelos bares e cantinas da UA.

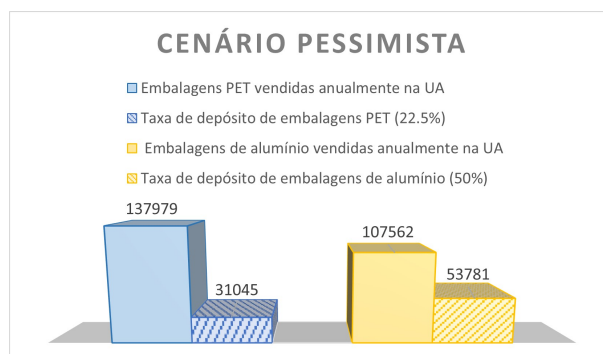
Assim, a frequência com que é necessário proceder à recolha dos resíduos depositados nas RVMs, foi calculada de acordo com: o número de embalagens vendidas pelos bares, cantinas e restaurantes da UA; com o número de RVMs previstas e respetivas capacidades de armazenamento e; para os três cenários que se seguem:

- **Cenário Pessimista** - Tem em conta os objetivos mínimos de reciclagem para os materiais contidos nos resíduos de embalagens (ver secção 2.2, ponto 2.2.3).
- **Cenário Intermédio** - Tem em consideração as metas mínimas de reciclagem de plástico e alumínio contidos nos resíduos de embalagens, até 31 de dezembro de 2025 (ver secção 2.2, ponto 2.2.3).
- **Cenário Otimista** - Tem em consideração as taxas de depósito, de plástico e metal, atingidas pela Alemanha (país europeu com melhor taxa de depósito em 2019) através da venda reversa, no ano 2019 (97% para o plástico e 99% para o metal - ver secção 2.1 e Apêndice A).

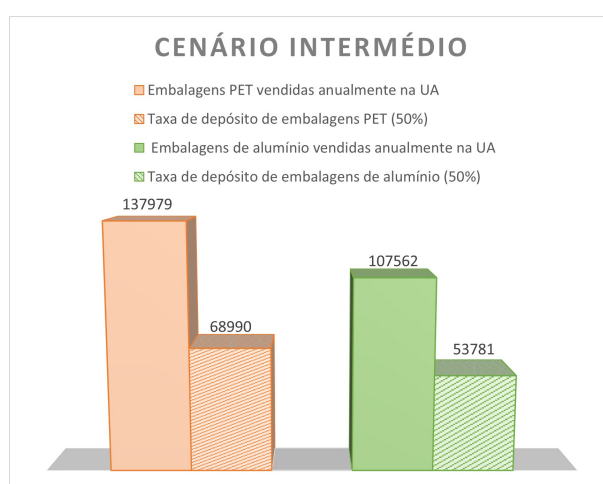
Note-se que a taxa de depósitos (TD) é calculada tendo em consideração o número de depósitos efetuados num determinado período de tempo, t , (ND_t) e o número de vendas efetuadas no mesmo período de tempo, t , (NV_t), de acordo com a equação 3.2.

$$TD[\%] = \frac{ND_t}{NV_t} \times 100 \quad (3.2)$$

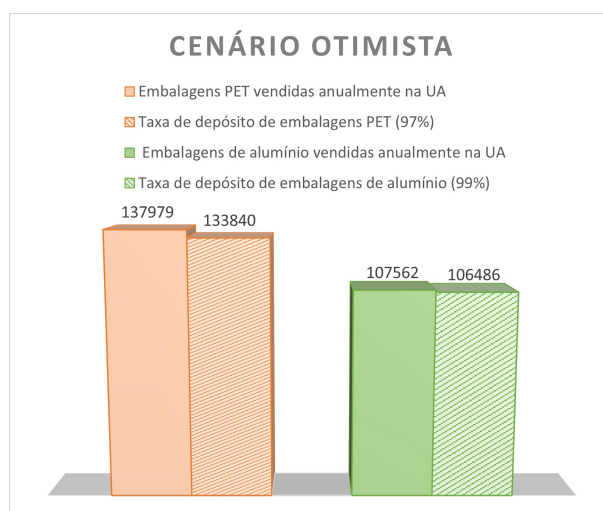
A figura 3.12 representa a previsão do número de embalagens depositadas de acordo com a taxa de depósito prevista em cada um dos cenários anteriormente mencionados.



(a) Cenário Pessimista



(b) Cenário Intermédio



(c) Cenário Otimista

Figura 3.12: Representação do número total de embalagens vendidas nos bares, cantinas e restaurantes da UA comparativamente com o número de embalagens depositadas de acordo com cada um dos três cenários definidos.

3.5.1 Frequência de Recolha

Considerando quer os locais de depósito, anteriormente definidos e representados no Apêndice B, quer as características do tipo de RVMs definidas para cada local, foi possível estimar a frequência de recolha do material depositado em cada equipamento de venda reversa de acordo com cada um dos cenários expectáveis.

Para o cálculo da frequência de recolha do material depositado em cada RVM, foi necessário o cálculo prévio do número de recolhas anuais de cada RVM, de acordo com cada um dos cenários, c , tipo de embalagem, j , e local de depósito, l , ($NRA_{c,j,l}$). Esse cálculo teve como base a equação 3.3.

$$NRA_{c,j,l} = \frac{NVA_{i,j} \times TD_c}{CA_{rvm,j} \times NM_l} \quad (3.3)$$

Onde, TD_c corresponde à taxa de depósito (de acordo com o cenário, c , em estudo), $CA_{rvm,j}$ à capacidade máxima de armazenamento da máquina em questão, rvm , de acordo com o tipo de embalagem, j , e NM_l ao número de máquinas instaladas em cada local de depósito, l .

Note-se que para estimar o $NRA_{c,j,l}$, considerou-se que as embalagens vendidas nos bares e cantinas do ISCA, Crasto, ESAN, ESTGA e Reitoria, apenas são depositadas nas RVMs presentes em cada um destes locais, enquanto que as restantes embalagens (vendidas no *Campus* de Aveiro) são depositadas, de igual forma, pelas RVMs presentes no CUA e no CP.

Após obter o número de recolhas anuais em cada máquina, de acordo com tipo de material depositado e com os três cenários expectáveis, foi possível calcular a frequência com que é necessário proceder à recolha, tanto das garrafas PET como das latas de alumínio. Para cálculo da frequência de recolha, foram considerados 220 dias úteis, relativos aos dias de funcionamento da UA (excetuando assim, o mês de agosto, os feriados nacionais e municipais, as férias de Natal, as férias da Páscoa e os fins de semana). Posto isto, o cálculo da frequência de recolha de acordo com o cenário, c , em questão, e local de depósito, l , ($FR_{c,j,l}$) foi concebido de acordo com a equação 3.4

$$FR_{c,j,l}(\text{dias}) = \frac{220}{NRA_{c,j,l}} \quad (3.4)$$

O resultado do cálculo da frequência de recolha, pode ser consultado nas tabelas 3.6, 3.7 e 3.8, de acordo os três cenários previamente definidos.

Tabela 3.6: Frequência de recolha do material depositado em cada RVM, de acordo com o cenário pessimista.

Cenário Pessimista (50% de reciclagem de latas de alumínio e 22.5% de reciclagem de garrafas de PET)			
ISCA (RVMX2)	Nº de recolhas anuais	Nº de máquinas	Intervalo de tempo arredondado (dias)
	Garrafas PET		36
	Latas de Alumínio		45
CRASTO (RVMX2)	Nº de recolhas anuais	Nº de máquinas	Intervalo de tempo arredondado (dias)
Garrafas PET	38		
Latas de Alumínio	90		
CP + CUA (RVMX20 COMBI)	Nº de recolhas anuais	Nº de máquinas	Intervalo de tempo arredondado (dias)
	Garrafas PET		11
	Latas de Alumínio		14
REITORIA DA UA (RVMX2)	Nº de recolhas anuais	Nº de máquinas	Intervalo de tempo arredondado (dias)
	Garrafas PET		77
	Latas de Alumínio		181
ESAN (RVMX2)	Nº de recolhas anuais	Nº de máquinas	Intervalo de tempo arredondado (dias)
	Garrafas PET		49
	Latas de Alumínio		132
ESTGA (RVMX2)	Nº de recolhas anuais	Nº de máquinas	Intervalo de tempo arredondado (dias)
	Garrafas PET		105
	Latas de Alumínio		122

Tabela 3.7: Frequência de recolha do material depositado em cada RVM, de acordo com o *Cenário Intermédio*.

Cenário Intermédio (50% de reciclagem de latas de alumínio e 50% de reciclagem de garrafas de PET)				
ISCA (RVMX2)	Nº de recolhas anuais	Nº de máquinas	Intervalo de tempo arredondado (dias)	
	Garrafas PET		13.50	16
	Latas de Alumínio		4.88	45
CRASTO (RVMX2)	Nº de recolhas anuais	Nº de máquinas	Intervalo de tempo arredondado (dias)	
	Garrafas PET		12.70	17
	Latas de Alumínio		2.42	90
CP + CUA (RVMX20 COMBI)	Nº de recolhas anuais	Nº de máquinas	Intervalo de tempo arredondado (dias)	
	Garrafas PET		41.82	5
	Latas de Alumínio		14.74	14
REITORIA DA UA (RVMX2)	Nº de recolhas anuais	Nº de máquinas	Intervalo de tempo arredondado (dias)	
	Garrafas PET		6.35	34
	Latas de Alumínio		1.21	181
ESAN (RVMX2)	Nº de recolhas anuais	Nº de máquinas	Intervalo de tempo arredondado (dias)	
	Garrafas PET		9.86	22
	Latas de Alumínio		1.66	132
ESTGA (RVMX2)	Nº de recolhas anuais	Nº de máquinas	Intervalo de tempo arredondado (dias)	
	Garrafas PET		4.62	47
	Latas de Alumínio		1.80	122

Tabela 3.8: Frequência de recolha do material depositado em cada RVM, de acordo com o cenário otimista.

Cenário Otimista (99% de reciclagem de latas de alumínio e 97% de reciclagem de garrafas de PET)			
ISCA (RVMX2)	Nº de recolhas anuais	Nº de máquinas	Intervalo de tempo arredondado (dias)
Garrafas PET	26.19	1	8
Latas de Alumínio	9.65		22
CRASTO (RVMX2)	Nº de recolhas anuais	Nº de máquinas	Intervalo de tempo arredondado (dias)
Garrafas PET	24.63	1	8
Latas de Alumínio	4.79		45
CP + CUA (RVMX20 COMBI)	Nº de recolhas anuais	Nº de máquinas	Intervalo de tempo arredondado (dias)
Garrafas PET	81.13	2	2
Latas de Alumínio	29.18		7
REITORIA DA UA (RVMX2)	Nº de recolhas anuais	Nº de máquinas	Intervalo de tempo arredondado (dias)
Garrafas PET	13.31	1	17
Latas de Alumínio	2.39		91
ESAN (RVMX2)	Nº de recolhas anuais	Nº de máquinas	Intervalo de tempo arredondado (dias)
Garrafas PET	19.13	1	11
Latas de Alumínio	3.29		66
ESTGA (RVMX2)	Nº de recolhas anuais	Nº de máquinas	Intervalo de tempo arredondado (dias)
Garrafas PET	8.95	1	24
Latas de Alumínio	3.57		61

Tendo em consideração os três cenários, os locais de depósito (anteriormente definidos) e a frequência de recolha calculada e apresentada nas tabelas 3.6, 3.7 e 3.8, a recolha do material depositado nas RVMs deve ser calendarizada da seguinte forma:

- **Cenário Pessimista**

- **Frequência de Recolha no ISCA**

- * **Garrafas PET:** De 7 semanas em 7 semanas;
 - * **Latas de Alumínio:** De 9 semanas em 9 semanas.

- **Frequência de Recolha no Crasto**

- * **Garrafas PET:** De 7 semanas e 3 dias em 7 semanas e 3 dias;
 - * **Latas de Alumínio:** De 18 semanas em 18 semanas.

- **Frequência de Recolha no CP e no CUA**

- * **Garrafas PET:** De 2 semanas e 1 dia em 2 semanas e 1 dia;
 - * **Latas de Alumínio:** De 2 semanas e 4 dias em 2 semanas e 4 dias;

- **Frequência de Recolha na Reitoria da UA**

- * **Garrafas PET:** De 15 semanas e 2 dias em 15 semanas e 2 dias;
 - * **Latas de Alumínio:** De 36 semanas e 1 dia em 36 semanas e 1 dia.

- **Frequência de Recolha na ESAN**

- * **Garrafas PET:** De 9 semanas e 4 dias em 9 semanas e 4 dias;
 - * **Latas de Alumínio:** De 26 semanas e 2 dias em 26 semanas e 2 dias.

- **Frequência de Recolha na ESTGA**

- * **Garrafas PET:** De 21 semanas em 21 semanas;
 - * **Latas de Alumínio:** De 24 semanas e 2 dias em 24 semanas e 2 dias.

