



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Denner Déda Araújo Nunes

**LEVANTAMENTO, DIAGNÓSTICO E
RECOMENDAÇÕES RELACIONADOS COM
RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E
ELETRÓNICOS NA UNIVERSIDADE DE
COIMBRA: UMA PERSPECTIVA SUSTENTÁVEL E
DE ECONOMIA CIRCULAR**

**Dissertação no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Química na área de
Processos, Ambiente e Energia orientada pelo Professor Doutor Pedro Saraiva e
Doutor Nuno Mendonça e apresentada ao Departamento de Engenharia Química
da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra**

Setembro 2020

Who **looks** outside dreams, who **looks** inside awakes.

Carl Jung

AGRADECIMENTOS

Nós somos uma metamorfose ambulante, como diria Raul Seixas, e nesse meu trajeto pude contar com pessoas incríveis e que adicionaram bastante coisas às minhas experiências e lições de vida. E eu, sempre proativo e independente, fiz questão de penetrar em diversos ciclos e grupos de onde eu consegui crescer, aprender e realizar coisas que me fazem ser quem sou. Contudo, o primeiro agradecimento vai para aqueles que suportam as minhas aventuras à distância, com a esperança de que o vosso irmão e o filho vai conseguir, do seu jeito, mudar o mundo. Deise, Deivid, Cristina e Luiz, isso foi por vocês.

Agradecimentos especiais vão para os meus orientadores, que desde o começo foram solícitos e incentivadores de todo o processo produtivo de forma multidisciplinar, agregando em muitos pontos estratégicos este trabalho. Ao professor doutor Pedro Saraiva, por toda a mentoria e companheirismo durante a minha jornada, desde que descobri a Gestão e o Empreendedorismo no DEQ. E ao professor doutor Nuno Mendonça, parceiro próximo e proativo na projeção de uma UC cada vez mais sustentável. Por fim, à toda equipe do UC Business, SGESA, DEC, e do meu saudoso DEQ, e seus incríveis e solícitos funcionários durante esses anos de apoio e experimentações. Ao NEDEQ, por me dar a oportunidade de ser um empreendedor e inovador social. À Solve, que eu tive o prazer de fazer parte da sua fundação e que tanto me fez evoluir.

Ainda agradeço muito a todos os meus familiares, principalmente meu avô e minhas avós, tios, tias e primos que acompanham atentos às minhas jornadas e aos meus amigos de longas datas: Lucas Vinícius, Raduchiu Amaral, Renata Rabelo, Iago Henrique, Lucas Roberto, Caio Henrique, Sérgio Bomfim e o resto da galera confiante, bem como Matheus Martins, Gabriel Lisboa, Caio Martins, Matheus Rodrigues, Leo Todt e Homero Felizola. E, aqui nas conquistas diárias, intervenções felizes (ou não), e aleatoriedades da vida aqui na cidade conheci muita gente que me suportou durante essa expedição em terras além-mar, e queria agradecer aos amigos da Fraita em especial João Mois, José Heitor, Guilherme Moreira, Matheus Mattos, Tiago Frizzera, Tito Sala, João Bernal, Caio Sales, Gabriel Ingber e João Marcelo, também aos Reatores Anónimos, Danone e Castelo, além dos meus preferidos ex-presidentes Alexandre Ferreira e Rafael Teles, e aos pontos de luz Pedro Casara, Matheus Pereira, Klaus Frantz, Isadora Lemos, Ana Rita Querido, Luís Silva, Beatriz Moreira, David Pereira, João Almeida, Paulo Matos, Samuel Barros, Mariana Alvim, Tânia Covas, Luís Rodrigues, Júlio Piva, Raul Garcia, Diogo Rodeiro, Fábio Pedrocchi, Caio Battaglia, Domingos Cortez, Igor Ito, Júlia Vidotti e Luiza Rocha Por fim, aos solvions, por todo aprendizado e confiança dentro do empreendedorismo sustentável na academia, em especial Bárbara Carvalho, Ricardo Gameiro, Diogo Guerreiro, Bruno Clemente e Pedro Peratello. Bem haja!

RESUMO

Um dos maiores desafios atuais da humanidade reside nos atuais métodos de gestão e avaliação de impactos referentes a diversos processos dentro da cadeia produtiva de bens de consumo que são cada vez mais exigidos pela vida contemporânea. Neste ponto, os Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE), irão gerar em 2020, cerca de 53,6 milhões de toneladas, o que significa um total de 7,3 kg por pessoa em todo o planeta. Contudo, apenas 17,4% (9,3Mt) são adequadamente reciclados, e representam um potencial na economia de 10 mil milhões de dólares, através de mecanismos de economia circular, aumentando a sustentabilidade do ciclo em todos os níveis.

Mediante as tendências globais de crescimento desta corrente de resíduo, impulsionados pela disseminação da tecnologia da informação, fazem necessária uma abordagem ligada à sustentabilidade para ultrapassar os desafios da gestão atual de REEE. Este trabalho consistiu em analisar o ponto de situação referido à gestão de resíduos e equipamentos elétricos e eletrônicos na Universidade de Coimbra (UC) através de uma visão de empreendedorismo estratégico. Conduzido primeiramente sobre uma abordagem de inteligência empresarial, que analisa o ponto de situação atual da UC que elencou as etapas do Ciclo-de-Vida (CdV) dos EEE em aquisição, classificação, utilização, avarias, recuperação, armazenamento e abate de REEE. Assim, a informação foi recolhida e com a colaboração dos Serviços de Gestão do Edificado, Segurança e Ambiente (SGESA) dividiu as fases de gestão de REEE dentro da própria UC, compilando mais recentemente algumas informações relevantes sobre as 155 toneladas que foram devidamente recolhidas entre 2006 e 2019.

Ao compreender o papel sustentável das Instituições de Ensino Superior (IES) na construção de conhecimento e na formação de parcerias para ultrapassar os desafios contemporâneos, foram selecionadas 4 IES de reputação internacional na temática: Universidade Nova de Lisboa, *Massachusetts Institute of Technology*, *Swiss Federal Institute of Technology* e a Universidade Estadual de São Paulo. Assim foi realizando um benchmarking que comparou e reuniu as principais tendências disponíveis na literatura online, bem como iniciativas e projetos que disseminaram de forma eficiente uma gestão de REEE sustentável e inclusiva em todas as IES analisadas.

A análise estratégica SWOT, que reúne as *Strengths*, *Weaknesses*, *Opportunities* e as *Threats* foi posteriormente executada com base no último Plano Estratégico do Conselho Geral da UC, mencionando a sua contextualização e suas inclinações estruturais. Assim, aproveitou-se toda a situação corrente de projetos e know-how para conduzir uma análise TOWS, que separou 4

categorias de ação estratégica, separando as vertentes *Expand*, *Catch Up*, *Secure* e *Minimize* que pretendem auxiliar os gestores da UC a tomar decisões de forma qualificada.

Como a Universidade de Coimbra (UC) é uma instituição tradicional e que elencou diversos níveis de crescimento na sua investigação e desenvolvimento, fez sua uma abordagem sobre a situação dos REEE de uma forma global e localizada, atingindo todas as vertentes da sustentabilidade. Compilando a informação dentro da temática e foi proposto um Plano de Ação Sustentável de REEE dentro da UC. Este plano visa guiar esforços não só na gestão interna, mas na atuação em todo o fluxo de REEE na academia, para aproveitar o ambiente de inovação e sustentabilidade favorável.

Palavras chave: Empreendedorismo, Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE), Desenvolvimento Sustentável, Análise Estratégica, Engenharia Verde.

ABSTRACT

Humanity's current challenges lies in the current methods of management and impact assessment related to various processes within the productive chain of consumer goods that are increasingly required by contemporary life. At this point, Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) will generate, in 2020, about 53.6 million tons, which means a total of 7.3 kg per person worldwide. However, only 17.4% (9.3Mt) are properly recycled, and represent a potential savings of US \$ 10 billion, through circular economy mechanisms, increasing the sustainability of the cycle at all levels.

Through the global growth trends of this waste stream, driven by the dissemination of information technology and linked to sustainability, is necessary to overcome the challenges of current WEEE management. This work consisted of analysing the situation regarding this WEEE flow management at the University of Coimbra (UC) through a vision of strategic entrepreneurship. Conducted primarily on a business intelligence approach, which analyses the current situation of the University of Coimbra (UC) that listed the stages of the Life Cycle (LC) in the acquisition, classification, use, damage, recovery, storage and disposal of WEEE. Thus, the information was collected and with the collaboration of the Building, Security and Environment Management Services (SGESA) divided the WEEE management phases at the UC itself, more recently compiling some relevant information about the 155 tons that were properly collected between 2006 and 2019.

By understanding the sustainable role of Higher Education Institutions (HEIs) in building knowledge and forming partnerships to overcome contemporary challenges, four HEIs with an international reputation in the theme were selected: Universidade Nova de Lisboa, Massachusetts Institute of Technology, Swiss Federal Institute of Technology and the State University of São Paulo. Thus, a benchmarking was carried out that compared and gathered the main trends available in the online literature, as well as initiatives and projects that efficiently disseminated a sustainable and inclusive WEEE management in all the HEIs analysed.

The SWOT strategic analysis, which brings together Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats, was subsequently carried out based on the latest Strategic Plan of the UC General Counsel, mentioning its contextualization and its structural inclinations. Thus, the current situation of projects and know-how was used to conduct a TOWS analysis, which separated four categories of strategic action, separating the Expand, Catch Up, Secure and Minimize strands that intend to help UC managers to make decisions rightly.