- **Cenário Intermédio**

- **Frequência de Recolha no ISCA**

- * **Garrafas PET:** De 3 semanas e 1 dia em 3 semanas e 1 dia;
 - * **Latas de Alumínio:** De 9 em 9 semanas.

- **Frequência de Recolha no Crasto**

- * **Garrafas PET:** De 3 semanas e 2 dias em 3 semanas e 2 dias;
 - * **Latas de Alumínio:** De 18 semanas em 18 semanas.

- **Frequência de Recolha no CP e no CUA**

- * **Garrafas PET:** Semanalmente;
 - * **Latas de Alumínio:** De 2 semanas e 4 dias em 2 semanas e 4 dias.

- **Frequência de Recolha na Reitoria da UA**
 - * **Garrafas PET:** De 6 semanas e 4 dias em 6 semanas e 4 dias;
 - * **Latas de Alumínio:** De 36 semanas e 1 dia em 36 semanas e 1 dia.
 - **Frequência de Recolha na ESAN**
 - * **Garrafas PET:** De 4 semanas e 2 dias em 4 semanas e 2 dias;
 - * **Latas de Alumínio:** De 26 semanas e 2 dias em 26 semanas e 2 dias.
 - **Frequência de Recolha na ESTGA**
 - * **Garrafas PET:** De 9 semanas e 2 dias em 9 semanas e 2 dias;
 - * **Latas de Alumínio:** De 24 semanas e 2 dias em 24 semanas e 2 dias.
- **Cenário Otimista**
- **Frequência de Recolha no ISCA**
 - * **Garrafas PET:** De 1 semana e 3 dias em 1 semana e 3 dias;
 - * **Latas de Alumínio:** De 4 semanas e 2 dias em 4 semanas e 2 dias.
 - **Frequência de Recolha no Crasto**
 - * **Garrafas PET:** De 1 semana e 3 dias em 1 semana e 3 dias;
 - * **Latas de Alumínio:** De 9 semanas em 9 semanas.
 - **Frequência de Recolha no CP e no CUA**
 - * **Garrafas PET:** De 2 em 2 dias;
 - * **Latas de Alumínio:** De 1 semana e 2 dias em 1 semana e 2 dias.
 - **Frequência de Recolha na Reitoria da UA**
 - * **Garrafas PET:** De 3 semanas e 2 dias em 3 semanas e 2 dias;
 - * **Latas de Alumínio:** De 18 semanas e 1 dia em 18 semanas e 1 dia.
 - **Frequência de Recolha na ESAN**
 - * **Garrafas PET:** De 2 semanas e 1 dia em 2 semanas e 1 dia;
 - * **Latas de Alumínio:** De 13 semanas e 1 dia em 13 semanas e 1 dia.
 - **Frequência de Recolha na ESTGA**
 - * **Garrafas PET:** De 4 semanas e 4 dias em 4 semanas e 4 dias;
 - * **Latas de Alumínio:** De 12 semanas e 1 dia em 12 semanas e 1 dia.

É de notar que os intervalos de tempo, aqui mencionados, são arredondados por defeito, de modo a não comprometer a possibilidade de depósito. O cálculo destes intervalos de tempo, têm em conta somente aos dias úteis de funcionamento da UA e portanto, a calendarização de acordo com os intervalos de tempo, anteriormente mencionados, não deve considerar os dias em que a universidade se encontra encerrada.

3.5.2 Transporte e Armazenamento

Para efetuar a recolha dos resíduos depositados nas RVMs, a UA deve garantir a existência tanto de colaboradores como de transporte capacitado para o efeito. A necessidade de existência de um veículo, para transportar o material recolhido até ao local de armazenamento, é de maior importância no *Campus* universitário de Aveiro, uma vez que os locais de cada RVM se encontram distanciados entre si.

A UA deve também, assegurar a existência de locais para armazenamento dos resíduos. Estes locais devem ser de fácil acesso, quer para o transporte interno (veículo ligeiro), que transporta os resíduos até ao local de armazenamento, quer para o transporte externo (possivelmente um veículo pesado), encarregue de transportar os resíduos de embalagens do local de armazenamento da UA até às instalações de uma empresa de reciclagem.

O armazenamento deve ser assegurado pela UA, até se atingir a capacidade volúmica e/ou mássica do transporte que levará o material dos locais de armazenamento até às instalações da empresa de reciclagem. Desta forma, o cliente/ operador de resíduos, que comprará o material para reciclar deve acordar, com a UA, a capacidade volúmica e/ou mássica máxima do transporte a utilizar neste âmbito, garantindo assim, o armazenamento do material (pela UA) entre as recolhas realizadas pelo cliente. Note-se que para uma recolha o mais sustentável possível e economicamente rentável, esta deve ser agendada de modo a que no dia da recolha esteja garantida, em armazém, a capacidade volúmica e/ou mássica do veículo destinado ao transporte do material.

Assim, de forma a facilitar o transporte e armazenamento dos resíduos de embalagens coletados pelas RVMs, é recomendada a existência de 2 locais de armazenamento (um para PET e outro para alumínio) em cada um dos seguintes locais: ESTGA, ESAN e *Campus* universitário de Aveiro. Face à necessidade de armazenamento das embalagens coletadas pelas RVMs, foi estimado o volume de armazenamento necessário para uma recolha anual, por parte do cliente/ operador de resíduos, em cada um dos locais de armazenamento anteriormente definidos.

De modo a estimar o volume anual de armazenamento necessário, pressupôs-se que, em média, a massa das embalagens de PET e de alumínio, depositadas nas RVMs, seriam iguais à massa das embalagens '2' e '5', '6' ou '7' da tabela 3.3, respetivamente (uma vez que estas embalagens detêm um volume igual ao volume usado para o cálculo da capacidade máxima das RVMs exposto nas fichas técnicas do apêndice C). Posto isto, a massa de resíduos de embalagens por máquina, rvm, e tipo de embalagem, j, ($MRE_{rvm,j}$) é calculada de acordo com a equação 3.5.

$$MRE_{rvm,j}[kg] = CA_{rvm,j} \times ME_j \quad (3.5)$$

Onde, ME_j corresponde à massa da embalagem (em kg) de acordo com tipo de embalagem, j, em questão (no caso do PET considera-se, também, a massa relativa à tampa).

Assim, para uma *RVMX2* com capacidade máxima de 400 garrafas PET e 800 latas de alumínio, a MRE é de 6 kg de garrafas PET e 9.6 kg de latas de alumínio. Já para uma *RVMX20 COMBI* com capacidade máxima de 600 garrafas PET e 1500 latas de alumínio, a $MRE_{rvm,j}$ é de 9 kg de garrafas PET e 18 kg de latas de alumínio. No que respeita ao volume de armazenamento por cada cada cabine, cab, (V_{cab}), as *RVMX2* dispõe de 0.31 m³ para cada tipo de material coletado e as *RVMX20 COMBI* de 0.63 m³ para cada tipo de material coletado. Para uma melhor compreensão, é apresentada

a tabela 3.9.

Tabela 3.9: Volume e capacidade mássica máxima de cada cabine de acordo com os modelos de RVMs.

Designação	RVMX2		RVMX20 COMBI	
	Cabine para garrafas PET	Cabine para latas de Alumínio	Cabine para garrafas PET	Cabine para latas de Alumínio
$V_{cab} (m^3)$	0.31	0.31	0.63	0.63
$MRE_{rvm,j} (kg)$	6	9.6	9	18

Tendo em consideração a $MRE_{rvm,j}$, o volume de armazenamento por cada cabine, cab, do equipamento em questão (V_{cab}) e o $NRA_{c,j,l}$ (considerando-se, para efeitos de cálculo, o *Cenário Intermédio*), foi possível calcular a massa anual das embalagens de acordo com o tipo de embalagens, j, e com o local de armazenamento, la, ($MA_{j,la}$), e o volume anual por local de armazenamento, la, e tipo de material, j, ($VA_{j,la}$), conforme se pode observar na tabela 3.10.

Tabela 3.10: Massa e volume anual (de garrafas PET e latas de alumínio) a serem armazenadas em cada um dos locais de armazenamento.

Designação	Tipo de Embalagens	Locais de Armazenamento							
		ESAN	ESTGA	Campus universitário de Aveiro					Capacidade total necessária
		RVMX2	RVMX2	RVMX2 (Reitoria)	RVMX2 (ISCA)	RVMX2 (Craсто)	RVMX20 COMBI (CP e CUA)		
$MA_{j,la} (kg)$	PET	59.17	27.69	38.09	81.00	76.17	752.72	947.99	
	Alumínio	15.95	17.29	11.61	46.80	23.21	530.51	612.13	
$VA_{j,la} (m^3)$	PET	3.06	1.43	1.97	4.19	3.94	52.69	62.78	
	Alumínio	0.51	0.56	0.37	1.51	0.75	18.57	21.20	

O cálculo da massa anual por local de armazenamento e tipo de material ($MA_{j,la}$), foi calculada de acordo com a equação 3.6.

$$MA_{j,la}[kg] = \sum_{l_1}^{l_n} NRA_{c,j,l} \times MRE_{rvm,j} \times NM_l, \quad l \subset la \quad e \quad n \in \mathbb{N} \quad (3.6)$$

O volume anual por local de armazenamento, la, e tipo de material, j ($VA_{j,la}$), apresentado na 3.10, foi calculado tendo em conta a equação 3.7

$$VA_{j,la}[m^3] = \sum_{l_1}^{l_n} NRA_{c,j,l} \times V_{cab}, \quad l \subset la \quad e \quad n \in \mathbb{N} \quad (3.7)$$

Face aos cálculos efetuados e aos resultados apresentados na tabela 3.10, a capacidade mássica e volúmica do transporte assegurado pelo cliente/ operador de resíduos (no caso deste efetuar uma única recolha por ano) deve ser de, pelo menos:

- 59 kg e 3 m³ para as garrafas PET a ser recolhidas no armazém da ESAN;
- 16 kg e 0.5 m³ para as latas de alumínio a ser recolhidas no armazém da ESAN;

- 28 kg e 1.4 m^3 para as garrafas PET a ser recolhidas no armazém da ESTGA;
- 17 kg e 0.6 m^3 para as latas de alumínio a ser recolhidas no armazém da ESTGA;
- 948 kg e 62.8 m^3 para as garrafas PET a ser recolhidas no armazém do *Campus* universitário de Aveiro;
- 612 kg e 21.2 m^3 para as latas de alumínio a ser recolhidas no armazém do *Campus* universitário de Aveiro;

Face aos resultados acima mencionados, relativos à capacidade mássica e volúmica necessária para uma recolha anual (de acordo com o *Cenário Intermédio*), e à capacidade mássica e volúmica de um camião de distribuição/ retalho e expresso (1000 kg e 25.70 m^3 , de acordo com [50]), é possível constatar que no caso do armazém do *Campus* universitário de Aveiro seriam necessárias, pelo menos, duas recolhas anuais de garrafas PET.

Uma vez que os volumes necessários para armazenar quer garrafas PET quer latas de alumínio (provenientes dos depósitos nas RVMs no *Campus* universitário de Aveiro) são elevados, poderá ser necessário mais do que um armazém ou várias recolhas ao longo do ano (por parte do cliente/ operador de resíduos). Tal, depende do(s) espaço(s) que a UA disponibilizar para armazenamento das embalagens depositadas.

3.5.3 Sistema de Depósito da UA

À semelhança da maioria dos países europeus, a UA adotará um sistema de depósito de embalagens de PET e de alumínio, idêntico ao representado na figura 2.2.

Desta forma, o fluxo de materiais e dinheiro (que se propõe para a UA), no âmbito do projeto REAP, encontra-se representado na figura 3.13.

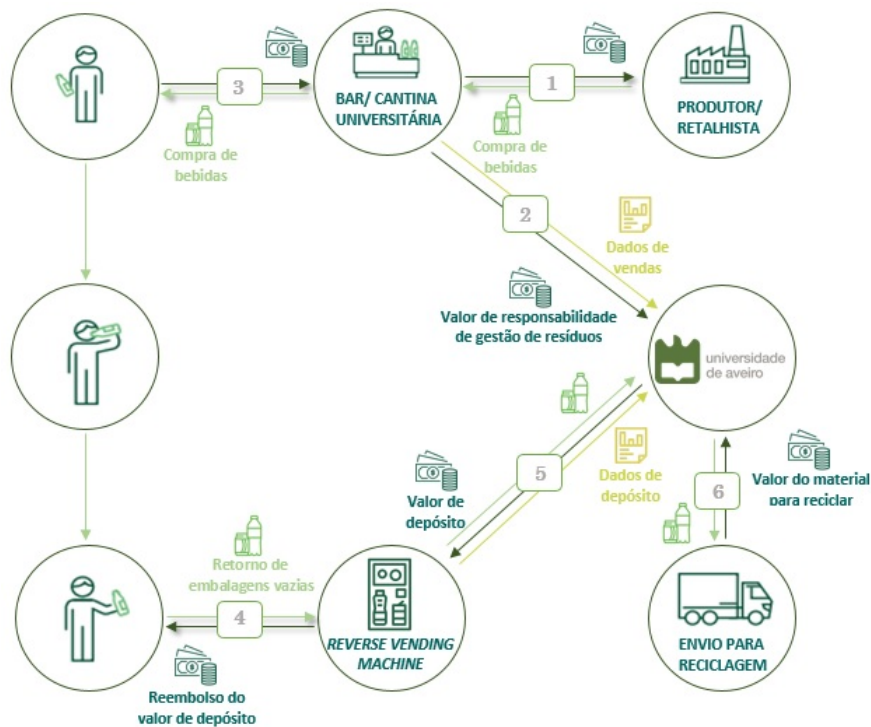


Figura 3.13: Representação esquemática da proposta de fluxos (de materiais e dinheiro), do sistema de depósito e reembolso da UA [31].