As the University of Coimbra (UC) is a traditional institution and has listed several levels of growth in its research and development, it has taken an approach on the situation of WEEE in a global and localized way, reaching all aspects of sustainability. Compiling the information within the theme and a WEEE Sustainable Action Plan was proposed within the UC. This plan aims to guide efforts not only in internal management but in the performance of the entire WEEE flow in the academy, to take advantage of the favourable environment of innovation and sustainability.

Key words: Entrepreneurship, Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), Sustainable Development, Strategic Analyses, Green Engineering

ÍNDICE

1. Introdução.....	1
1.1. Motivação.....	1
1.2. Objetivos.....	4
2. Desenvolvimento Sustentável.....	5
2.1. Revisão Histórica.....	5
2.2. Economia Circular.....	10
2.3. Engenharia Verde.....	14
2.4. Ecologia Institucional.....	15
3. Os Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos.....	17
3.1. Breve Introdução.....	17
3.2. Composição dos REEE.....	18
3.3. Histórico da Legislação dos REEE.....	20
3.4. Ciclo de Vida dos REEE.....	23
3.5. Impactos Ambientais dos REEE.....	25
4. Metodologia de Investigação.....	27
4.1. Levantamento e Diagnóstico da Situação na UC.....	28
4.2. Benchmarking.....	29
4.3. Análise SWOT e TOWS.....	31
4.4. Plano de Ação Sustentável.....	32
5. A Gestão de REEE Na Universidade de Coimbra.....	33
5.1. Contextualização.....	33
5.2. O Serviço de Gestão do Edificado, Segurança e Ambiente (SGESA).....	37
5.3. O Ciclo de Vida dos EEE na Universidade de Coimbra.....	39
5.3.1. Aquisição de EEEE.....	40
5.3.2. Classificação de EEE.....	41
5.3.3. Utilização de EEE.....	42

5.3.4. Avarias em EEE.....	43
5.3.5. Recuperação de EEE	43
5.3.6. Armazenamento de EEE.....	44
5.3.7. Abate e Destino de REEE.....	46
5.4. História dos REEE na Universidade de Coimbra.....	46
5.4.1. Primeira Fase (2006/2009)	47
5.4.2. Segunda Fase (2009/2017)	48
5.4.3. Terceira Fase (2018/2019).....	49
6. Análise Estratégica	55
6.1. Performance da UC na Gestão de REEE.....	55
6.2. Benchmarking de Tendências Institucionais	57
6.2.1. Universidade Nova de Lisboa (UNL).....	57
6.2.2. Massachusetts Institute of Technology (MIT).....	59
6.2.3. Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH)	60
6.2.4. Universidade Estadual de São Paulo (USP) [45].....	62
6.3. Tendências na Gestão de REEE	64
6.4. Análise SWOT e TOWS [62].....	66
6.4.1. Contextualização: O PE 2020-2023	66
6.4.2. Análise SWOT.....	67
6.4.3. Análise TOWS.....	71
7. Plano de Ação Sustentável para Gestão de REEE na UC	73
7.1. Localização dos ODS na Gestão de REEE [92].....	73
7.1.1. Planeta	73
7.1.2. Pessoas.....	74
7.1.3. Prosperidade	75
7.1.4. Paz	75
7.1.5. Parcerias	76
7.2. Recomendações Gerais.....	76
8. Conclusões.....	79
9. Referências Bibliográficas.....	81

Anexos.....	87
Anexo A.....	87
Anexo B.....	88
Anexo C.....	89
Anexo D.....	91

Levantamento, diagnóstico e recomendações relacionadas com Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos na Universidade de Coimbra: uma perspetiva sustentável e de economia circular.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1- Elementos de abordagem de sistemas de gestão de REEE.[4]	3
Figura 2.1 - Âmbitos da sustentabilidade sob a visão de interconexão das três esferas.....	8
Figura 2.2- Âmbitos da sustentabilidade abordados na visão de interdependência sistémica das três esferas.	8
Figura 2.3 - 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável aprovados na Agenda 2030....	9
Figura 2.4 - Organização temática da participação dos níveis dos ODS. [16]	10
Figura 2.5 - Esboço do diagrama de um sistema com economia circular.[20]	11
Figura 2.6 - Gráfico de comparação entre União Europeia e Portugal para percentagens de resíduos totais reciclados. [22]	13
Figura 2.7 - Principais fluxos de um campus universitário.[14]	16
Figura 3.1- Produção anual de REEE no mundo (MT) e per capita (kg/pessoa). [26]	17
Figura 3.2- Classificação atual das categorias de REEE.....	18
Figura 3.3 - Quantidades de EEE e REEE em Portugal (toneladas). [22].....	22
Figura 3.4- Resumo dos Decretos-Lei em Portugal relacionados com REEE. [32].....	23
Figura 4.1 - Ciclo de implementação do benchmarking. [56].....	30
Figura 4.2 - Exemplo da Análise SWOT-Cruzada	32
Figura 5.1 – Plano Estratégico da UC para 2020/23. [62].....	34
Figura 5.2 - Os 10 Princípios do Global Compact. [64].....	36
Figura 5.3 ODS particularmente relacionados com a gestão de REEE. [2]	36
Figura 5.4- Ciclo dos EEE na UC.....	40
Figura 5.5- Exemplo de Local de Armazenamento de REEE na Universidade de Coimbra. ..	45
Figura 5.6 -Evolução da Recolha de REEE na UC.	47
Figura 5.7 -Evolução da Recolha de REEE na UC durante a Primeira Fase.	48
Figura 5.8 -Evolução da Recolha de REEE na UC durante a Segunda Fase Temporal.....	49
Figura 5.9 - REEE na Lista Europeia de Resíduos. [67]	50
Figura 5.10 -Abate de REEE durante a Terceira Fase, com distinção dos eGAR.....	50
Figura 6.1 – Fluxograma de Descarte de Equipamentos no CEDIR.	64
Figura 6.2 - Diagrama de Pugh Qualitativo do Benchmarking de Tendências.	65
Figura 6.3 - Valores da UC compilados no PE 2020-2023.	67
Figura 6.4 – SWOT da gestão sustentável de REEE na UC.....	68
Figura 6.5 – Análise TOWS relacionada com a Gestão de REEE na UC.....	72
Figura 7.1 - Metas dos ODS relacionadas com o âmbito do Planeta.	74
Figura 7.2 - Metas dos ODS relacionadas com o âmbito das Pessoas.	74
Figura 7.3 - Metas dos ODS relacionadas com o âmbito da Prosperidade.	75

Figura 7.4 - Metas dos ODS relacionadas com o âmbito da Paz.....	76
Figura 7.5 - Metas dos ODS relacionadas com o âmbito das Parcerias.	76
Figura 7.6 - Proposta de Plano de Ação Sustentável para os REEE na UC.....	77

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1 - Resumo dos objetivos e pontos de abordagem[6]	27
Tabela 5.1 - Terceira Fase de Recolha de REEE na UC por local	51
Tabela 5.2 - Terceira Fase de Recolha de REEE na FCTUC por área.	52
Tabela 5.3 - Terceira Fase de Recolha de REEE na UC por tipo de resíduo.	52
Tabela 6.1- Etapas do CdV de EEE na UC, com os respectivos objetivos e restrições.	56

SIMBOLOGIA

Agência Portuguesa do Ambiente (APA)
Associação das Universidades Líderes para um Futuro Sustentável (AULFS)
Associação Nacional para o Registo de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (ANREEE)
Cadastro e Inventário dos Móveis do Estado (CIME)
Ciclo de Vida (CdV)
Código do Cadastro e Inventário dos Bens do Estado (CIBE)
Código dos Contratos Públicos (CCP)
Desenvolvimento de Baixo Impacto (DBI)
Divisão de Compras e Aprovisionamento (DCA)
Divisão de Manutenção e Reabilitação de Edifícios (DMRE)
Divisão de Segurança, Saúde e Ambiente (DSA)
Estrutura Central (EC)
Energy for Sustainability (Efs)
Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (EEE)
European Statistical System (EUROSTAT)
Gestores Locais de Resíduos (GLR)
Guias Eletrónicas de Acompanhamento de Resíduos (eGAR)
Instituições de Ensino Superior (IES)
Lista Europeia de Resíduos (LER)
Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)
Ordem de Transporte (OT)
Organização das Nações Unidas (ONU)
Organizações Não-Governamentais (ONG)
Plano Estratégico (PE)
Plano Oficial de Contabilidade Pública (POCP)
Rede Campus Sustentável (RCS)
REEE - Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE)
Responsabilidade Estendida do Produtor (REP)
Restriction of Certain Hazardous Substances (RoHS)
Serviços de Ação Social da Universidade de Coimbra (SASUC)
Serviços de Gestão do Edificado, Segurança e Ambiente (SGESA)
Serviços de Gestão Financeira (SGF)
Sistema de Normalização Contabilística para as Administrações Públicas (SNC-AP)
Sistema Integrado de Gestão de REEE (SIGREEE)
Sistema Integrado de Licenciamento do Ambiente (SILiAmb)

Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos (SIRER)

Solving the E-Waste Problem (StEP)

Strength, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT)

Cross-SWOT (TOWS)

Unidade Orgânica (UO)

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)

Universidade de Coimbra (UC)

Regime Geral de Gestão de Resíduos (RGGR)

1. INTRODUÇÃO

1.1. Motivação

Dada a crescente dimensão populacional que o mundo vem acompanhando nos últimos anos, com cerca de 7 mil e 800 milhões de habitantes no Planeta, segundo estimativas da Organização das Nações Unidas (ONU) para o ano de 2019, muitas transformações ocorrem e ocorrerão. Os fatores de crescimento populacional diferem conforme a região, cultura e fatores económico-sociais, sendo esperado que nos próximos 30 anos a população aumente cerca de 25%, podendo alcançar os 10 mil milhões de pessoas em 2050. Com este aumento populacional, é esperado que muitos dos problemas que acompanhamos nos dias de hoje sejam agravados, se não forem tratados corretamente, atempadamente e com o envolvimento crucial de instituições e governos que possam colmatar as necessidades das próximas gerações. [1]

Dentre várias problemáticas que a humanidade tem como desafio para enfrentar e que, através do modelo económico das sociedades contemporâneas e das diferenças culturais, tem vindo a chamar a atenção da comunidade científica e governamental, uma delas prende-se com o crescimento exponencial da utilização de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (EEE). Atualmente, com a globalização e o uso extensivo da internet e de “gadgets” (equipamentos) que simplificam as nossas vidas, os quais permitem a comunicação imediata e a troca de informações a nível mundial, é necessário que se observem cautelosamente os mecanismos de destino deste tipo de produtos que são essenciais no modelo de sociedade em que vivemos.

Os Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) são atualmente um problema para diversos países e comunidades, pois além de não serem corretamente reusados, reciclados ou colocados em aterros, estes são fontes de diversos problemas ambientais, que ferem não só a natureza intensivamente, mas também a saúde humana. Estes resíduos, que atualmente já representam cerca de 50 milhões de toneladas geradas em todo o mundo por ano, apresentam elevado valor comercial, dado conterem componentes que podem ser reciclados ou reutilizados. Contudo, nem 20%, o equivalente a 10 milhões de toneladas por ano, são adequadamente recolhidos e reciclados. [2]

Por outro lado, existe potencial incrível de recuperação de materiais quando os REEE são dispensados de maneira correta, pois estes podem ser utilizados como fonte secundária de diversos tipos de metais de alto custo no mercado (como os denominados de terras raras), que possuem jazidas limitadas e são indispensáveis no uso de equipamentos de alta tecnologia. Dessa forma, é necessária uma abordagem sustentável que permita um entendimento maior do

ciclo de vida desses REEE e um aumento na sua taxa de reutilização e reciclagem, diminuindo os envios desses materiais para os aterros, recuperando a maior quantidade de componentes possíveis e diminuindo assim o seu impacto ambiental.

Dada a dificuldade de a sociedade entender a real importância dos REEE, diversas ações e iniciativas foram e são desenvolvidas por instituições preocupadas em criar uma sociedade mais sustentável. Planos de desenvolvimento sustentável para os REEE também já estão a ser incorporados em diversas políticas públicas e privadas nos últimos anos, reforçando a sua importância e escalando o seu potencial.

A Universidade de Coimbra (UC) detém importância pioneira no desenvolvimento de diversos projetos que contribuíram para o crescimento da humanidade em diferentes âmbitos e tem o dever de ser ativa na discussão e implementação de modelos sustentáveis que venham a favorecer a sociedade. Desta forma, é essencial que possua um entendimento fulcral sobre o Ciclo de Vida (CdV) dos REEE que possuem, para compreender como irão tratá-los de maneira mais sustentável, eficiente e rentável. Sem esquecer o compromisso académico com a situação, que poderá servir de inspiração para projetos futuros que visem o crescimento sustentável na sociedade.

Ultimamente são mais constantes os esforços da comunidade académica, empresarial e social na temática dos REEE, que cada vez mais tentam reaproveitar os milhões de toneladas produzidas anualmente em todo o mundo para agregar valor noutros ciclos produtivos e diminuir os problemas do tratamento inadequado deste tipo de resíduo e seu lançamento no meio ambiente. Concomitantemente possuímos um cenário onde os REEE possuem níveis maiores de crescimento mundial, quando comparados com outros fluxos de resíduos. Tal deve-se à entrada de diversos países na era digital, que acontece ao redor do mundo com vários desenvolvimentos tecnológicos observados a partir de graus de desenvolvimento humano diferentes. [3]

Segundo as estimativas feitas pela Universidade da ONU, em 2015 já atingimos a quantidade de 5,000 Torres Eiffel, em peso, de REEE gerados ao redor do planeta. Isto corresponde a uma média de 6 kg por pessoa de REEE, o que dá um total de 50 milhões de toneladas por ano. A variação encontrada entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos é brusca, muitas vezes ultrapassando uma diferença de 20 kg por pessoa de REEE, sendo um dever das nações mais desenvolvidas entender o fluxo deste tipo de resíduo e a inserção deles em abordagens práticas que diminuam os seus impactos no ambiente. [4]

Contudo, é necessária também uma análise multidimensional no tratamento dos REEE, pois os fatores que contribuem para a sua recolha, reutilização e reciclagem estão correlacionados de diversas maneiras, sendo necessárias várias abordagens diferentes para o melhor entendimento

do CdV do material, principalmente depois de este se tornar um REEE. Nesta abordagem, é crucial que 6 fatores principais sejam levados em conta na análise, correlação e decisão sobre a gestão deste tipo de resíduo (representados na sua totalidade e com suas diferentes vertentes na Figura 1.1). [4]



Figura 1.1- Elementos de abordagem de sistemas de gestão de REEE.[4]

Conforme as seis categorias apresentadas na Figura 1, é evidente que cada um dos elementos contém fatores intrínsecos que podem nortear a ação de uma gestão de REEE adequada, trazendo para o dia-a-dia ações mais direcionadas e eficientes para a reciclagem deste tipo de resíduos. É neste ponto que as Instituições de Ensino Superior (IES) apresentam um papel relevante na construção social e debate dos meios de consumo atuais que são fulcrais para o crescimento humano e tecnológico através da disseminação do saber.

É nas IES que vários aspetos e temas da vida humana são tratados, aqui se incluindo os novos parâmetros globais de desenvolvimento, que se baseiam em visões do mundo mais alargadas, com o comprometimento com as próximas gerações e com a sustentabilidade multinível em primeiro lugar. Simultaneamente, temos nas universidades um bom exemplo de ciclos de EEE, uma vez que vários aparelhos são necessários para preencherem as suas necessidades diárias, que são introduzidos no mercado com tempos de CdV menores. [5]

Portanto, é dever e obrigação de uma Universidade ser exemplo na utilização, promoção e disseminação de práticas sustentáveis em diversos seios da sociedade, com foco nas análises multinível que serão extremamente importantes para que seja possível colmatar algumas das mazelas que o mundo sofre a cada segundo de tratamento irregular ou ineficiente dos REEE. Ao informar corretamente a população das práticas existentes para a melhoria de indicadores socioambientais, do tratamento que estes resíduos sofrem e do seu potencial económico, haverá maior interesse da comunidade em tratar este tipo de resíduo, fomentando a sua reutilização e criando nichos de mercado, cada vez menos impactantes sobre o ambiente. [6]

A Universidade de Coimbra, nos seus sete séculos, sempre buscou novas tecnologias, sistemas de gestão e atitudes que se transformaram em reais contribuições para a sociedade portuguesa e mundial. É necessário que desta vez ela reafirme o seu papel ativo no estudo dos seus REEE para estabelecer linhas de ações e projetos para transferir esse potencial e começar a mudar e melhorar a situação da gestão desse tipo específico de resíduos, que tem apresentado crescimentos acima da média e grandes potenciais económicos, associados à recuperação de muitos dos seus componentes.

1.2. Objetivos

Este trabalho pretende efetuar uma análise dos perfis de produção de REEE na UC, compreendendo a sua geração, mecanismos de recolha, tratamento e destino que lhes é dado em toda a instituição. Por conseguinte, serão trazidos alguns exemplos de outras IES para elucidar possibilidades, iniciativas para a melhoria do sistema de gestão dos REEE na Universidade de Coimbra. Posteriormente, permitindo assim criar uma base de dados consistente sobre o tratamento desses resíduos, entendendo todo o CdV dos REEE para encontrar potencialidades e maneiras de fazer por esta via a Universidade de Coimbra cada vez mais sustentável. De uma forma mais concreta, pretende-se então com esta dissertação:

- Realizar uma análise quantitativa e qualitativa dos REEE produzidos na UC;
- Realizar uma análise SWOT e TOWS para guiar as ações estrategicamente na UC dentro desta área.
- Sugerir um Plano de Ação Sustentável para guiar as próximas iniciativas ligadas ao tema na UC.

2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

2.1. Revisão Histórica

O desenvolvimento sustentável pode ser caracterizado como a capacidade que a humanidade possui para se desenvolver de forma a suprir as necessidades do presente sem comprometer as das gerações futuras. Tal capacidade será fruto de um equilíbrio/compromisso entre crescimento económico, proteção ambiental e saúde pública, capaz de dinamizar a convivência entre as pessoas e melhorar a sua qualidade de vida, respeitando sempre os limites ambientais aceitáveis, com a plena consciência de não prejudicar as demais formas de vida no planeta.