Em suma, os pontos de venda presentes na UA adquirem as bebidas, através de um retalhista/ produtor das mesmas, em troca de dinheiro. Após esta aquisição, os pontos de venda, disponibilizam as bebidas de modo a que o aluno/ colaborador da UA as possam comprar, estando o ponto de venda obrigado a pagar um *valor de responsabilidade de gestão de resíduos* à UA e a fornecer dados relativos às suas vendas.

Ulteriormente, e expectável que o aluno/ colaborador da UA, consuma a sua bebida e se dirija a um dos locais de depósito para assim, depositar a embalagem (de PET ou de alumínio) numa RVM, que lhe devolverá um valor alusivo ao *reembolso do valor do depósito* efetuado. O valor relativo ao reembolso de depósito, é depositado no cartão de identificação universitário (pela UA), através das *Reverse Vending Machines*.

Todas as máquinas de venda reversa devem estar capacitadas para partilhar os dados relativos ao depósito de embalagens de PET e de alumínio com a UA, permitindo assim, a monitorização do projeto.

Quando uma RVM atinge a sua capacidade máxima, a UA deve assegurar a recolha do material aí depositado e o transporte do mesmo até ao local de armazenamento.

O encaminhamento das embalagens de PET e de alumínio (compactadas e armazenadas na UA) para reciclagem, é realizado mediante o pagamento, por parte do cliente/ operador de resíduos, do *valor do material para reciclar* de acordo com o preço de mercado, por tonelada de PET e por tonelada de alumínio.

Capítulo 4

Análise financeira do modelo de negócio de logística reversa a ser implementado

A análise financeira do projeto piloto REAP permitirá avaliar a rentabilidade do mesmo, através de uma análise de custo-benefício. Deste modo, o presente capítulo, apresenta uma estimativa de investimento, dos custos operacionais e das receitas do projeto estudado nesta dissertação.

A figura 3.13 do Capítulo 3 apresenta uma proposta para o fluxo de dinheiro relativo ao projeto REAP e é nessa base que se apresenta a análise de custo-benefício, nas secções seguintes.

4.1 Investimento

De acordo com dimensionamento do piloto, apresentado no Capítulo 3, serão necessárias cinco *RVMX2* e duas *RVMX20 COMBI*. Para a compra e implementação destas máquinas, será necessário um investimento, por parte da UA, de 143950 euros, tendo em consideração a proposta de cotação fornecida pela *NEWVISION* apresentada na tabela 4.1.

Tabela 4.1: Proposta de cotação fornecida pela *NEWVISION*.

Equipamentos/Serviços		RVMX2	RVMX20 COMBI
Número de máquinas		5	2
Valor do equipamento (€)		16000	22000
Serviços	Valor da instalação, formação e configuração (€)	350	350
	Valor do transporte (€)	500	500
	Valor da manutenção durante 12 meses (€)	2000	2000
Preço s/ IVA (€)		18850	24850
Investimento total s/ IVA (€)		143950	

Tendo em conta a estratégia de rotulagem definida no Capítulo 3, será necessária a aquisição de uma impressora de etiquetas (modelo ZT230 da marca ZEBRA) e cerca de 250000 etiquetas retangulares (40mm x 20mm) de plástico polipropileno branco. Para este material, a empresa *Altronix* forneceu a cotação apresentada na tabela 4.2.

Tabela 4.2: Proposta de cotação fornecida pela *Altronix*.

Equipamentos/Consumíveis	Quantidade	Custo Unitário s/ IVA (€)
Impressora ZT230 TT 203D USB /SER/ETH	1	680
Etiquetas retangulares (40mm x 20mm) de plástico polipropileno branco	20000	7,90/Mil
Etiquetas retangulares (40mm x 20mm) de plástico polipropileno branco	10000	8,05/Mil
Etiquetas retangulares (40mm x 20mm) de plástico polipropileno branco	5000	12,95/Mil
Fita Carbono ZEBRA (60mm x 450000mm)	6	26,3
Valor da extensão de garantia ALTRONIX ALCARE SILVER durante 3 anos (€)	1	170
Valor do transporte (€)	1	8

Face à proposta de cotação exibida na tabela 4.2, a UA necessitará de um investimento inicial de 858 euros, para a aquisição de uma impressora ZT230 e respetiva extensão de garantia por 3 anos, bem como para o valor de transporte do material, conforme se pode verificar na tabela 4.3.

Relativamente aos consumíveis (etiquetas e fitas de carbono), mencionados na proposta de cotação apresentada na tabela 4.2, estes serão descritos posteriormente, nos custos operacionais (tabela 4.7 da secção ponto 4.2).

Tabela 4.3: Estimativa de investimento necessário de acordo com a proposta de cotação apresentada pela *Altronix*.

Investimento	Quantidade	Custo total s/ IVA (€)
Impressora ZT230 TT 203D USB /SER/ETH	1	680
Valor da extensão de garantia ALTRONIX ALCARE SILVER durante 3 anos (€)	1	170
Valor do transporte s/ IVA (€)	1	8
Investimento total (€)		858

Assim, é possível prever que a estimativa do investimento total para a aquisição dos equipamentos necessários para implementar o projeto REAP na UA, é de 144808 euros (s/ IVA).

4.2 Custos operacionais

Para além de um investimento inicial, o projeto REAP deverá ter em conta os custos operacionais associados, de modo a garantir o funcionamento e sucesso do mesmo.

Desta forma, foram considerados como custos operacionais, as seguintes rubricas:

- A manutenção anual das RVMs após o primeiro ano, uma vez a manutenção ao longo do primeiro ano está incluída no orçamento para aquisição dos equipamentos;
- Recursos humanos, para efetuar o controlo das RVMs, a recolha das embalagens e o transporte das mesmas até ao armazém;
- Consumo de eletricidade pelas máquinas adquiridas;
- O combustível utilizado no transporte das embalagens desde os locais de depósito até ao armazém;
- Etiquetas e fitas de carbono para a impressão dos códigos de barras;
- Sacos para coleta e armazenamento das embalagens compactadas;
- O valor de reembolso de depósito.

A estimativa dos custos operacionais anuais foi realizada com base no *Cenário Inter-médio*, definido no Capítulo 3.

Manutenção anual das RVMs

Para o cálculo da manutenção anual das RVMs, após o primeiro ano, considerou-se o valor da manutenção relativamente aos primeiros 12 meses, orçada em 2000 euros pela *NEWVISION* (tabela 4.1).

Recursos humanos

Quanto aos recursos humanos, serão necessários pelo menos 3 colaboradores, cada um associado a um dos locais que detém armazém (ESAN, ESTGA e *Campus*), para efetuar o controlo das RVMs, a recolha das embalagens, o transporte interno e acondicionamento das mesmas em armazém, e a manutenção necessária a cada RVM, incluindo a recolha de informação para subsequente monitorização do projeto. Estes colaboradores terão direito a uma *Bolsa de Participação e Valorização Social da UA*, no valor de 3.75 euros por hora, conforme descrito em [51].

Considerando a frequência de recolha associada ao *Cenário Intermédio*, definido no Capítulo 3, e pressupondo que cada colaborador necessitará de cerca de 1 hora para efetuar a recolha (em cada um dos locais de depósito) e respetivo transporte, é possível estimar um custo associado a estas operações, conforme se pode verificar na tabela 4.4.

Tabela 4.4: Custos associados aos recursos humanos necessários ao processo de recolha e transporte das embalagens coletadas, de acordo com o *Cenário Intermédio*.

Ponto de recolha	Número de Colaboradores	Número de horas por recolha (h)	Número total de recolhas anuais (PET e alumínio)	Vencimento por hora de cada colaborador (€)	Preço anual (€)
ESAN	1	1	11.52	3.75	43.2
ESTGA	1		6.42		20.08
<i>Campus</i>	1		97.60		366.00
Custo anual total (€)					433.28

Assim, a UA necessitará de cerca de 434 euros para suportar os custos relativos aos recurso humanos.

Consumo anual de eletricidade

Relativamente ao custo associado ao consumo de eletricidade pelas RVMs, considerou-se a alimentação elétrica necessária para o funcionamento de cada máquina (presente no Apêndice C.1 e na tabela 3.4). Assim, calculando a potência (P), através da voltagem (V) e amperagem (A) ($P = V \times A$) e multiplicando este valor pelo número de horas úteis de funcionamento das máquinas (2640 horas) e pelo número de máquinas, é possível estimar o custo anual associado. Para tal, considerou-se o valor de aproximadamente 0.14 euros por Kwh, de acordo com o descrito em [52]. Note-se que o número de horas úteis de funcionamento das máquinas teve em conta 12 horas por dia durante 220 dias úteis.

A tabela 4.5 apresenta os custos anuais relativos ao consumo de eletricidade pelas máquinas de venda reversa.

Combustível anual necessário

No que se refere ao combustível gasto no transporte de embalagens, entre os locais de depósito e os armazéns definidos no Capítulo 3 (ponto 3.5.2), foi elaborada uma estimativa do custo anual associado a este transporte.

Supondo que o transporte é realizado por um veículo ligeiro de caixa aberta (propriedade da UA) movido a gasóleo, e considerando a distância medida, com recurso ao

Tabela 4.5: Custos anuais associados ao consumo de eletricidade pelas RVMs.

RVM	Número total de máquinas	Amperagem (A)	Voltagem (V)	Potência (KW)	Horas úteis de funcionamento das RVMs anualmente (h)	Preço por KWh (€)	Preço anual (€)
RVMX2	5	230	10	2.3	2640	0.14	4250.40
RVMX20 COMBI	2	230	10	2.3	2640	0.14	1700.16
Custo anual total (€)							5950.56

Google Maps, entre o armazém e os locais de recolha (conforme se pode verificar, a título de exemplo, na figura 4.1), é possível estimar o combustível gasto nestes percursos. Note-se que para efeitos de cálculo, supôs-se que o local de armazenamento do *Campus* se situa no armazém dos SASUA. No entanto nas escolas ESAN e ESTGA, não foi estimado o valor de transporte, uma vez que se considerou que estes locais, por possuírem apenas um local de depósito, não necessitarão de um veículo para efetuar o transporte das embalagens coletadas até ao armazém.



Figura 4.1: Medição da distância entre O Complexo do Pedagógico (CP) e o armazém do *Campus*, com recurso ao *Google Maps*.

O cálculo do custo anual de combustível é então estimado através da equação 4.1.

$$CAC = 2 \times d \times NRA_{c,j} \times C \times PG \quad (4.1)$$

Onde: CAC corresponde ao custo anual de combustível; d corresponde à distância, em km, estimada entre cada local de depósito e o armazém correspondente; C corresponde à estimativa de consumo de combustível e; PG corresponde a uma estimativa do preço do gasóleo por litro.

Para melhor compreensão dos custos estimados relativamente ao consumo anual de combustível necessário ao transporte das embalagens, apresenta-se a tabela 4.6.

Tabela 4.6: Custos anuais relativos ao consumo de combustível no transporte das embalagens coletadas pelas RVMs até ao armazém, de acordo com o *Cenário Intermédio*.

Percurso Campus	Estimativa da distância "ida e volta" (km)	Número total de recolhas anuais (PET e alumínio)	Estimativa de consumo de combustível (L/km)	Custo do gasóleo (€/L)	Custo anual do combustível gasto em transportes (€)
Craсто - Armazém	1.85	16	0.1	1.5	4.44
ISCA - Armazém	2	19			5.70
CP - Armazém	1.54	29			6.70
Reitoria - Armazém	2	8			2.40
CUA - Armazém	0.13	29			0.57
Custo anual total (€)					19.80

O custo total anual, relativo ao consumo de combustível necessário ao transporte das embalagens coletadas até aos armazéns, é de 19.80 euros.

Etiquetas e fitas de carbono anualmente necessárias

Conforme descrito anteriormente, no Capítulo 3, foi definida uma estratégia de rotulagem de embalagens. Para melhor perceção dos custos inerentes a esta estratégia, foi feito um pedido de cotação de etiquetas retangulares (40mm x 20mm) de plástico polipropileno branco, à *Altronix*, cuja resposta se encontra na tabela 4.2.

Face à cotação referida anteriormente, foi possível estimar o valor anual necessário para aquisição de todas as etiquetas e fitas de carbono anualmente necessárias à etiquetagem de todas as embalagens a ser vendidas nos *Campi* da UA, conforme se pode constatar na tabela 4.7.