Desde os tempos mais primitivos da sociedade que o Homem já lidava com os conceitos de sustentabilidade, quando passava por situações de perda de fertilidade no solo, desflorestamento, entre outros, tendo sido Platão, no século V (a.C.), um dos pioneiros a discutir o efeito antropológico no ambiente. Juntamente com outros pensadores da época, Platão já estava ciente das alterações ambientais causadas pela ação humana e o dever dos cidadãos de manter um planeta “eternamente jovem”. A história da humanidade é bastante conhecida por estudar as diversas contribuições humanas sobre as cadeias produtivas de valor, sociedade e ambiente, onde os recursos eram necessários para diversos fins, mas que tiveram uma alteração drástica desde a incorporação das ferramentas e máquinas nas sociedades. [7]

Por volta do século XX o mundo passou por um período de muita ansiedade e de flutuação entre perspetivas otimistas e pessimistas ligadas ao desenvolvimento humano. O otimismo estava relacionado com as descobertas científicas, com altos potenciais financeiros, que as novas tecnologias traziam, e o pessimismo com a parte destrutiva das guerras e as crises económicas e de abastecimento que afetam toda uma economia, cada vez mais globalizada. Só após a Segunda Guerra Mundial se percebeu que diferentes ideias sobre o progresso, crescimento e desenvolvimento começaram a apontar para uma nova direção: o desenvolvimento sustentável. Neste período, diversas iniciativas foram apontando para alguns dos problemas ligados ao progresso económico, decorrentes também das interferências das tecnologias no ambiente e na sociedade, o que culminou em manifestações literárias acerca dos meios de consumo da época, como o *Silent Spring* (1962) de Rachel Carlson e o *The Population Bomb* (1968), de Paul Ehrlich's. Concomitantemente, alguns desastres ambientais foram acontecendo ao redor do globo, renovando o perigo destes “novos processos” que eram criados para tentar colmatar as novas necessidades da população da época.[7]

Em 1972 teve lugar a Conferência de Estocolmo, onde a ONU realizou a Conferência sobre o Meio Ambiente Humano que, pela primeira vez, reuniu líderes da maioria dos países para discutir situações relacionadas com a degradação do meio ambiente. Isto deu-se após a conclusão tardia de que a ação humana estava a consumir os recursos naturais de uma maneira mais rápida do que a natureza tinha capacidade de reposição. Foram assinados 26 princípios pelos países presentes, sendo que muitos deles abordavam a temática ambiental e o desenvolvimento sustentável em diversos níveis (ambientais, económicos, sociais, etc.). [8]

Depois, em 1983, a Assembleia Geral da ONU, afirmou que o “direito ao desenvolvimento é um direito humano inalienável em virtude do qual todos os seres humanos e todos os povos têm o direito de participar, de contribuir e de gozar o desenvolvimento económico, social, cultural e político, no qual todos os direitos humanos e liberdades fundamentais se possam plenamente realizar”. Passados 10 anos da Conferência de Estocolmo, as fronteiras do desenvolvimento sustentável foram-se ampliando em vários âmbitos da humanidade. [9]

Durante 1987 o livro *Our Common Future* (Relatório Brundtland) foi elaborado e lançado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, que reafirmou uma série de críticas ao modelo de consumo e de desenvolvimento adotado por países mais desenvolvidos em relação à exploração dos recursos naturais. Incentivadas pelo Relatório Brundtland, diversas práticas sustentáveis foram-se disseminando e encontraram 21 objetivos (contendo dimensões económicas e sociais, e a conservação dos recursos naturais para o desenvolvimento sustentável), encontrando o seu espaço cada vez mais na sociedade, quando em 1992 na Conferência das ONU para o Meio Ambiente e Desenvolvimento esta agenda começou a ser ratificada por diversos países. [10]

Em 1990, a Associação das Universidades Líderes para um Futuro Sustentável (AULFS) apareceu com a Declaração de Talloires, que foi retificada por 500 universidades ao redor do mundo (sendo a Universidade Nova de Lisboa a única universidade portuguesa signatária até os dias de hoje desta declaração). Esta associação reuniu Chefes de Estado, e Reitores das Universidades para discutir a posição das universidades acerca da gestão ambiental e o desenvolvimento sustentável no seio da investigação e pesquisa universitária, bem como no seu ensino e difusão. Do Plano de Ação da Declaração de Talloires saíram 10 linhas de ações que comprometem o exercício da sustentabilidade no seio das Universidades, e elas são:[11]

1. Aumento da conscientização sobre o desenvolvimento ambientalmente sustentável;
2. Criar uma cultura institucional de sustentabilidade;
3. Educar para uma cidadania ambientalmente responsável;
4. Fomentar a literacia ambiental para todos;
5. Praticar a ecologia institucional;
6. Envolver todas as partes interessadas;

7. Colaborar em iniciativas multidisciplinares;
8. Aumento da capacidade de aprendizagem multidisciplinar nas escolas primárias e secundárias;
9. Ampliar os serviços e divulgar os resultados nacional e internacionalmente;
10. Manter o movimento sempre presente nas universidades ao redor do planeta.

É necessário que se faça uma adenda à ação da Declaração de Talloires, que decorre das preocupações ambientais relacionadas com a acumulação e distribuição de resíduos tóxicos. Todavia estas preocupações são claras no documento, ao tratar da destruição das florestas, águas e solo; da remoção da camada de ozono, ou da emissão de “gases estufa”, dando um claro mote à conservação das espécies e dos ecossistemas terrestres. Por fim, aproveitando a Declaração, regista-se ainda na mesma que: as *“Universidades têm um papel maior na educação, investigação, formação de políticas, e partilha de informação para cumprir o plano de ação. Portanto, os líderes de universidades têm que iniciar e suportar a mobilização de recursos internos e externos para responder a este desafio urgente”*. O despertar provocado pela Declaração de Talloires fez com que organismos criados anteriormente e relacionados com as IES, como a Associação Internacional de Universidades, que fora criada em 1950 pela ONU, começassem a ter uma maior contribuição na disseminação de iniciativas e de ações ligadas à sustentabilidade. [12]

Nos últimos anos, a Agenda 21 e a AULFS ficaram sempre presentes com os seus princípios e serviram de base para muitos trabalhos e cooperações internacionais para o alcance de algumas metas previstas, que foram fundamentais na sequência do trabalho não só das ONU, mas de diversas iniciativas que contribuíram para a sustentabilidade a nível mundial. Ficou então vigente neste período uma análise da sustentabilidade baseada nos 3 P's (*People, Planet, Profit*) de uma maneira igualitária e equitativa, somando as suas componentes de ação e identificando o desenvolvimento sustentável como a área onde os três conjuntos se encontram, como representado na Figura 2.1, onde o “S” no meio representa a sustentabilidade. [13]

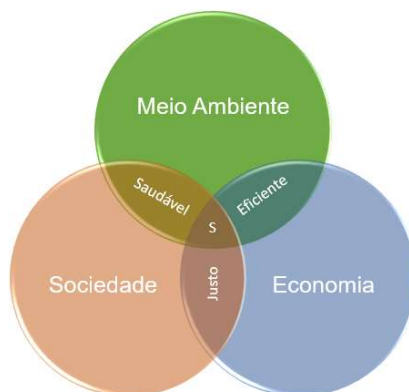


Figura 2.1 - Âmbitos da sustentabilidade sob a visão de interconexão das três esferas.

Ao mesmo tempo, a visão de interconexão, que para muitos autores é correspondente a uma visão de sustentabilidade fraca, onde o capital humano pode continuar a ser substituído em detrimento do capital natural, existe uma abordagem mais capitalista e menos correta. Nas instituições de ensino, a sustentabilidade tem sido ensinada com diversas e multidisciplinares faces. Contudo é sempre necessário manter o foco na direção correta, ou seja, na sustentabilidade forte, onde o capital natural não é equivalente ao capital humano, não podendo ser substituído ou utilizado como grau de equivalência. E sendo as instituições de ensino umas das principais promotoras do desenvolvimento sustentável, é seu papel contribuir para a compreensão fundamental da relação e interação da humanidade com o ambiente. Desenvolver o respeito público pelo equilíbrio ecológico e pela qualidade de vida, e fomentar o desejo da sociedade participar da construção da sua própria cidadania baseada numa visão sistémica, como demonstrada na Figura 2.2.[14]

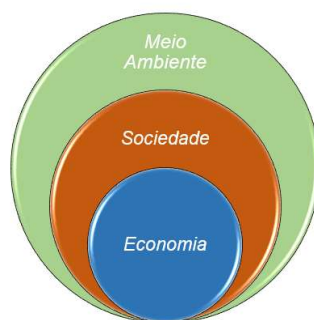


Figura 2.2- Âmbitos da sustentabilidade abordados na visão de interdependência sistémica das três esferas.

Em 2016, face aos avanços registados na discussão das alterações climáticas na Conferência de Paris (em 2015), os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram aprovados por unanimidade em uma Assembleia Geral da ONU. Estes objetivos, que são 17 e estão representados na Figura 2.3, estão atualmente vigentes em todo o Planeta, sendo Portugal signatário deste acordo também, o que quer dizer que muitos esforços já vêm sendo feitos para o cumprimento destas metas. [15]



Figura 2.3 - 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável aprovados na Agenda 2030.

A inclusão dos ODS alterou as abordagens do desenvolvimento sustentável, pois integrou competências conjuntas do desenvolvimento humano, através de metas universais que serão aplicadas a todos os países (independentemente do grau de desenvolvimento) com desafios a ser resolvidos nos próximos 10 anos. Em comparação com a Agenda 21, percebe-se uma maior preocupação com os Direitos Humanos e no combate às desigualdades através de uma abordagem multinível, que envolve diversos atores no processo de conceção: Organizações Não-Governamentais (ONG), empresas, academia, parceiros sociais e sociedade civil. [16]

Juntamente com os desafios futuros para as IES, trazidos pelo acontecido em Talloires, os ODS encaixam perfeitamente numa abordagem nacional e internacional para enfrentar a temática da sustentabilidade, anexando parâmetros e delegando funções e responsabilidades para diversos setores da sociedade. Portugal assumiu como prioridades estratégicas os ODS 4, 5, 9, 10, 13 e 14. É importante ressaltar o comprometimento de Portugal em promover uma educação de qualidade, reforçada com uma atenção na indústria, inovação e infraestrutura, o que agrega um

valor transdisciplinar e multiobjectivo que visa assegurar a sustentabilidade em todos os seus níveis. Desta maneira será possível lutar por uma sociedade mais justa, igualitária e sem comprometer as gerações, promovendo ações que serão benéficas não só para o meio ambiente, mas para o acréscimo na qualidade de vida, no respeito mútuo entre as comunidades e a aceitação do papel individual como atores neste processo global. Existe uma visão que integra os 5P's da Sustentabilidade (*People, Planet, Prosperity, Peace and Partnerships*) de forma sistémica, como exemplificado na Figura 2.4.[16]



Figura 2.4 - Organização temática da participação dos níveis dos ODS. [16]

2.2. Economia Circular

Nos últimos tempos diversas ações foram crescendo e contribuindo para a criação de um mecanismo prático que viesse a tornar a sociedade cada vez mais sustentável e aumentasse o cuidado da mesma sobre o meio ambiente. Por volta da década de 60 do século XX, Kenneth Boulding já previa, de forma futurista, um futuro que contivesse uma “economia fechada”. Segundo este autor, “o homem deve encontrar o seu lugar num sistema ecológico cíclico que seja capaz de renovar continuamente os seus recursos materiais, ainda que não possa prescindir de receber inputs energéticos exteriores”. Esta abordagem foi revolucionária para a altura e dá-nos uma noção do que viria a ser chamado posteriormente de economia circular, onde temos os

produtos e os resíduos dos processos a serem sempre reinseridos em outros ciclos de valor, diminuindo assim o seu impacto ambiental. [17]

Atualmente, uma das melhores definições de economia circular é a sugerida pela Fundação Ellen MacArthur, e explicita que: “na economia circular, as atividades econômicas constroem e reconstróem a integridade total do sistema. O conceito reconhece a importância da economia que precisa trabalhar efetivamente em todas as escalas – para grandes e pequenas empresas, para organizações e indivíduos, global e localmente.” Este conceito abrange muito bem o ciclo fechado de materiais e da utilização de matérias primas e energia em múltiplos níveis. Isto quer dizer que, conforme exemplificado na Figura 2.5, existem vários níveis de atuação onde estes materiais e energias podem ser aproveitados pelas cadeias produtivas seguintes. [18] [19]

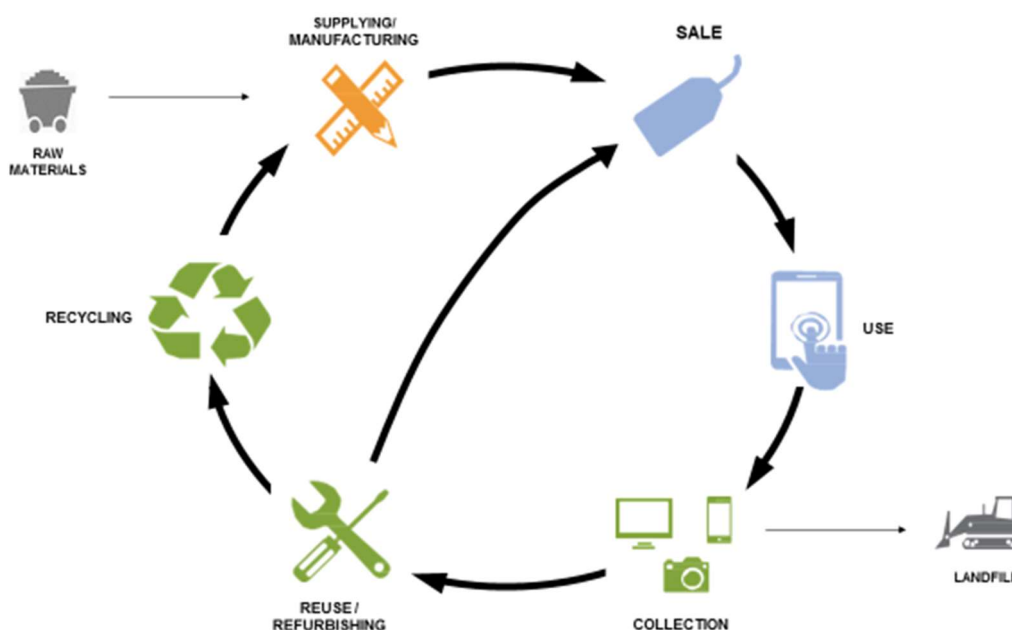


Figura 2.5 - Esboço do diagrama de um sistema com economia circular.[20]

Historicamente, o primeiro país a adotar o conceito da economia circular nas suas políticas públicas foi a Alemanha, seguida pelo Japão e pela China. Na União Europeia, a inserção deste conceito nas políticas públicas só veio a surgir em 2015, com a Estratégia para a Economia Circular, e este documento veio para fomentar não só a redução de resíduos, mas todo o ciclo económico europeu. Deste modo, a União Europeia assumiu a abordagem para a economia circular baseada em alguns tópicos, que são os seguintes: [21]

- Reduzir a quantidade de materiais necessários para prestar um serviço (leveza);
- Prolongar a vida útil dos produtos (durabilidade);

- Reduzir o uso de energia e materiais nas fases de produção e uso (eficiência);
- Reduzir o uso de materiais perigosos ou difíceis de reciclar em produtos e processos de produção (substituição);
- Criar mercados para matérias-primas secundárias (reciclar) (com base em padrões de compras públicas, etc.);
- Projetar produtos que são mais fáceis de manter, reparar, atualizar, refazer ou reciclar (design ecológico);
- Desenvolver os serviços necessários para os consumidores a este respeito (serviços de manutenção e reparação);
- Incentivar e apoiar a redução de resíduos e a separação de alta qualidade pelos consumidores;
- Incentivar a separação em sistemas de recolha que minimizem os custos de reciclagem e reutilização;
- Facilitar o agrupamento de atividades para impedir que os subprodutos se tornem resíduos (simbiose industrial);
- Incentivar a escolha mais ampla e melhor do consumidor, alugando, emprestando ou compartilhando serviços como alternativa à posse de produtos, salvaguardando os interesses do consumidor (em termos de custos, proteção, informação, contrato etc.).

A União Europeia, após o acontecido em anos anteriores, fez um documento que monitorizou todos os esforços feitos até então para a implementação da economia circular, que foi vista (e ainda o é) como oportunidade de transformar a economia local percorrendo cada vez mais um caminho sustentável. Nesta publicação, foram observadas as áreas estratégicas e as políticas que vinham resultando nos últimos anos. Isto deve-se muito também aos princípios da economia circular, que contemplam os seguintes tópicos: [21]

- Regeneração do capital natural: movidos pela necessidade cada vez maior de acrescentar valores económicos a produtos, recorre-se ao meio ambiente como fonte primária de matérias primas. Contudo esta exploração, como já fora referido anteriormente, já ultrapassou os limites sustentáveis e a busca excessiva por fontes não renováveis de matéria-prima continua sendo um desafio para as próximas gerações;
- Fechar os ciclos: é essencial que cada cadeia produtiva tenha os seus ciclos bem definidos, bem como a sinergia com outras cadeias produtivas devidamente identificada. Isto visa alcançar uma rede de produção cada vez mais interconectada, para fazer com que o mínimo possível de resíduos possa ser gerado no final dos ciclos;
- Perspetiva sistémica: a visão de uma economia linear andou por diversos tempos a guiar a ação humana no planeta. Porém, é necessário que haja uma troca desta visão pois é imprescindível que haja uma visão circular da economia, para fomentar a proximidade entre todos os interessados no crescimento sustentável e articulado.

Apesar de todo este esforço para fomentar a melhoria dos mecanismos de produção, ainda há um vasto caminho a percorrer até se alcançar uma plena economia circular. Cada vez mais atividades, iniciativas e trabalhos inovadores estão aparecendo no mundo globalizado e tomando o lugar de práticas antigas e nada saudáveis para o meio ambiente, e consequentemente para a humanidade. As taxas de reciclagem na União Europeia estão a aumentar cada vez mais, só que ainda há muito a fazer tanto dentro dos seus limites, quanto fora deles. Existe uma imensidão de lixo a ser criado a cada dia e que acaba descartado inadequadamente, alterando o ecossistema local e muitas das vezes alterando a vida das pessoas negativamente. Os principais benefícios da economia circular podem ser vistos em diversos níveis de estudo (económico, social, ambiental e cultural), incluindo os seguintes:

- Promover a eco inovação;
- Criar oportunidades de negócio para novos produtos e serviços;
- Manter os materiais e recursos dentro da economia pelo maior tempo possível;
- Criar modelos de negócio;
- Minimizar a geração de resíduos;
- Conservar o capital natural;
- Diminuir as emissões de gases estufa para a atmosfera;
- Contribuir para a luta contra as mudanças climáticas.