Tabela 4.7: Estimativa do custo de consumíveis (etiquetas e fitas de carbono) necessários de acordo com a proposta de cotação apresentada pela *Altronix*.

Consumíveis	Quantidade	Custo total s/ IVA (€)
Pack de 20000 Etiquetas	12	1896
Pack de 5000 Etiquetas	1	64,75
Pack de 1000 Etiquetas (Estimativa)	1	12,95
Pack de 6 Fitas Carbono	6	157,8
Pack de 5 Fitas Carbono (Estimativa)	5	131,5
Valor do transporte (€)	1	8
Custo total (€)		2271

Deste modo, o custo anual total, associado às etiquetas e fitas de carbono necessárias, é de 2271 euros.

Sacos para coleta e armazenamento de embalagens compactadas

De modo a facilitar a recolha das embalagens coletadas, cada RVM necessitará de um saco por cada cabine de armazenamento (PET e alumínio).

Tendo em consideração os volumes de cada cabine de acordo com a tabela 3.9, é possível esperar a capacidade volúmica dos sacos. Assim, de acordo com a tabela 3.9, seriam necessários sacos de 310L ($0.31m^3$) para as cabines da *RVMX2* e sacos de 630L ($0.63m^3$) para as *RVMX20 COMBI*. No entanto, segundo a informação apresentada em [53], os sacos têm capacidade volúmicas *standards*, pelo que para as cabines das *RVMX2* os sacos que melhor se adequam são os de 400L, enquanto que para as cabines das *RVMX20 COMBI* são os de 1000L.

A escolha de volumes de sacos superiores aos volumes das cabines, deve-se ao facto de não existirem volumes de sacos exatamente iguais aos volumes das cabines e ao facto de os volumes de sacos inferiores aos volumes das cabines não terem capacidade suficiente para coletar o número total de embalagens para o qual estas RVMs foram dimensionadas.

Desta forma, de acordo com os sacos *standards* apresentados em [53], optou-se por sacos de 400L para as cabines das *RVMX2* e sacos de 1000L para as cabines das *RVMX20 COMBI*. No que respeita à cor dos sacos, elegeram-se os sacos transparentes, uma vez que a sua transparência permite verificar o seu conteúdo, facilitando assim o armazenamento destes de acordo com o material (PET ou alumínio).

Segundo o descrito em [53], um lote de 100 sacos transparentes de 400L tem um custo de 69.75 euros, enquanto que um lote de 50 sacos transparentes de 1000L apresenta um custo de 71.50 euros, o que confere um custo médio por saco de 0.7 euros e 1.43 euros, respetivamente. Com base neste preçário, a tabela 4.8 apresenta uma estimativa do valor anual necessário para aquisição de sacos transparentes pela UA. A quantidade de sacos necessária foi estimada de acordo com o *Cenário Intermédio* e considerando o número de sacos anualmente necessários igual ao número de recolhas anuais necessárias, uma vez que a cada recolha é necessário colocar um saco novo em cada uma das cabines das RVMs. Note-se que após o uso destes sacos, estes devem ser reencaminhados para reciclagem.

Tabela 4.8: Estimativa do custo anual relativo à aquisição de sacos para a coleta de embalagens pelas RVMs, de acordo com o *Cenário Intermédio*.

Local de depósito	Tipo de saco	Tipo de embalagem	Quantidade	Custo s/ IVA (€)
ISCA (RVMX2)	Transparente de 400L	PET	14	9,77
		Alumínio	5	3,49
CRASTO (RVMX2)	Transparente de 400L	PET	13	9,07
		Alumínio	3	2,09
CP + CUA (RVMX20 COMBI)	Transparente de 1000L	PET	84	120,12
		Alumínio	30	42,90
REITORIA DA UA (RVMX2)	Transparente de 400L	PET	7	4,88
		Alumínio	2	1,40
ESAN (RVMX2)	Transparente de 400L	PET	10	6,98
		Alumínio	2	1,40
ESTGA (RVMX2)	Transparente de 400L	PET	5	3,49
		Alumínio	2	1,40
Total				206,96

De acordo com a estimativa apresentada, o custo total anual associado à aquisição de sacos para a coleta e armazenamento das embalagens coletadas pelas RVMs é cerca

de 207 euros.

Valor de reembolso de depósito

Quanto ao valor de depósito aplicado às embalagens de alumínio e PET, a ser reembolsado ao consumidor no ato da devolução de cada embalagem de plástico ou metal, varia segundo o relatório [31] e como referido anteriormente no Capítulo 2, entre 0.06 euros e 0.40 euros, na Europa.

Em Portugal, de acordo com o Despacho nº 6534/2019 do Diário da República [44], o valor do reembolso de depósito por cada embalagem de plástico ou de metal varia entre 0.02 euros para depósito de embalagens com volume de 0.1 L a 0.5 L (inclusive), e 0.05 euros para depósito de embalagens cujo volume varie entre 0.5 L e 2 L (inclusive).

O valor de reembolso de depósito a aplicar na UA terá em conta os valores aplicados no projeto-piloto a decorrer em Portugal, definidos de acordo com o Despacho nº 6534/2019 do Diário da República [44].

Desta forma, os valores referentes ao reembolso de depósito a serem entregues ao consumidor final, após o depósito de embalagens de PET e de alumínio, estão definidos na tabela 4.9.

Tabela 4.9: Valores de reembolso de depósito por cada embalagem de PET ou alumínio depositada nas RVMs.

Valor de reembolso de depósito por cada embalagem de PET ou alumínio depositada
2 cêntimos (Para embalagens cujo volume varie entre 0.1 L e 0.5 L inclusive)
5 cêntimos (Para embalagens cujo volume varie entre 0.5 L e 2 L inclusive)

Assim sendo, os custos associados ao *valor de reembolso de depósito* (C_{vrd}) a ser entregue ao estudante/ colaborador da UA, é estimado de acordo com a equação 4.2.

$$C_{vrd}[\text{€}] = ND_c \times VRD_{vol} \times ED_{vol} \quad (4.2)$$

Onde, ND_c corresponde ao número de depósitos de acordo com o cenário em questão (neste caso, *Cenário Intermédio*), VRD_{vol} ao *valor de reembolso de depósito* de acordo com o volume da embalagem, vol, e ED_{vol} à estimativa de depósito de acordo com o volume das embalagens, vol (considerando-se um depósito de 75% de embalagens com volume entre 0.1 L e 0.5 L e 25% de embalagens com volume entre 0.5 L e 2 L)

A estimativa do custo anual associado ao *valor de reembolso de depósito* é de aproximadamente 3377 euros. Este valor é apresentado, detalhadamente, na tabela 4.10.

Tabela 4.10: Custos relativos ao valor de reembolso de depósito, de acordo com o *Cenário Intermédio*.

Valor de reembolso de depósito (€)	
75% do depósitos (0.1L a 0.5L)	25% dos depósitos (0.5L a 2L)
1841.55	1534.63

Embora os valores de reembolso de depósito sejam mais elevados na UE e tenham um papel importante no incentivo da população ao depósito de embalagens, conforme constatado no capítulo 2, estes valores não se têm demonstrado determinantes no que se refere ao sucesso da taxa de depósito.

Custos operacionais anuais totais

Em suma, o valor total dos custos operacionais, de acordo com as rubricas anteriormente mencionadas e descritas, é cerca de 12258 euros, sendo que cerca de 49% deste valor diz respeito ao consumo de eletricidade (conforme se pode constatar, detalhadamente, na tabela 4.11).

Tabela 4.11: Custos operacionais anuais totais

Rúbrica	Custo anual (€)	Fração do custo total (%)
Recursos Humanos	433.27	3.53
Eletricidade	5950.56	48.55
Combustível	19.80	0.16
Etiquetas e Fitas de carbono	2271.00	18.53
Sacos	206.96	1.69
Valor de reembolso de depósito	3376.19	27.54
Total	12257.79	100.00

4.3 Receitas

A estimativa das receitas referentes ao projeto REAP, foram calculadas considerando a compra do plástico por parte do cliente/ operador de resíduos e o valor de responsabilidade de gestão de resíduos a ser pago pela entidade gestora de cada bar concessionado.

É de salientar que o cliente/ operador de resíduos pagará à UA o valor de mercado do PET e do alumínio, uma vez que a recolha será realizada apenas para grandes quantidades e que estes materiais apresentar-se-ão separados, limpos e sem contaminantes, o que lhes conferirá uma boa qualidade.

Assim, de modo a estimar as receitas de acordo com o *Cenário Intermédio*, foi tido em consideração o descrito em [54] (relativamente ao preço por tonelada das embalagens PET e latas de alumínio) e a massa de resíduos de embalagens produzidos na UA. Supondo que todo o material coletado é vendido, o valor estimado que a UA obterá com a venda

deste material é apresentado na tabela 4.12. Note-se que o valor desta receita anual cobre somente 1,8% dos custos operacionais anuais.

Tabela 4.12: Estimativa da receita anual a obter com a venda das embalagens de PET e alumínio coletadas, de acordo com o *Cenário Intermédio*.

Tipo de Embalagem	Estimativa do valor de mercado (€/tonelada)	Massa anual total de resíduos de embalagens (PET e alumínio) (kg)	Estimativa do valor anual a obter com a venda (€)
PET	60	1034.84	62.09
Alumínio	250	645.37	161.34

O valor de responsabilidade de gestão de resíduos (*VGR*) a ser pago pela entidade gestora de cada bar concessionado foi estimado tendo em conta os custos operacionais, definidos anteriormente. Desta forma, é espectável que o *VGR* anual cubra todos os custos operacionais anuais.

O *VGR* anual a ser pago por cada embalagem vendida, foi estimado de acordo com a equação 4.3.

$$VGR[€] = \frac{COA - VAV}{NVT} \quad (4.3)$$

Onde, *COA* corresponde aos custos operacionais anuais, *VAV* ao valor anual resultante da venda de PET e alumínio, e *NVT* ao número de vendas anuais totais de embalagens (de PET e alumínio) em todos os pontos de venda da UA.

A tabela 4.13 descreve, detalhadamente, o valor de responsabilidade de gestão de resíduos a ser pago anualmente pelos bares concessionados.

É de salientar que o *VGR* referente aos pontos de venda geridos pelos SASUA, não é considerado uma receita anual. Uma vez que estes pontos de venda pertencem à UA, terá de ser esta entidade a suportar o *VGR* respeitante aos bares geridos pelos SASUA.

Tabela 4.13: Valor anual de responsabilidade de gestão de resíduos a ser pago pelos bares concessionados.

Número de vendas nos bares cantinas e restaurantes		Valor anual de responsabilidade de gestão de resíduos (€)	
Concessionados	Geridos pelos SASUA	Por embalagem vendida	Total (bares concessionados)
179330	66211	0.05	8789.25

Desta forma, o *VGR* a ser pago pelo conjunto dos bares concessionados é cerca de 8789 euros. Note-se que cabe aos SASUA cobrir o *VGR* relativo aos seus pontos de venda, ou seja, 3245 euros.

Por último é possível constatar que o valor total de receitas anuais (estimado) da UA, no âmbito do projeto REAP, será cerca de 9013 euros. Acrescendo-se um benefício

indireto, resultante da não integração, dos resíduos de embalagens coletados através das RVMs, no sistema de coleta da UA, cujo o custo é de 200 euros por tonelada de resíduo (equiparado a urbano). Assim, pode considerar-se que a massa de 1680 kg de embalagens depositadas anualmente nas RVMs, de acordo com o *Cenário Intermédio*, gera uma poupança de 336 euros, o que corresponde a 2,7% dos custos operacionais anuais.

Capítulo 5

Considerações Finais

5.1 Conclusões

Os principais objetivos desta dissertação consistiram na definição e projeção do piloto a ser implementado na Universidade de Aveiro e na respetiva análise financeira.

De forma a dar resposta aos objetivos mencionados e compreender as questões inerentes a este tema, bem como analisar os diversos sistemas de venda reversa na Europa, foi realizado um estudo prévio do estado da arte já existente e o enquadramento legal intrínseco aos sistemas de incentivo à devolução de embalagens de bebidas de plástico (e latas) não reutilizáveis na Europa e em Portugal.

Posteriormente, foi necessário caracterizar os resíduos de embalagens (de PET e alumínio) vendidas na UA, e caracterizar, tecnicamente, os equipamentos de depósito de embalagens (*Reverse Vending Machines*) a serem implementados na UA, no âmbito do projeto REAP.

A análise das características das embalagens permitirá fornecer às RVMs (através da forma, massa, tipo de material e código de barras), a informação necessária ao reconhecimento das embalagens. Já a análise das características técnicas dos equipamentos de depósito possibilitou comparar alguns dos equipamentos disponíveis no mercado, inclusive os equipamentos da marca *RVM Systems*, vendidos pela *NEWVISION* que concorreu ao concurso lançado pela UA.