Nos últimos anos tem havido um crescimento, embora pequeno, da quantidade reciclada de resíduos na União Europeia. Isto deve-se muito às políticas mencionadas acima e que, com toda a certeza, tenderão a funcionar por muito tempo através de incentivos e iniciativas tanto a nível europeu quanto no nível português. Na Figura 2.6 podemos observar as tendências europeias e portuguesas em quatro anos diferentes da presente década, onde podemos avaliar a percentagem total de resíduos reciclados.

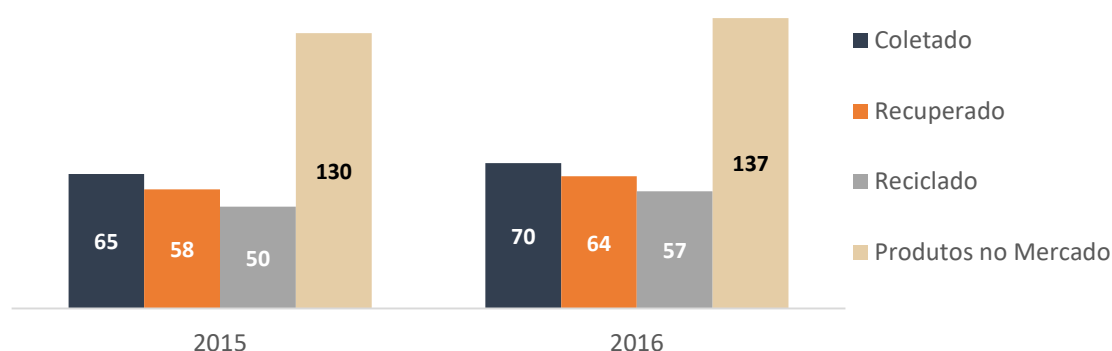


Figura 2.6 - Gráfico de comparação entre União Europeia e Portugal para percentagens de resíduos totais reciclados. [22]

2.3. Engenharia Verde

Com o crescimento da preocupação ambiental e o reforço nas legislações para incentivar o desenvolvimento sustentável, muitos desafios tiveram de ser resolvidos. Para a resolução de questões que surgiam, muitos esforços foram feitos para mudar alguns meios de produção e promover um desenvolvimento mais sustentável. No contexto da engenharia, enquanto chave para o desenvolvimento humano, é importantíssimo que se proceda a uma renovação e atualização do conhecimento para cada vez mais trazer soluções modernas e eficazes para a resolução dos problemas de hoje.[23]

Através da utilização da multidisciplinaridade e da análise de diferentes pontos de vista, é possível que cada vez mais nos aproximemos da chamada “Engenharia Verde”, que procura seguir os avanços na sustentabilidade através da ciência e tecnologia. E a aparição deste conceito tem sido fulcral para que projetos de Desenvolvimento de Baixo Impacto (DBI) venham a integrar preocupações ambientais com os fluxos de entrada e saída de água e de poluentes em sistemas. Assim, é evidente a importância de abordagens que venham a mudar os paradigmas em níveis residenciais, comerciais e institucionais para que sistemas de gestão ambiental sejam estabelecidos com o menor impacto possível sobre o ambiente. A forma como a engenharia verde é praticada rege-se por 12 princípios fundamentais que enunciam as principais atitudes para alcançar o desenvolvimento sustentável, e que são os seguintes: [24]

1. Projetistas precisam de se esforçar para garantir que todos os materiais e entradas e saídas de energia sejam inerentemente tão inofensivos quanto possível;
2. É melhor prevenir a criação de um resíduo do que tratá-lo;
3. Operações de separação e purificação devem ser projetadas para minimizar os consumos de energia e massa;
4. Processos, produtos e sistemas devem ser desenhados para maximizar a eficiência do uso de massa, tempo e energia;
5. Os processos devem ser inerentemente pensados para ser mais “*output pulled*” que “*input pushed*” em termos de energia e massa;
6. Entropia e complexidade incorporadas devem ser vistas como investimento quando são feitas escolhas de projeto para a reciclagem, o reuso e o tratamento sem danos;
7. Uma meta de projeto deve ser a durabilidade em vez da mortalidade;
8. Os projetos devem ser feitos para atender as necessidades, e não os excessos;
9. Melhorar o projeto de produtos, unificando os materiais em peças multicomponentes, visando promover a desmontagem e retenção de valor;
10. Projeto dos produtos, sistemas e processos devem ter integração e interconectividade com os fluxos de massa e energia;

11. Produtos, processos e sistemas devem ser desenvolvidos para obter um bom desempenho também após a morte “comercial”;
12. Entradas de materiais e energia devem ser provenientes de fontes sustentáveis.

Estes 12 princípios atualmente guiam a inovação, na busca de processos cada vez mais viáveis economicamente e ambientalmente sustentáveis, sendo que uma sistemática integração é essencial para o cumprimento destes objetivos.

2.4. Ecologia Institucional

Entende-se por ecologia institucional o estudo de organizações e da sua interação com os sistemas que os rodeiam e os formam, nomeadamente do seu uso de recursos, energia e de potenciais impactes ambientais. Portanto, é uma abordagem que envolve o estudo como um sistema, para posteriormente entender a ligação sistemática favorecendo uma melhor gestão da complexidade dos ciclos existentes. [25]

As instituições podem ser consideradas como “armazéns” de elementos que atores individuais e corporativos selecionam. Sendo estes elementos distribuídos de maneira quase omnipresente e desigual, é importante que haja um controlo rígido dos fluxos para poder gerir melhor todo o processo. As IES devem assumir um papel ativo nas mudanças sociais que acabam por colmatar e adaptar a população à diversas problemáticas no passar dos anos.[25]

Assim sendo, é necessário que se perceba bem o espaço institucional, bem como os principais atores que formam o seu ecossistema. Compreender a dinâmica e os procedimentos de operações padrão das instituições com determinados fluxos, em determinadas condições limite, contribui para a melhoria destes processos e a sua otimização, trazendo não só uma padronização, mas também mais qualidade em todos os processos institucionais. Um exemplo dos fluxos gerais pertencentes às IES, pode ser visto na Figura 2.7.



Figura 2.7 - Principais fluxos de um campus universitário.[14]

Numa universidade, que é por definição uma instituição importante enquanto promotor do progresso em vários âmbitos científicos, é possível aferir diversos fluxos de interesse para tentar adequar um bom sistema de gestão de materiais e pessoas. Tal acontece como ilustrado na Figura 2.7, onde as principais saídas e entradas de massa e energia são consideradas. Para facilitar a otimização do tempo e de energia, diversas normas internacionais podem ser implementadas, com especial atenção para a norma ISO 14001, que norteia a gestão ambiental das organizações através de normalização internacional.[14]

3. OS RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS

3.1. Breve Introdução

Os REEE são atualmente uma categoria de resíduos que tem crescido imenso nos últimos anos (3% a 4% ao ano), devido à expansão dos produtos tecnológicos que são responsáveis cada vez mais pela manutenção e ampliação da qualidade de vida moderna. Combinado com o crescimento do número total absoluto, é lógico também verificar que o crescimento da razão kg de resíduo/habitante tem sido igualmente registado, com valores que dependem de critérios sociais, económicos e culturais dos países. Alguns dos principais indicadores mundiais deste tipo de resíduos são a quantidade total gerada de REEE num lugar específico durante um ano, ou pela divisão do primeiro parâmetro por pessoa, que tem alguma relação com o local (habitantes, utilizadores, etc.), como pode ser visto na Figura 3.1.[2]



Figura 3.1- Produção anual de REEE no mundo (MT) e per capita (kg/pessoa). [26]

Os EEE tornaram-se uma realidade presente na maior parte da vida da população atualmente e a tendência é que cada vez mais possamos incorporar uma realidade onde estes equipamentos (embora muitas das vezes miniaturizados) continuam sendo essenciais para a troca de

informação, a gestão de dados e “gadgets” que tragam comodidade e facilitem a vida humana. Estes resíduos são compostos basicamente por todos os tipos de equipamentos elétricos e eletrônicos que estejam no final do seu CdV, que serão eliminados sem a intenção de reutilização. Estes REEE podem ser enquadrados em 6 categorias principais, como clarifica a Figura 3.2. [2] [27]



Figura 3.2- Classificação atual das categorias de REEE.

É necessário ressaltar que cada categoria possui um CdV diferente, mediante as suas aplicações e o seu design. Do mesmo modo, é óbvio que as correntes são diferentes entre si e estão intrinsecamente ligadas a necessidades diferentes. Contudo é importante continuar com essa divisão para facilitar o estudo, a análise e as iniciativas que podem ser tomadas para amplificar a recolha e a reutilização de cada uma dessas vertentes de fluxo.[28]

3.2. Composição dos REEE

A composição dos diferentes tipos de REEE é muito ampla e diversificada, dependendo das aplicações e tipo de uso dos equipamentos. Porém, existe uma vasta quantidade de metais, plásticos, compostos químicos (líquidos ou gases), materiais cerâmicos (porcelanato e vidros), entre outros. Nos últimos anos adotaram-se quantidades médias de frações de componentes presentes nos REEE de forma a tentar perceber tendências e aproveitar o potencial de recuperação de alguns desses materiais para o reaproveitamento. [3].

A maior parte da composição média dos REEE pertence aos metais, com cerca de (60%) em peso. Os metais (totais) representam também a parcela que pode ser mais lucrativa, pois a recuperação destes pode trazer muitos benefícios para o desenvolvimento da economia circular. Outros componentes podem ser reutilizados e reciclados. Contudo, muitas vezes falta o devido cuidado no design, e a atenção necessária para que estes critérios sustentáveis sejam cumpridos, fazendo com que uma elevada taxa destes resíduos ainda acabe em aterros ou sendo tratados de maneira inapropriada.[28]

No campo dos metais encontrados nos REEE, há uma panóplia de elementos que podem ser encontrados, e que podem ser divididos em 3 categorias principais: [29]

- Metais tóxicos (Ba, Be, Cd, Cr, Pb, Am, As, Ga, In, Bi e Sb);
- Metais comuns (Al, Cu, Fe, Sn, Zn);
- Metais preciosos (Ag, Au, Pd, Ti).

Cada vez mais tecnologias são desenvolvidas e melhoradas para facilitar a remoção destes metais dos REEE, fazendo com que os metais provenientes deste tipo de resíduos possam entrar noutra cadeia de valor, fomentando assim a economia circular e criando um mercado para os REEE. Outros compostos presentes e que são nocivos à saúde humana, como os metais tóxicos acima apresentados, e que atualmente são perigosamente geridos a nível mundial, contaminam o solo, o ar e os meios aquáticos através da sua gestão incorreta, e podem ser classificados em mais três grupos de vulnerabilidade [30][31]:

- Poluentes orgânicos persistentes (são geralmente finas camadas de retardantes de incêndio bromados);
- Dioxinas (compostos gerados pela combustão de alguns plásticos presentes nos REEE);
- Ácidos e bases fortes (líquidos altamente corrosivos utilizados em indústrias que podem afetar diretamente tecidos e organismos vivos).

Existem diversos estudos na literatura que compilam os efeitos negativos na saúde humana causados pelo contato direto ou indireto com estes elementos nocivos expostos acima. Muitos problemas associados com a deterioração ambiental e a bioacumulação, proporcionando quadros de mutação genética, aparecimento de cancro e perturbações no comportamento cerebral têm sido relatados.[32]

Por fim, outras frações retiradas dos REEE são geralmente formadas por uma diversidade de plásticos que não conseguem ser reciclados juntamente com outros compostos químicos em quantidades rentáveis, como óxidos, vidros, entre outros. Atualmente o aterro sanitário seria o seu destino, mas diversas abordagens sugerem soluções alternativas, como por exemplo a

adição desses materiais no cimento, melhorando diversas características dos materiais e reinserindo esse material em outro ciclo produtivo.[33]

Encontrando-se cada vez mais presentes na sociedade, é necessário que os REEE sejam uma temática de debate constante e presente por parte de organismos públicos e privados, seja para adequação dos requisitos legais seja para manter os patamares de sustentabilidade que garantam a competitividade sustentável no mercado. Deste modo, a gestão de resíduos é fundamental para aumentar a quantidade de REEE que é adequadamente recolhida e reciclada e fazer com que mudemos os tímidos 20% de REEE produzidos que são devidamente tratados mundialmente.[2]

3.3. Histórico da Legislação dos REEE

As preocupações com os REEE no âmbito do direito começaram somente a chamar a atenção pela quantidade deste tipo de resíduos que era produzida e não era tratada nos seus países de origem. Isto aconteceu por razões que contavam e contam com a ação de venda, de países desenvolvidos, que encontram na exportação uma saída para valorizar o seu produto e salvaguardar o seu território de contaminações, e a compra, por utilizadores em países subdesenvolvidos (muitos deles localizados em zonas da Ásia e África) cujos controles ambientais e legislação são incipientes e permitem um processamento inadequado e altamente poluente. [34]

Para evitar esse movimento transfronteiriço de resíduos, que muitas das vezes representa riscos para a saúde pública, em 1989 aconteceu a Convenção de Basileia sobre o Controle dos Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito, uma iniciativa das ONU que pôs um controle sobre este tipo de transporte de resíduos. Vários países são signatários até hoje, incluindo Portugal, que aderiu logo no ano de criação da convenção, e são regidos pela intenção de proteger a saúde humana e o meio ambiente, tendo de desenvolver soluções para o destino responsável destes resíduos. [31]

O aparecimento de políticas nacionais que se preocupam com a problemática dos REEE é de suma importância, pois definem procedimentos de operação padrão para o correto tratamento desses resíduos. Em 2002 a União Europeia aprovou a Diretiva dos REEE, que promove o reuso e a reciclagem dos equipamentos elétricos e eletrônicos. Esta foi importantíssima pois definiu responsabilidades dos produtores em recolher e tratar os seus equipamentos em fim de CdV, reforçando a ideia de Responsabilidade Estendida do Produtor (REP). Após a sua validação, em 2003, diversas atualizações e compensações foram feitas para cumprir com os objetivos estabelecidos pela União Europeia. Neste mesmo período foi fundada a Associação Nacional para o Registo de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (ANREEE), que ficou responsável, em

Portugal, pela organização dos produtores de REEE e o seu registo, bem como o dos seus produtos. [34][35]

Em 2006 duas diretivas também entraram em vigor, que relacionam os REEE com os seus perigos para o meio ambiente e para a humanidade. A Diretiva *Restriction of Certain Hazardous Substances* (RoHS), complementada pela Diretiva dos REEE, foram ambas essenciais para alertar os governos e a população quanto aos danos possíveis causados pelos compostos tóxicos, em especial os contidos nos REEE. Algumas das substâncias citadas pelas diretivas foram banidas de utilização. Contudo atualmente ainda continuam a ser consumidas pelo mercado por falta de tecnologias equivalentes que as permitam substituir integralmente.[32]

Após a Convenção de Basileia, foi elaborada a Declaração de Nairóbi, um documento feito em 2005 pelos mesmos signatários da primeira, que declaram compromissos envolvidos nos desafios relacionados com o tratamento dos REEE no mundo. Tais objetivos reforçam o seu papel na criação de políticas que incentivem a pesquisa e transferência de tecnologia entre os signatários para fortalecer a cooperação em prol da melhoria das condições de gestão visando sempre o desenvolvimento sustentável. Outro destaque deste documento foi o encorajamento a iniciativas que meçam o nível de consciência sobre os REEE e que divulguem essa problemática, para desenvolver o sentimento coletivo na população que facilite a reciclagem em vários níveis. [36]

Em 2007, foi criada a iniciativa *Solving the E-waste Problem* (StEP), que é gerida pelo Instituto para o Ambiente e Segurança Humana da Universidade da ONU. Este projeto aplica uma análise à temática dos REEE e visa criar soluções, de cunho científico, para os desafios ao longo de todo o seu CdV. Esta iniciativa contribui com a troca de informação e encoraja 4 níveis de atuação: [37]

- Pesquisa: para a intervenção eficaz no tratamento dos REEE é necessário ter conhecimento, liderança e ação. A pesquisa conduz todos estes requisitos, fomenta a troca de conhecimento e ajuda na criação de ideias que podem ser positivas para o sistema.
- Estratégia e Objetivos: depois de um apanhado geral da situação, são definidos os objetivos para uma posterior análise das metas e indicadores que se pretende melhorar efetivamente. É necessário o comprometimento de vários níveis organizacionais para ultrapassar esta fase e adequar melhor a ação.
- Treino e Desenvolvimento: visa a atualização prática da consciência de importantes atores nos processos de gestão destes tipos de resíduos. Bem como a implementação de projetos que visem cumprir os planos estratégicos da entidade.

- Sensibilização: várias estratégias podem e devem ser tomadas para atingir o número máximo dos principais atores envolvidos para reforçar a coesão e a difusão da cultura de reciclagem de REEE.

Depois da criação do StEP, algum tempo se passou até a Comissão Europeia realizar alguns estudos que são guias para buscar as soluções para este problema evidente de resíduos. Tais estudos reforçaram a ação de políticas públicas que forcem os países (por meio das suas empresas) a cumprirem com a REP, bem como a direcionar as atenções de pesquisa e investigação promovidas pela Universidade da ONU em prol da humanidade. [38]

Para conseguir controlar e monitorar a situação ambiental em Portugal, criou-se em 2012 a Agência Portuguesa do Ambiente (APA). Este instituto público tem como missão propor, desenvolver e acompanhar a gestão integrada e participada das políticas de ambiente e desenvolvimento sustentável, e resulta da fusão de nove organismos. A APA tem averiguado diversos indicadores ambientais e reunido esforços para cumprir metas internacionais e nacionais, nomeadamente no que se refere às metas de reciclagem para 2020. [39][40] Dentro da União europeia, existem dados o CdV dos REEE, onde a situação portuguesa pode ser vista na Figura 3.3.