Ulteriormente à análise das características dos resíduos de embalagens e das máquinas de venda reversa, procedeu-se à identificação dos locais de depósito e dimensionamento do piloto. Assim é possível concluir, face à distribuição dos departamentos, bares, cantinas e restaurantes da UA, que os locais de depósito mais bem posicionados passíveis de albergar equipamentos de venda reversa são: a cantina do Crasto, o ISCA, o CP, o CUA a Reitoria da UA, a ESAN e a ESTGA. Quanto ao modelo das RVMs, a ser implementadas em cada um dos locais, constatou-se que o mais adequado será implementar 2 máquinas do modelo *RVMX20 COMBI* (no CUA e no CP) e 5 máquinas *RVMX2* (no Crasto, ISCA, Reitoria, ESAN e ESTGA).

De seguida, definiu-se uma estratégia de rotulagem de embalagens de modo a permitir a identificação, pelas RVMs, das embalagens de bebidas (de PET e de alumínio), provenientes da UA. Assim, de forma a calcular a taxa de depósito na UA, foi definida a criação de quatro códigos de barras, de modo a distinguir as embalagens provenientes, exclusivamente, dos pontos de venda da UA (e respetivas escolas) das demais embalagens vendidas em pontos de venda externos à universidade.

Quanto às características das etiquetas a utilizar no processo de rotulagem, estas foram definidas de acordo com o que melhor se adequa ao projeto piloto (tamanho, tipo de material e formato adequado ao tamanho das embalagens e tipo de ambiente a que as embalagens estarão sujeitas).

A rotulagem das embalagens passa assim, pela impressão das etiquetas, por parte da UA, numa impressora ZT230 (a adquirir pela universidade) e pela distribuição das etiquetas pelas entidades gestoras de cada bar, ficando estas ao encargo de melhor gerir a etiquetagem nos seus estabelecimentos.

Além da estratégia de rotulagem, foi também necessária a projeção de uma rede de recolha, transporte e armazenamento de embalagens, de acordo com três cenários estimados (baseados nas taxas de depósito espectáveis). Desta forma, foi possível estimar a frequência de recolha do material depositado em cada equipamento de venda reversa, de acordo com cada um dos cenários definidos.

No que respeita ao transporte e armazenamento, a UA deve assegurar tanto colaboradores e transporte capacitado para o efeito, como armazéns para armazenar os resíduos de embalagens entre recolhas por parte do cliente (entidade de reciclagem de PET e/ou de alumínio). Assim, foi estimado o volume anual necessário à implementação de três armazéns (um no *Campus*, um na ESAN e outro no ESTGA), considerando o *Cenário intermédio* e uma periodicidade anual relativamente à recolha do material pelo cliente. Adicionalmente, foi também estimada a massa anual do material depositado, segundo o *Cenário intermédio*, de modo a acordar com o cliente a capacidade do veículo necessário para proceder com o transporte entre as instalações da UA e as instalações da empresa de reciclagem.

Assim, prevê-se que o número de recolhas das embalagens depositadas, pelos clientes/operadores de resíduos terá de ser efetuada uma a duas vezes por ano.

Por último, foi elaborada uma análise de custo-benefício de modo a avaliar a rentabilidade do projeto estudado ao longo desta dissertação. Desta forma, foi efetuada uma estimativa dos investimentos, custos operacionais e receitas inerentes ao projeto piloto REAP.

Relativamente ao investimento total necessário foi estimado um valor de 144808 euros acrescendo-se, anualmente, um valor de aproximadamente 12258 euros relativos aos custos operacionais. No que se refere às receitas anuais da UA, no âmbito deste projeto REAP, estimou-se um valor total de cerca de 9013 euros. Este último valor, inclui o valor anual de responsabilidade de gestão de resíduos estimado de modo a que este valor (por ponto de venda) juntamente com o valor obtido com a venda do PET e alumínio coletado, cubra o total dos custos operacionais anuais.

Posto isto, foi possível constatar que o projeto não possui rentabilidade que permita a recuperação do investimento, ou seja, este tipo de projetos só é possível através de um financiamento externo para aquisição dos equipamentos.

Em suma, é possível concluir que os objetivos preconizados, foram atingidos na sua totalidade, contribuindo assim, para a sensibilização e educação ambiental dos membros da academia, no sentido da reversão de padrões insustentáveis, associados a um consumo exacerbado, e para a transformação em prol de uma economia cada vez mais circular.

Conclui-se também, que este projeto contribuirá, em parte, para a diminuição da pressão sobre o ambiente, para o aumento da rentabilização na extração e uso de matérias-primas, para o crescimento da competitividade e do progresso da inovação e para o incentivo ao crescimento económico.

5.2 Limitações ao Trabalho

As principais limitações ao longo do estudo apresentado nesta dissertação, assentaram na obtenção de dados reais, nomeadamente no que se refere à obtenção de dados relativos ao número de vendas de cada bar, cantina e restaurante presentes na UA. Tal deve-se ao facto dos SASUA e algumas entidades gestoras de bares concessionados não realizarem, atualmente, uma monitorização das vendas e/ou volume de negócios de cada um dos bares sob sua gerência.

O facto de atravessarmos uma pandemia global provocada pela *Covid-19*, dificultou o contacto fluído, quer presencial quer à distância, com algumas entidades detentoras de sistemas de depósito idênticos ao sistema a implementar na UA, bem como com entidades de venda de equipamentos, de compra e reciclagem de PET e/ou alumínio e até mesmo o contacto com a própria Universidade de Aveiro. Esta comunicação pouco fluída, traduziu-se numa dificuldade acrescida na obtenção de informação ao desenvolvimento do estudo efetuado ao longo desta dissertação.

5.3 Trabalho Futuro

O trabalho desenvolvido resultou num dimensionamento total e análise financeira do projeto REAP, a ser implementado na UA. No entanto, há semelhança e outros projetos, é necessária uma melhoria contínua do mesmo após a sua implementação,

Assim, é sugerido como trabalho futuro:

- Um plano de manutenção após o primeiro ano de funcionamento do piloto, uma vez que durante o primeiro ano a manutenção é garantida pela *NEWVISION*;
- A monitorização das vendas e depósitos, de modo a possibilitar o cálculo real da taxa de depósito obtida, e assim, calcular quer a frequência de recolha interna (a efetuar pela UA), quer a frequência de recolha externa (a efetuar pelo cliente) de acordo com a capacidade de armazenamento na UA e com a capacidade mássica e volúmica do transporte utilizado pelo cliente.
- Integração das RVMs com o ERP (*Enterprise Resource Planning*) da universidade, de forma a possibilitar uma monitorização das máquinas em tempo real, nomeadamente ao nível dos depósitos, do *valor de reembolso de depósito*, da necessidade de manutenção e do nível de enchimento de cada máquina;
- A criação de novos sistemas de incentivo ao depósito de embalagens, para além do *valor de reembolso de depósito*, de modo a incutir uma responsabilidade ambiental e social a cada aluno e colaborador da UA. Este incentivo pode ser, por exemplo, ao nível das redes de comunicação da universidade, podendo também ser criado um plano de *marketing* a ser implementado nos bares, cantinas e restaurantes da UA.
- Realização de um inventário relativo às embalagens (de PET e alumínio) vendidas em todos os bares, cantinas e restaurantes da UA. Note-se que a cada aquisição de uma nova embalagem de PET e/ou de alumínio, deve ser efetuada uma atualização ao inventário, a etiquetagem dessas embalagens e um registo das características das mesmas, de modo a introduzir esses dados nas RVMs, possibilitando assim, o depósito e aceitação das mesmas pelas máquinas de venda reversa.

- A homologação de contratos, de compra e venda (de PET e/ou alumínio) e de facultações de dados relativos à introdução destes materiais no ciclo produtivo, com empresas de reciclagem destes materiais. No que se refere à reciclagem de PET, após alguns contactos com empresas do ramo, a *Téclásnova- Reciclagem e Processamento de Plásticos, Lda.* (cujo contacto geral da empresa é apresentado no anexo D) demonstrou interesse em colaborar com a UA neste projeto, através da compra do PET coletado, transporte do mesmo desde os armazéns da UA até às suas instalações, e do fornecimento de dados sobre a implementação do PET no ciclo produtivo;
- Elaboração de uma Análise de Ciclo de Vida (ACV) do projeto piloto, comparativamente com a convencional recolha seletiva implementada na UA;
- A criação de parcerias com as câmaras municipais envolvidas à UA (incluindo os municípios onde se inserem a ESAN e a ESTGA) de forma a expandir geograficamente o projeto;
- A aceitação, por parte da universidade, de embalagens provenientes de pontos de venda externos à UA. Sendo que, para tal, as RVMs devem ser programadas de modo, a aceitar/ recusar essas embalagens de acordo com o tipo de material e a separar a contabilização das mesmas da contabilização das embalagens depositadas provenientes dos pontos de venda da UA, não comprometendo assim, o piloto no que se refere ao cálculo da taxa de depósito na UA.
- A realização de um *Upgrade* do sistema de reembolso de depósito e dos respetivos equipamentos de venda reversa, de modo a ser estabelecida a possibilidade o depósito de embalagens de vidro.

Referências

- [1] António Gonçalves. «Desejo na Sociedade Líquida de Hiperconsumo». Em: *Revista de Direito Público Contemporâneo* (2021).
- [2] Rosa Mechiço. «Sociedade de Consumo: Consumismo, Impactos e Consumo Sustentável». Em: *Revista Seminário De Viseu* (2020), pp. 206–218.
- [3] «Um novo Plano de Ação para a Economia Circular-Uma Europa mais limpa e competitiva». Em: *Official Journal of the European Union* (), pp. 1–21. ISSN: 02870827.
- [4] Livia. BARBOSA. *Sociedade de Consumo*. Ed. por Jorge Zahar. Rio de Janeiro, 2004, pp. 1–34.
- [5] Sergio Campos Goncalves. «Cultura e Sociedade de Consumo: um olhar em retrospecto». Em: *Revista-Núcleo de Produção ...* 3.March (2008), p. 10.
- [6] Maria Cecília Pestana Gomes. «Consumo Consciente: Repensando a Sociedade de Consumo e Novas Práticas Socioambientais e Culturais». Tese de doutoramento. Universidade Nova de Lisboa, 2019.
- [7] Jacek Rudewicz. «Rola systemów depozytowo-zwrotnych (kaucyjnych) w organizacji recyklingu odpadów komunalnych w państwach Europy. Wykorzystanie automatów RVM (butelkomatów)». Em: *Studies of the Industrial Geography Commission of the Polish Geographical Society* 34.2 (2020). ISSN: 2080-1653. DOI: 10.24917/20801653.342.4.
- [8] Isac Jonatas Brandão, Jeane De Fátima, Cunha Brandão, Cibele Maria Abreu, Mestre Economia, Meio Ambiente e Gestão Ambiental. «CONSUMISMO COMO FORMA DE IMPACTO AMBIENTAL : UM COMPARATIVO ENTRE JOVENS DE ESCOLA PÚBLICA E PARTICULAR DE MANHUAÇU- MG». Em: *I Seminário Científico da FADIG* (2015).
- [9] Eurostat. *Packaging waste statistics*. Rel. téc. 2020, p. 17.
- [10] Iasmin Ferreira e Cruz Godinho. «Ecotoxicidade do plástico em ambiente marinho-contributos para um modelo de impacte ambiental Mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente». Tese de doutoramento. 2020.
- [11] Paula Sobral, João Frias e Joana Martins. «Microplásticos nos oceanos-um problema sem fim à vista». Em: *Revista Ecológica* (2011). ISSN: 1647-2829.
- [12] *PlasticEurope - Association of Plastic Manufacturers*. URL: www.plasticseurope.org/en/resources/publications/4312-plastics-facts-2020 (acedido em 20/04/2021).

- [13] *Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões, Uma Estratégia Europeia para os Plásticos na Economia Circular, da Comissão Europeia, de 16 de janeiro de 2018.* (Acedido em 10/02/2021).
- [14] Frank Welle. «Twenty years of PET bottle to bottle recycling - An overview». Em: *Resources, Conservation and Recycling* 55.11 (2011), pp. 865–875. ISSN: 09213449. DOI: 10.1016/j.resconrec.2011.04.009.
- [15] Ana Alves. «Monitorização do projeto-piloto de máquinas de retoma para embalagens de PET não reutilizáveis : componente operacional». Tese de doutoramento. Universidade Nova de Lisboa, 2020.
- [16] Philippe Maurice Stotz, Monia Niero, Niki Bey e Dimos Paraskevas. «Environmental screening of novel technologies to increase material circularity: A case study on aluminium cans». Em: *Resources, Conservation and Recycling* 127.June (2017), pp. 96–106. ISSN: 18790658. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.07.013.
- [17] Shahjadi Hisan Farjana, Nazmul Huda e M. A.Parvez Mahmud. «Impacts of aluminum production: A cradle to gate investigation using life-cycle assessment». Em: *Science of the Total Environment* 663 (2019), pp. 958–970. ISSN: 18791026. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.01.400.
- [18] Bálint Simon, Mourad Ben Amor e Rita Földényi. «Life cycle impact assessment of beverage packaging systems: Focus on the collection of post-consumer bottles». Em: *Journal of Cleaner Production* 112 (2016), pp. 238–248. ISSN: 09596526. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.06.008.
- [19] Harekrushna Sutar, Subash Chandra Mishra, Subham Sahoo e Ananta Prasad Chakraverty. «Progress of Red Mud Utilization : An Overview Progress of Red Mud Utilization : An Overview». Em: *American Chemical Science Journal* 4.May 2014 (2017), pp. 255–279.
- [20] Radmila Milačič, Tea Zuliani e Janez Ščančar. «Environmental impact of toxic elements in red mud studied by fractionation and speciation procedures». Em: *Science of the Total Environment* 426 (2012), pp. 359–365. ISSN: 00489697. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.03.080.
- [21] Metal Packaging Europe. *Home | Metal Packaging Europe*. 2021. URL: <https://metalphageurope.org/pa/home> (acedido em 20/04/2021).
- [22] Alice Brock e Ian Williams. «Life cycle assessment of beverage packaging». Em: *Journal of Physics: Conference Series* 1426.1 (2020), pp. 47–61. ISSN: 17426596. DOI: 10.1088/1742-6596/1426/1/012038.
- [23] Taynara Martins e Ana Flavia. «A economia circular como alternativa à economia linear Circular economy as an alternative to linear economy». Em: 2019 (2018), pp. 265–272.
- [24] Lisboa Green Capital. *Lisboa Green Capital 2020*. URL: <https://lisboagreencapital2020.com/> (acedido em 03/05/2021).
- [25] Parlamento Europeu. *Economia circular: definição, importância e benefícios | Atualidade | Parlamento Europeu*. URL: <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/economy/20151201ST005603/economia-circular-definicao-importancia-e-beneficios> (acedido em 27/04/2021).

- [26] Tâmara Silva. «Logística Reversa e a Redução do Impacto Ambiental – O Processo de Logística Reversa das Garrafas PET como Uma das Maneiras de Reduzir o Impacto da Degradação ambiental». Tese de doutoramento. UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES, 2010, pp. 1–45.
- [27] Jesimar Alves; Paulo Tong; Geneci Monsores; «Logística Reversa como Estratégia de Redução de Custos e Impacto Ambiental : Análise de uma Indústria de Refrigerantes». Em: *XVI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia* (2019), pp. 1–16.
- [28] *Universidade de Aveiro*. URL: <https://www.ua.pt/pt/noticias/11/64063> (acedido em 25/01/2021).
- [29] Doron Lavee. «A cost-benefit analysis of a deposit-refund program for beverage containers in Israel». Em: *Waste Management* 30.2 (2010), pp. 338–345. ISSN: 0956053X. DOI: 10.1016/j.wasman.2009.09.026.
- [30] UNEP (United Nations Environment Programme). *Plastics: A Roadmap for Sustainability*. Rel. téc. 2018, p. 104.
- [31] Reloop. *Livro de depósito global 2020 | Reloop Plataforma*. 2020. URL: <https://www.reloopplatform.org/pt/reloops-global-deposit-book-2020/> (acedido em 04/05/2021).
- [32] Julia Patorka e Dominika Paca. *Deposit-Refund System (DRS) Facts & Myths*. Rel. téc. April. 2019, pp. 1–30.
- [33] *Diretiva (UE) 2019/904 do Parlamento Europeu e do Conselho de 5 de junho de 2019 relativa à redução do impacto de determinados produtos de plástico no ambiente*. (Acedido em 21/03/2021).
- [34] *Lei n.º 69/2018 do Diário da República, Série I, Nº 248 de 26 de dezembro de 2018*. (Acedido em 15/03/2021).
- [35] Associação Portuguesa do Ambiente. *Relatório Anual - Resíduos Urbanos 2019*. Rel. téc. 2019.
- [36] *Do Velho Se Faz Novo. QUANDO DO VELHO SE FAZ NOVO, GANHA O PLANETA!* URL: <https://dovelhosefaznovo.pt/> (acedido em 11/05/2021).
- [37] *TOMRA T70 Única e Dupla : TOMRA*. URL: <https://www.tomra.com/pt-br/collection/reverse-vending/reverse-vending-systems/standalone-line/t70-single-and-dual> (acedido em 12/05/2021).
- [38] *TOMRA. Notify+Assist : TOMRA*. 2021. URL: <https://www.tomra.com/pt-br/collection/reverse-vending/tcs-digital/notify-and-assist> (acedido em 12/05/2021).
- [39] Diana Marques. «Sistemas de Reembolso de Depósito para Garrafas de Bebidas e Latas: Um Instrumento Circular? O Caso Português.» Tese de doutoramento. Universidade de Lisboa, 2020, pp. 1–57.
- [40] United Nations. *Transforming Our World: The 2030 Agenda For Sustainable Development*. 2016. DOI: 10.1201/b20466-7. (Acedido em 11/02/2021).
- [41] *Diretiva (UE) 2018/852 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de maio de 2018 que altera a Diretiva 94/62/CE relativa a embalagens e resíduos de embalagens*. (Acedido em 12/03/2021).

- [42] *Directiva 2018/851/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de Maio de 2018*. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32018L0851> (acedido em 11/02/2021).
- [43] *Portaria n.º 202/2019 do Diário da República, 1.ª série, N.º 125 de 3 de julho de 2019*. (Acedido em 21/12/2020).
- [44] *Despacho n.º 6534/2019 do Diário da República, 2.ª série, N.º 137 de 19 de julho de 2019*. (Acedido em 21/03/2021).
- [45] *Aviso n.º 12599/2019 do Diário da República, Série II, N.º 150 de 7 de agosto de 2019*. (Acedido em 20/12/2020).
- [46] *Decreto-Lei n.º 102-D/2020, do Diário da República, 1.ª Série, N.º 239, de 10 de dezembro de 2020*. (Acedido em 25/02/2021).
- [47] *Plastval*. URL: <http://www.plastval.pt/index.asp?info=reciclagem/identificacao> (acedido em 14/06/2021).
- [48] *Stand alone machines - RVM Systems*. URL: <https://www.rvmystems.com/stand-alone-machines/> (acedido em 09/06/2021).
- [49] *Resíduos - Campus mais Sustentável - Universidade de Aveiro*. URL: <https://www.ua.pt/pt/campusmaissustentavel/page/23460> (acedido em 08/06/2021).
- [50] *A Nossa Frota - Transbranca - Transportes S.A.* URL: <https://transbranca.pt/a-nossa-frota/> (acedido em 02/05/2021).
- [51] *Bolsa de Participação e Valorização Social - Inscrições*. URL: <https://www.ua.pt/pt/sas/page/16443> (acedido em 11/06/2021).
- [52] *Selectra*. URL: <https://selectra.pt/energia/info/faq/kwh-preco> (acedido em 21/06/2021).
- [53] *Manutan - Saco Transparente para Contentor de Grande volume*. URL: <https://www.manutan.pt/pt/map/saco-transparente-para-contentor-de-grande-volume-400-a-2500-1-manutan> (acedido em 11/06/2021).
- [54] Caixa Geral de Depósitos (CGD). *Como ganhar dinheiro com a reciclagem*. URL: <https://www.cgd.pt/Site/Saldo-Positivo/Sustentabilidade/Pages/ganhar-dinheiro-reciclagem.aspx> (acedido em 22/06/2021).

Apêndice A

Tabelas Auxiliares

- A.1 Sistemas Europeus de reembolso para depósitos de embalagens de bebidas: comparação das principais características

País	Ano de Implementação	Entidade Gestora	Material Alvo	Tipo de bebida com embalagens passíveis de depósito	Valor do Reembolso de Depósito	Taxa de Depósito (2019)		
						Plástico	Metal	Vidro
Croácia	2006	• Environmental Protection and Efficiency Fund (FZOEU)	• Plástico (predominantemente PET) • Metal (alumínio e folha de flandres)	Embalagens > 0.2L • Alcool (cerveja, vinho, licor forte); • Não alcoolicas (sumos, águas, refrigerantes) Embalagens < 0.2L • Bebidas à base e leite Exceções: Leite e bebidas à base de leite > 0.2L	0.06 €	89% (PET)	89%	79%
Dinamarca	2002	• Dansk Retursystem A/S	• Plástico (predominantemente PET) • Metal (alumínio), • Vidro	• Cerveja • Refrigerantes • Bebidas fermentadas • Produtos de mistura (destilados, vinho ou outros produtos de mistura fermentados com outras bebidas) • Água mineral • Limonada • Chá gelado • Xarope • Sumo Exceções: Produtos lácteos e produtos à base de leite, cacau, vinho e bebidas espirituosas, embalagens > 20L e recipientes de plástico > 10L que contenham água não carbonatada	• Metal e vidro < 1L: 0.13 € • Plástico < 1L: 0.2 € • Metal, vidro e plástico ≥ 1L: 0.4 €	94% (PET)	90%	88%

<p>Estónia</p>	<p>2005</p>	<p>• Eesti Pandipakend OÜ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Plástico (predominantemente PET) • Metal (predominantemente alumínio) • Vidro 	<p>Embalagens de 100ml a 3L</p> <ul style="list-style-type: none"> • Refrigerantes • Água • Sumos • Sumos Concentrados • Nectares • Cerveja • Cidra • Perry • Bebidas com baixo teor em álcool <p>Exceções: Bebidas alcoólicas fortes (vodka, vinho, etc.), laticínios, frascos de vidro, caixas (p.ex.: Tetra Pak)</p>	<p>0.10 €</p>	<p>87% (PET)</p>	<p>88%</p>	<p>87%</p>
<p>Finlândia</p>	<p>1996 (Latas) 2008 (PET) 2011 (Vidro)</p>	<p>• Suomen Palautuspakkaus Oy (PALPA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Plástico (predominantemente PET) • Metal (alumínio) • Vidro 	<ul style="list-style-type: none"> • Quase todos os refrigerantes • Água • Cerveja • Cidra • Bebidas desportivas • Sumos concentrados • Bebidas licorosas / destilados / vinho vendidas pela Alko <p>Exceções: Leite</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Plástico < 350ml: 0.10 € • Plástico de 350ml a 999ml: 0.20 € • Plástico ≥ 1L: 0.40 € • Metal: 0.15 € • Vidro: 0.10 € 	<p>90% (PET)</p>	<p>95% (Latas)</p>	<p>87%</p>

Alemanha	2003	• Deutsche Pfandsystem GmbH (DPG)	<ul style="list-style-type: none"> • Plástico (predominantemente PET) • Metal (alumínio) • Vidro 	Embalagens de 100ml a 3L <ul style="list-style-type: none"> • Água • Cerveja e bebidas que contém cerveja (inclusive sem alcool) • Refrigerantes gaseificados e não gaseificados • Bebidas alcoolicas Exceções: Produtos lácteos (> 50% de conteúdo de leite), sumos de fruta e vegetais, produtos destinados ao consumo infantil, vinho, licores, recipientes < 100ml e > 3L), bebidas com embalagens de cartão	0.25 €	97% (PET)	99%	Valor desconhecido
Islândia	1989	• Endurvinnslan Hf	<ul style="list-style-type: none"> • Plástico (predominantemente PET) • Metal (alumínio) • Vidro 	<ul style="list-style-type: none"> • Todas as bebidas incluindo vinhos e licores Exceções: Leite e produtos lácteos, extrato de sumo	0.11 €	87%	88% (Alumínio)	84%
Lituânia	2016	• USAD • Užstato	<ul style="list-style-type: none"> • Plástico • Metal • Vidro 	Embalagens > 100ml <ul style="list-style-type: none"> • Cerveja e cocktails de cerveja • Cidra e outras bebidas fermentadas • Bebidas com e sem alcool • Água • Sumos • Nectares Exceções: Leite, vinho e bebidas espirituosas	0.10 €	92% (PET)	93%	85%

Holanda	2005	• Stichting Retourverpakking en Nederland (SRN)	• Plástico (predominantemente PET)	Embalagens ≥ 0.8L • Refrigerantes • Água Exceções: Medicamentos, vinho, bebidas espirituosas, bebidas moderadamente alcoólicas, Bebidas medicinais, vinho (e vinho de frutas), destilados, bebidas alcoólicas moderadas, bebidas com embalagens de cartão, vidro, latas de metal, pequenas garrafas de plástico, recipientes até 100 ml	0.25 €	95% (PET)	-	-
Noruega	1999	• Infinitum	• Plástico (predominantemente PET, HDPE) • Metal (alumínio/folha de flandres)	• Todas as bebidas Exceções: Vidro	• Plástico e metal < 0.5L: 0.16 € • Plástico e metal > 0.5L: 0.25 €	89%	90%	-
Suécia	1984 (Latas) 1994 (PET)	• AB Svenska Returpack (Pantamera)	• Plástico (predominantemente PET) • Metal (alumínio/folha de flandres)	• Todas as bebidas incluindo cerveja, refrigerantes, cidra e água) Exceções: Bebidas que contenham até 50% de produtos lácteos, sumo de vegetais / frutas / frutas vermelhas	• Metal: 0.11 € • Plástico < 1L: 0.11 € • Plástico > 1L: 0.22 €	84% (PET)	86%	-

Apêndice B

Mapas Auxiliares

B.1 Distribuição dos Bares e das *Reverse Vending Machines* nos *Campus* da Universidade de Aveiro



Legenda:

- 5 Departamento de Educação e Psicologia
- 6 Cantina de Santiago
- 7 Departamento de Ambiente e Ordenamento
- 8 Departamento de Biologia
- 10 Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo
- 11 Departamento de Matemática
- 12 Departamento de Ciências Sociais, Políticas e do Território
- 15 Departamento de Química
- 20 Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda
- 22 Departamento de Engenharia Mecânica

- 23 Complexo Pedagógico, Científico e Tecnológico
- 25 Reitoria da Universidade de Aveiro
- 34 Escola Superior de Design, Gestão e Tecnologias da Produção Aveiro-Norte
- 35 Instituto Superior de Contabilidade e Administração da Universidade de Aveiro
- 40 Departamento de Comunicação e Arte
- E Pavilhão III
- F Restaurante Universitário
- M Complexo do Castro
- * Bar do CUA

- Bares, Cantinas e Restaurantes Geridos pelos SASUA
- Bares Concessionados
- ★ RVM X20 COMBI
- ★ RVM X2

Apêndice C

Fichas Técnicas

C.1 Fichas Técnicas - *RVM Systems*

C.1.1 *RVMX2 e RVMX20 COMBI*

RVM X2 (PET e CAN)

RVM SYSTEMS | NEWVISION
 A TRANSFORMAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR

Finalmente, uma revolução para volumes pequenos e médios de garrafas recicláveis. Um equipamento compacto e autónomo que é confiável, rápido e preparado para o futuro.

A RVM X2 faz parte de uma nova geração de máquinas de venda reversa. É desenvolvida com uma nova tecnologia preparada para os desafios do futuro. Temos o orgulho de lançar um equipamento que pode compactar até 1200 garrafas por depósito sem comprometer a qualidade, identificação dos itens e a tecnologia de compactação. A máquina é baseada na mesma tecnologia das grandes máquinas RVM, mas é desenhada num chassi compacto, autónomo e económico que é perfeito para as suas necessidades de reciclagem.

- O monitor LCD colorido e sensível ao toque torna as mensagens informativas e de marketing claras para o utilizador.
- Fácil limpeza e manutenção.
- Fácil instalação. Configuração no local para alimentação e rede.
- Armazenamento separado para PET e CAN compactados. 800 latas e 400 garrafas PET.
- Sistema de Identificação – múltiplos leitores 360° – código de barras e tecnologia de reconhecimento de forma.
- Design moderno – Um visual moderno que atrai clientes e com alta disponibilidade de serviço.
- Leitor de código de barras 2D para cartão de cliente ou aplicação móvel com leitor NFC como opcional para integração com smartphone.



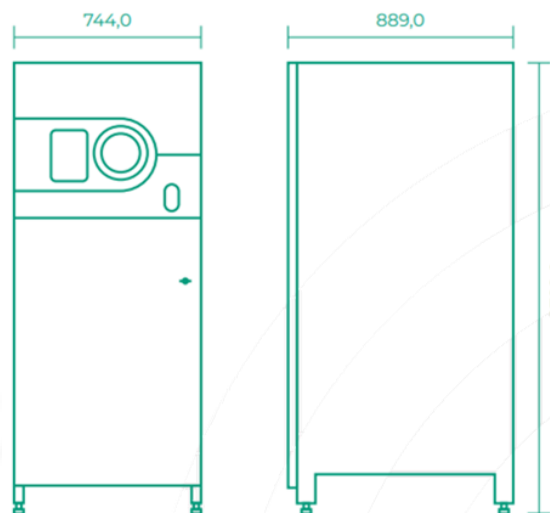
Opção de utilização da Aplicação Móvel reVend® para substituição do talão em papel

Reconhecimento	Reconhecimento instantâneo	Espaço ocupado	Peso
Rápido Reconhecimento até 60 garrafas ou latas por minuto	Com um campo de deteção 360° com até 9900 scans por segundo	Ocupa pouco espaço – Profundidade: 889 mm Largura: 744 mm	280 kg
Manutenção	Marketing	Depósitos de compactados	Vidro
De fácil utilização e fácil manutenção	Superfícies planas da lateral e frente para uma comunicação eficaz	Depósitos de PET e CAN compactados para redução dos custos de transporte	Poder ter um Upgrade para aceitar garrafas de vidro com um módulo da máquina RVM X3

Alimentação	Alimentação Horizontal, até 60 itens por minuto.
Alimentação Horizontal	Embalagens até 3 litros PET e 1 litro CAN.
Reconhecimento	Leitor de código de barras 360° e detecção de forma em vídeo.
Código de Barras	EAN-13, EAN-8, UPC-E, UPC-A.
Sensores de Materiais	Balança eletrónica.
Comunicações	Interface LAN (Rede TCP/IP).
Capacidade de Armazenamento	<ul style="list-style-type: none"> • Até 400 garrafas 0,5 L PET • Até 800 latas 0,33 L CAN
Alimentação Elétrica	230V, 10A monofásica.
Consumo de Energia	Standby: 60W. Em operação: 120 - 900W.
Ambiente	Para uso em interior. Temperatura: 5-40°C. Humidade relativa: Máx 90% - não condensada.
Avisos	Mensagens no ecrã, alerta sonoro ajustável, SMS, APP ou e-mail.
Monitor	10.4" LCD sensível ao toque com retroiluminação.
Impressora	Impressora térmica para textos, gráficos ou códigos de barras. Cerca de 1700 talões por rolo.
Comunicação	O monitor touch e a impressora podem ser usados para marketing ou informação. Podem mostrar ofertas, links para sites ou pode imprimir recibos ou listas de compras. A opção de fazer doações para organizações é também uma opção.
Monitorização e Controlo	O armazenamento de dados é feito na RVM. Registo de eventos com informação detalhada. Estado da RVM pode ser visto no ecrã da máquina ou no portal RVM Online via plataforma única de monitorização web-based. Diagnóstico remoto, funções de atualização e recuperação.
Segurança e Aprovações	O produto está em conformidade com os seguintes standards: EN 60335-1, EN 62233, EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-6-4 O produto está também em conformidade com as previsões técnicas das seguintes diretivas europeias e com a legislação nacional de implementação dessas diretivas: Low Voltage Directive 2014/35/EU, EMC Directive 2014/30/EU, R&TTE Directive 99/5/EC, Machinery Directive 2006/42/EC and NS-EN ISO 12100:2010



- ✓ 360° leitor código barras.
- ✓ Não necessita rotação.
- ✓ A mais rápida do segmento!
- ✓ Monitor LCD 10,4"
- ✓ Monitor sensível ao toque.
- ✓ Contentores PET e CAN



RVM X20 COMBI (PET e CAN)

RVM SYSTEMS | NEWVISION
 A TRANSFORMAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR

Finalmente, uma revolução para Pequenos e Médios volumes de embalagens recicláveis. Um equipamento compacto e autónomo que é confiável, rápido e preparado para o futuro.

A RVM X20 faz parte de uma nova geração de máquinas de venda reversa. É desenvolvida com uma nova tecnologia preparada para os desafios do futuro. Temos o orgulho de lançar um equipamento para pequenos e médios volumes de embalagens recicláveis sem comprometer a qualidade, identificação dos itens e a tecnologia de compactação. A máquina é baseada na mesma tecnologia das grandes máquinas RVM, mas é desenhada num chassi compacto, autónomo e económico que é perfeito para as suas necessidades de reciclagem.

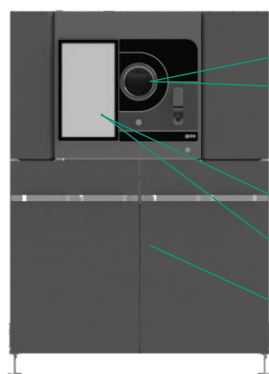
- **O monitor LCD colorido e sensível ao toque torna as mensagens informativas e de marketing claras para o utilizador.**
- **Fácil limpeza e manutenção.**
- **Fácil instalação. Configuração no local para alimentação e rede.**
- **Armazenamento separado ou combinado para PET e CAN compactados nos depósitos.**
- **Sistema de Identificação – múltiplos leitores 360° – código de barras e tecnologia de reconhecimento de forma.**
- **Design moderno – Um visual moderno que atrai clientes e com alta disponibilidade de serviço.**
- **Leitor de código de barras 2D para cartão de cliente ou aplicação móvel com leitor NFC como opcional para integração com smartphone.**



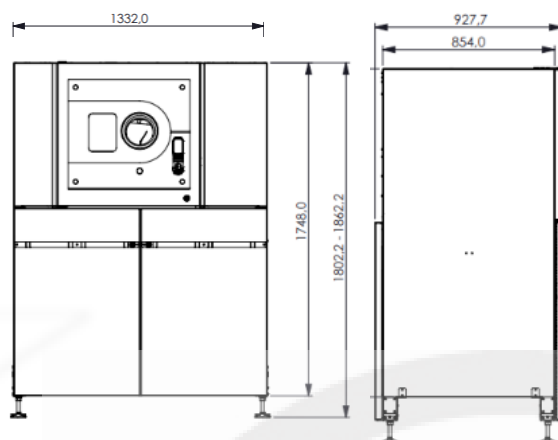
Opção de utilização da Aplicação Móvel reVend[®] para substituição do talão em papel

Reconhecimento	Reconhecimento instantâneo	Espaço ocupado	Peso
Rápido Reconhecimento até 60 garrafas ou latas por minuto	Com um campo de deteção 360° com até 9900 scans por segundo	Ocupa pouco espaço – Profundidade: 927,7mm Largura: 1332 mm	340 kg
Manutenção	Marketing	Depósitos de compactados	Vidro
De fácil utilização e fácil manutenção	Superfícies planas da lateral e frente para uma comunicação eficaz	Depósitos de PET e CAN compactados para redução dos custos de transporte	Poder ter um Upgrade para aceitar garrafas de vidro com um módulo da máquina RVM X30

Alimentação	Alimentação Horizontal, até 60 itens por minuto.
Alimentação Horizontal	Tipologia de embalagens: Embalagens até 3 litros PET e 1 litro CAN.
Reconhecimento	Leitor de código de barras 360° e detecção de forma em vídeo.
Código de Barras	EAN-13, EAN-8, UPC-E, UPC-A.
Peso	Balança eletrónica.
Comunicações	Interface LAN (Rede TCP/IP).
Capacidade de Armazenamento	2x1/2 Palete, 1 para CAN e 1 para PET. <ul style="list-style-type: none"> • Até 1500 latas 0,33 L CAN • Até 600 garrafas 0,5 L PET Ou uma 1/1 Euro paleta, CAN, PET ou MIX.
Alimentação Elétrica	230V, 10A monofásica.
Consumo de Energia	Standby: 60W. Em operação: 120 - 900W.
Ambiente	Para uso em interior. Temperatura: 5-40°C. Humidade relativa: Máx 90% - não condensada.
Avisos	Mensagens no ecrã, alerta sonoro ajustável, SMS, APP ou e-mail.
Monitor	10.4" LCD sensível ao toque com retroiluminação ou, 21.5" LCD sensível ao toque com retroiluminação.
Impressora	Impressora térmica para textos, gráficos ou códigos de barras. Cerca de 1700 talões por rolo.
Comunicação	O monitor touch e a impressora podem ser usados para marketing ou informação. Podem mostrar ofertas, links para sites ou pode imprimir recibos ou listas de compras. A opção de fazer doações para organizações é também uma opção.
Monitorização e Controlo	O armazenamento de dados é feito na RVM. Registo de eventos com informação detalhada. Estado da RVM pode ser visto no ecrã da máquina ou no portal RVM Online via plataforma única de monitorização web-based. Diagnóstico remoto, funções de atualização e recuperação.
Segurança e Aprovações	O produto está em conformidade com os seguintes standards: EN 60335-1, EN 62233, EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-6-4 O produto está também em conformidade com as previsões técnicas das seguintes diretivas europeias e com a legislação nacional de implementação dessas diretivas: Low Voltage Directive 2014/35/EU, EMC Directive 2014/30/EU, R&TTE Directive 99/5/EC, Machinery Directive 2006/42/EC and NS-EN ISO 12100:2010



- ✓ 360° leitor código barras.
- ✓ Não necessita rotação.
- ✓ A mais rápida do segmento!
- ✓ Monitor LCD 21,5" ou 10,4"
- ✓ Monitor sensível ao toque.
- ✓ Contentores PET e CAN



C.2 Fichas Técnicas - *Altronix*

C.2.1 *ZT220 e ZT230*



Zebra® ZT200™ Series



SEE MORE. DO MORE.



Zebra incorporated extensive customer feedback, as well as the legacy of its Stripe® and S4M™ printers, to create the new ZT200™ series printers, which feature space-saving design, effortless setup, intuitive user operation, and ease of service and maintenance.

Whether you are adopting barcode technology for the first time or upgrading existing printer models, the ZT200 series is the right choice for a variety of labeling applications. This innovative new printer provides many user benefits.

The ZT200 series offers a streamlined design and smaller footprint that takes up less physical space than the Stripe and S4M models. ZT200 series printers require minimal operator training and benefit from tool-less standard component maintenance and a durable design to minimize service. Your IT staff will appreciate the backwards compatibility, since it allows for new printers to be up and running with minimal time and effort.

The ZT200 series has been designed for ease of use, versatility and outstanding value.

Ideal for These Applications

Manufacturing / work-in-process, product ID/serial numbers, packaging labels, receiving/put-away labeling

Transportation & Logistics / order picking/packing, shipping/receiving, cross-docking, compliance labeling

Healthcare / orders, specimen labels, asset-tracking, unit-of-use labeling

Retail / shelf-labeling, shipping, returns, item tags

Government / asset-tracking, logistics labeling, warehousing

YOU SPOKE. WE LISTENED.

ZT200 SERIES PRINTER BENEFITS— DESIGNED WITH YOU IN MIND.

The ZT200 series design is the culmination of extensive feedback from our customers and understanding their printing applications, evolving business needs and operational challenges. The ZT200 series offers outstanding performance and features not usually found in a printer this affordable.

Space-Saving Design

- Compact footprint and streamlined design fits easily in confined areas where space is at a premium
- Space saving design with unique bi-fold door (requires 4 in./102 mm of opening space) fits easily into tight spaces maximizing work space

Fast Installation and Integration

- Ideal replacement printer for previous generation Stripe and S4M models
- Multiple connectivity options: parallel, 10/100 Ethernet, 802.11 a/b/g/n wireless
- Icon-based status LEDs provide immediate and easily visible printer status

Intuitive, Effortless Media Loading

- Side-loading design eliminates complicated threading of supplies
- Color-coded cues give even first-time users visual guidance for loading ribbon and media
- Illuminated moveable sensor is visible through the media for trouble-free sensor-position adjustment

Print Quality

- Engineered for greater print precision with fine-tuned adjustments
- Crisp, clean text and barcodes—even on narrow media

Zebra Reliability and Durability

- Built for light industrial and commercial environments
- Energy Star®-compliant
- Drive system designed for optimal performance, with minimal maintenance required

Simplified Serviceability

- Easy, tool-less platen and printhead removal enable simple cleaning and replacement
- Simple interchangeable connectivity options enable rapid printer changes and upgrade
- Only three common tools needed for basic service



Genuine Zebra™ Supplies

Zebra is one of the largest thermal supplies manufacturers in North America. Our four manufacturing locations provide convenient shipping throughout North America.



Zebra provides high-quality supplies solutions for virtually any application:

- The largest selection of pre-tested, labels, tags and ribbons for your ZT200 printer.
- Ability to create custom labels in any size with pre-printed text, graphics and logos.
- Supplies extensively tested to insure print quality, chemical resistance and adhesive strength.
- ISO 9001:2008 certified

COMPARING THE ZT220™ AND THE ZT230™



The ZT200 series offers two models—the ZT220 and the ZT230. Compare the features to see which printer best suits your needs.

 ZT230	 ZT220
<ul style="list-style-type: none">• S4M replacement that easily integrates into your environment	<ul style="list-style-type: none">• Zebra's most affordable tabletop printer
<ul style="list-style-type: none">• Rugged all-metal case for long-lasting use	<ul style="list-style-type: none">• Durable high-impact polymer case for long-lasting use
<ul style="list-style-type: none">• 450 m/1476' ribbon capacity for increased uptime and fewer ribbon changes	<ul style="list-style-type: none">• 300 m/984' ribbon capacity
<ul style="list-style-type: none">• Graphical user interface for easy printer setup and control	<ul style="list-style-type: none">• Simple single-use three-button user interface
<ul style="list-style-type: none">• Ideally suited for barcode labeling applications requiring more frequent format or printer setting changes through use of the intuitive user interface	<ul style="list-style-type: none">• Ideally suited for barcode labeling applications where minimal format or printer setting changes are required

ZebraCare™ Services

Increase printer uptime and reduce lost productivity and unbudgeted repair costs by selecting a ZebraCare service agreement. A cost-effective means of planning and budgeting for your annual maintenance expenditures, your agreement ensures that trained Zebra technicians will bring your printer back to factory specifications. Zebra offers a variety of plans to fit your budget and business needs.

ZebraLink™ Software

The ZebraLink suite of software and tools makes it simple to design, manage and adapt a print solution tailored to meet your unique business needs. Each solution component is designed to maximize ease of use and integration. With ZebraLink, you'll get more performance, value and power out of your ZT series printers with minimal IT attention or process disruptions.

SPECIFICATIONS AT A GLANCE*

Printer Name

ZT220
ZT230

Standard Features

- Print methods: direct-thermal or thermal-transfer (optional)
- Construction: metal frame with choice of metal (ZT230) or plastic (ZT220) media cover
- Bi-fold media door with large clear window
- Side-loading supplies path for simplified media and ribbon loading
- Element Energy Equalizer™ (E3™) for superior print quality
- Bi-color LEDs for quick printer status
- Icon-based LCD multilingual graphical user interface and full function keypad (ZT230)
- Simple keypad (ZT220)
- USB 2.0 and RS-232 serial ports
- Energy Star-compliant

Printer Specifications

Resolution

- 203 dpi/8 dots per mm
- 300 dpi/12 dots per mm (optional)

Memory

Standard: 128 MB flash (58 MB user-available), 128 MB DRAM

Print width

4.09"/104 mm

Print speed

6"/152 mm per second

Media sensors

Transmissive and reflective sensors

Media characteristics

- Maximum label and liner width: 4.5"/114 mm
- Maximum non-continuous label length: 39"/991 mm

Media width

0.75"/19.4 mm to 4.50"/114 mm

Print length

- 203dpi: 157"/3,988 mm
- 300dpi: 73"/1,854 mm

Maximum media roll size

- 8.0"/203 mm O.D on a 3.0"/76 mm I.D. core
- 6.0"/152 mm O.D. on a 1.0"/25 mm I.D. core

Media thickness

0.003"/0.076 mm to 0.010"/0.25 mm

Media types

Continuous, die-cut, notch, black mark

Ribbon characteristics

(Thermal-transfer option only)

Outside diameter

3.2"/81.3 mm on a 1.0"/25 mm I.D. core (ZT230)

Standard length

300 m/984' (ZT220) or 450 m/1,476' (ZT230)

Ratio

- 2:1 media-roll-to-ribbon ratio for ZT220
- 3:1 media-roll-to-ribbon ratio for ZT230

Width

1.57"/40 mm to 4.33"/110 mm

Ribbon setup

Ribbon wound ink-side out, core to core

Operating characteristics

Environmental

- Operating Temperature: 40° F/5° C to 105° F/40° C (Thermal Transfer) 32° F/0° C to 105° F/40° C (Direct Thermal)
- Storage/Transport Environment: -40° F/-40° C to 140° F/60° C
- Operating humidity: 20% to 85% non-condensing
- Storage humidity: 5% to 85% non-condensing

Electrical

- Universal auto-ranging (PFC-compliant) power supply 100-240 VAC; 47-63 Hz
- Energy Star-compliant

Agency approvals

- IEC 60950, EN 55022 Class B, EN 55024, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3
- cTUVus, CE Marking, FCC-B, ICES-003, VCCI, C-Tick, NOM, S Mark, CCC, GOST-R, KCC, BSMI, UkrSepro

Physical Characteristics

	ZT220 closed	ZT230 closed
Width:	9.4"/239 mm	9.5"/242 mm
Height:	11"/280 mm	10.9"/277 mm
Depth:	17"/432 mm	17"/432 mm
Weight:	17 lbs/7.8 kg	20 lbs/9.1 kg

Options and accessories

- Peel – a front-mount, passive-peel with no take-up spindle
- Peel – a front-mount, passive-peel with liner take-up spindle (factory-fit only)
- Cutter – a front-mount guillotine cutter
- Real-time clock (RTC)
- Keyboard Display Unit (KDU)

ZebraLink Solutions

Optional software

- ZebraDesigner™ Pro
- ZebraNet™ Bridge Enterprise
- ZebraNet Setup Utilities v 7.0
- ZBI 2.0™ ZBI-Developer™

Optional connectivity

- ZebraNet® a/b/g/n Print Server (internal)
- ZebraNet® 10/100 Print Server (internal or external)
- Centronics® parallel port (internal)

Firmware

- ZPL II®
- Zebra Global Printing Solution
- EPL2™ (late 2012)
- Web View & Alert
- ZBI 2.0 (optional)

Barcode symbologies

- **Linear barcodes:** Code 11, Code 39, Code 93, Code 128 with subsets A/B/C and UCC Case Codes, ISBT-128, UPC-A, UPC-E, EAN-8, EAN-13, UPC and EAN with 2 or 5 digit extensions, Plessey, Postnet, Standard 2-of-5, Industrial 2-of-5, Interleaved 2-of-5, Logmars, MSI, Codabar, Planet Code
- **2-Dimensional:** Aztec, Codablock, PDF417, Code 49, Data Matrix, MaxiCode, QR Code, MicroPDF417, TLC 39, RSS-14 (and composite)

Fonts and graphics

- 7 bitmapped, 1 smooth-scalable (CG Triumvirate™ Bold Condensed). Contains UFST® from Agfa Monotype
- Pre-loaded Unicode™-compliant scalable fonts for EMEA character sets
- International character sets supporting the following code page: IBM® Code Page 850
- Supports user-defined fonts and graphics, including custom logos
- ZPL II drawing commands including boxes and lines

For optimum print quality and printer performance, use genuine Zebra supplies.



Corporate Headquarters
+1 800 423 0442
inquiry4@zebra.com

Asia-Pacific Headquarters
+65 6858 0722
apacchannelmarketing@zebra.com

EMEA Headquarters
+44 (0)1628 556000
mseurope@zebra.com

Latin America Headquarters
+1 847 955 2283
inquiry4@zebra.com

Other Locations / USA: California, Georgia, Illinois, Rhode Island, Texas, Wisconsin **Europe:** France, Germany, Italy, the Netherlands, Poland, Spain, Sweden, Turkey, United Kingdom **Asia Pacific:** Australia, China, Hong Kong, India, Japan, Malaysia, South Korea, Singapore, Thailand **Latin America:** Brazil, Florida (LA Headquarters in USA), Mexico **Africa/Middle East:** Dubai, South Africa

Apêndice D

Lista de Contactos

- **NEWVISION**

- **Porto** (Centro Empresarial da Maia)

- * **Morada:** Rua Engenheiro Frederico Ulrich, Nº 3210, Sala 221, 4470-605 Maia (41°15'22.75"N, 8°38'52.01"W)
 - * **Tel:** +351 211 991 510
 - * **e-mail:** info@newvision.pt
 - * **Site:** www.newvision.pt/en

- **Lisboa** (Polo Tecnológico WorldMetal)

- * **Morada:** Rua Elias Garcia, 199 — Edf 3 e 4, 2635-046 Rio de Mouro Portugal (38°46'34.6"N, 9°19'59.9"W)
 - * **Tel:** (+351) 211 991 510
 - * **e-mail:** info@newvision.pt
 - * **Site:** www.newvision.pt/en

- **Altronix- Sistemas Electrónicos, Lda**

- **Porto**

- * **Morada:** Rua José Moura Coutinho, 214, Estrada Nacional 14, 4745-330 Trofa
 - * **Tel:** (+351) 252 103 200; (+351) 252 103 201; (+351) 252 103 202
 - * **Fax:** (+351) 252 103 209
 - * **e-mails:**
 - **Geral:** info@altronix.pt
 - **Encomendas:** encomendas-pt@altronix.pt
 - **Assuntos financeiros:** financeiro@altronix.pt
 - **Faturação e recibos:** geral@altronix.pt
 - **Recursos Humanos:** rh@altronix.pt
 - **Reclamações:** qualidade@altronix.pt
 - **Marketing:** mkt@altronix.pt
 - * **Site:** www.altronix.pt

– Lisboa

- * **Morada:** Taguspark – Parque de Ciência e Tecnologia Núcleo Central – Escritórios 261 e 263, 2740-122 Oeiras
- * **Tel:** (+351) 210 152 100
- * **e-mails:**
 - **Geral:** info@altronix.pt
 - **Encomendas:** encomendas-pt@altronix.pt
 - **Assuntos financeiros:** financeiro@altronix.pt
 - **Faturação e recibos:** geral@altronix.pt
 - **Recursos Humanos:** rh@altronix.pt
 - **Reclamações:** qualidade@altronix.pt
 - **Marketing:** mkt@altronix.pt
- * **Site:** www.altronix.pt

• *Tecplásnova - Reciclagem e Processamento de Plásticos, Lda.*

– Aveiro

- * **Morada:** Zona Industrial de Mira, Pólo 1, 3070-337 Mira, Portugal
- * **Tel:** (+351)231 488 272
- * **Tlm:** (+351)963 829 609; (+351)969 829 010
- * **e-mail:** info@newvision.pt
- * **Site:** tecplasnova-reciclagem.negocio.site