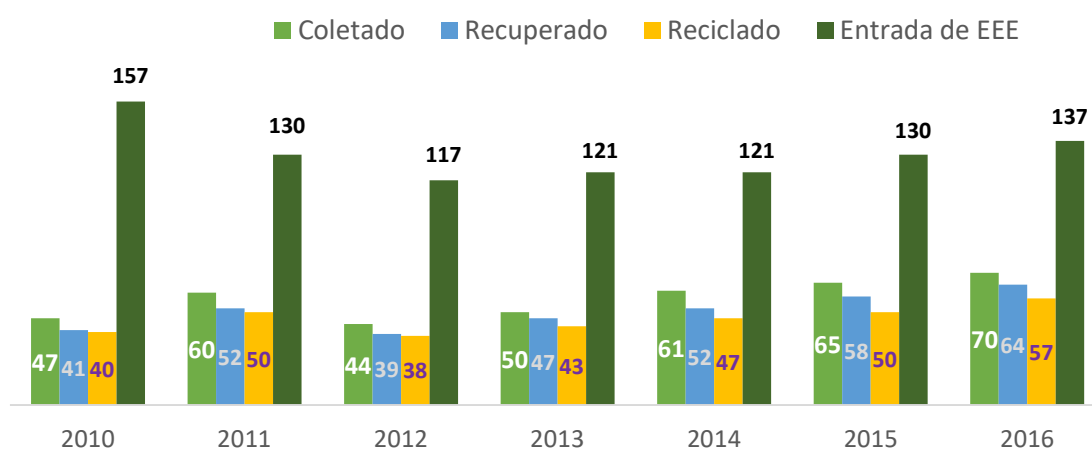


Figura 3.3 - Quantidades de EEE e REEE em Portugal (toneladas). [22]

Atualmente em Portugal o Decreto-Lei 67/2014 dá a opção ao produtor de REEE de transferir a sua responsabilidade e aderir a um sistema coletivo em que a gestão dos resíduos fica a cargo de uma pessoa coletiva contratada para este fim. Outros Decretos-Lei foram alterando as normativas de funcionamento do tratamento de resíduo em Portugal nos últimos anos, sempre os adequando às normas europeias que visam a sustentabilidade. A Figura 3.4 contém um resumo das últimas alterações na lei vigente portuguesa referentes aos REEE até 2017. [32][39][41]

Decreto-Lei n.º	Resumo
152-D/2017, de 11 de dezembro	-Estabelece medidas de proteção do ambiente e da saúde humana, com os objetivos de prevenir ou reduzir os impactes adversos da produção e gestão dos REEE, diminuir os impactes globais da utilização dos recursos, melhorar a eficiência dessa utilização e contribuir para o desenvolvimento sustentável.
79/2013, de 11 de junho	-Estabelece regras relativa à restrição do uso de determinadas substâncias perigosas em EEE, com o objetivo de contribuir para a proteção da saúde humana e do ambiente, incluindo uma valorização e eliminação, ecologicamente corretas, dos REEE.
119/2014, de 6 de agosto	-Procede à primeira alteração ao decreto-lei n.º 79/2013, de 11 de junho, que estabelece regras relativas à restrição da utilização de determinadas substâncias perigosas em EEE.
30/2016, de 24 de junho	-Procede à segunda alteração ao decreto-lei n.º 79/2013, com o objetivo de contribuir para a proteção da saúde humana e do ambiente, incluindo a valorização e a eliminação, ecologicamente corretas, dos resíduos de EEE.

Figura 3.4- Resumo dos Decretos-Lei em Portugal relacionados com REEE. [32]

Em Portugal existem três entidades legalizadas e vocacionadas para a gestão dos REEE: a Electrão, a WEEECycle e a ERP Portugal. A Electrão é a maior responsável pelo tratamento e valorização destes resíduos, possuindo cerca de 2000 empresas clientes que injetam anualmente 100 mil toneladas de equipamentos elétricos e eletrônicos no mercado consumidor. Já a WEEECycle foi a mais recentemente licenciada como entidade gestora destes resíduos, faz diversos eventos de sensibilização e está em expansão na sua recolha regional. Por fim, a ERP Portugal é outra entidade gestora de REEE, só que desta vez mais voltada para as regulações europeias, pois é uma filial da European Recycling Platform, que foi fundada em 2002.[32]

Contudo, recentemente foram encontradas diversas irregularidades na gestão dos REEE em Portugal, através de uma análise feita pela ZERO – Associação Sistema Terrestre Sustentável e pela Inspeção-Geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, que corroboram que as metas de reciclagem para 2020 podem não ser sequer alcançadas. Esta acusação revelou que empresas declaravam quantidades diferentes para a APA e para as entidades gestoras de resíduos, que são responsáveis por colocar em cheque os níveis de reciclagem portugueses (que iriam chegar à meta de 65%), fazendo com que, no máximo, só 30% sejam adequadamente tratados.[42][43]

3.4. Ciclo de Vida dos REEE

O CdV dos REEE é sempre um fator curioso na gestão dos REEE, pois é um fator que varia muito conforme os diversos tipos de aparelhos e funções. Entretanto o CdV desses REEE encontra-se a ser cada vez menor, devido à rapidez de aparecimento de novas tecnologias (mais eficientes, menores, mais seguras) e do grau de obsolescência que cada REEE possui. Aferir o

tempo médio de usabilidade de um EEE torna-se assim um problema, quando há cada vez mais pessoas, a nível global, que estão a utilizar alguns destes equipamentos, onde grandes corporações aplicam a “obsolescência programada” como estratégia de negócio.[44]

O CdV dos REEE varia consideravelmente de acordo com o país, a situação económica, opções tecnológicas, entre outros aspetos. Contudo, é possível exemplificar o ciclo de uma maneira didática e geral. Tudo começa quando as matérias-primas primárias (extração mineral) do processo, que são recolhidas da natureza e passam por processamentos diferentes até se transformarem em peças e componentes (matérias-primas secundárias). Após o processamento inicial, vários materiais (plásticos, metais, químicos, cerâmicos) são incorporados em cada peça, formando os REEE na sua variedade. As etapas que generalizam este processo são as seguintes:[45]

1. **Extração de Recursos:** compreende a aquisição dos recursos, seu transporte e transformação em materiais ou energia;
2. **Produção:** manufatura dos componentes principais, dividida em:
 - 2.1 Transformação dos materiais em componentes;
 - 2.2 Montagem;
 - 2.3 Acabamento;
3. **Distribuição:** compreende todos os processos que vão desde a embalagem ao armazenamento e transporte;
4. **Uso:** momento em que os REEE necessitam de energia para assegurar as suas funções, até o momento em que o proprietário os descarta;
5. **Destino:** aqui o REEE passa por uma triagem, onde será definido se ele ou alguns dos seus componentes são reutilizáveis. Aqui temos duas alternativas principais:
 - 5.1 Recondicionamento;
 - 5.2 Aterros;
6. **Reutilização:** através da manutenção, os REEE podem voltar para a fase de recondicionamento. Outras formas de reutilização podem também ser a recuperação de componentes ou a “meta reciclagem”, que é a desconstrução do lixo tecnológico para a reconstrução da tecnologia.
7. **Reciclagem:** alteração físico-química dos REEE com vista à reincorporação na cadeia produtiva;
8. **Disposição Final:** os REEE e seus componentes, que não conseguiram ser recuperados ou reciclados, são encaminhados para um local de disposição final (aterro industrial). Nesta etapa, o cuidado deve ser amplificado pois algumas partes dos REEE podem conter materiais tóxicos.

A reciclagem dos REEE apresenta grande importância ambiental e económica, pois existem vários componentes que podem entrar em novos ciclos de utilização, diminuindo assim o

impacto gerado e aumentando os graus de interação dos ciclos. Existem diversas iniciativas na padronização de componentes dos REEE para permitir que o seu processo de produção, uso, recuperação e destino final seja o menos prejudicial possível ao ambiente, fazendo com que cada vez mais o “green design” seja uma realidade e que se possam poupar energia e tempo na passagem dos REEE por todo seu ciclo principal [45]

Diversos gargalos existem após o uso dos REEE, para que estes possam ser reinseridos em outros ciclos. Um deles é a falta de conscientização ambiental da população sobre o tema. Outro fator que pode ser levantado é a falta de eficiência financeira dos processos de tratamento atuais dos REEE, fazendo com que o preço para a sua recuperação ainda seja elevado. Contudo, exemplos de iniciativas que, muitas das vezes partem da ciência, mostram casos de sucesso, aumentando os indicadores de recolha e de recuperação destes resíduos. [44]

3.5. Impactos Ambientais dos REEE

Os impactos ambientais causados pelos REEE são historicamente recentes, e por isso vários estudos ainda se encontram sendo feitos para aferir o grau de dano que este tipo de resíduo causa nos ecossistemas e na humanidade. Apesar disto, é sabido que existem componentes tóxicos presentes, que têm de ser adequadamente isolados e descartados de uma forma que danifique menos o ambiente. O Anexo A faculta uma compilação dos componentes tóxicos e seu efeito na saúde. Incentivados pela diretiva RoHS, diversos compostos foram banidos. Contudo ainda há uma grande taxa de intoxicação por acumulação biológica, cujos efeitos no ser humano ainda não são completamente compreendidos ou conhecidos. [46]

Quando se trata do impacto causado pelos REEE é necessário que sejam contabilizados todos os riscos que estes possam causar no ambiente e na saúde humana, e isto acontece em todas as fases do seu CdV: extração, fabricação, reciclagem, acondicionamento, assistência técnica e remanufatura. A maior problemática dos impactos dos REEE é que, na maior parte das vezes, os poluentes estão presentes em misturas ou ligas, sendo que os efeitos de um elemento específico ou composto não podem ser considerados isoladamente. A extração é uma das partes mais prejudiciais desse CdV, que vem contaminando o meio ambiente em larga escala e causando, muitas das vezes, catástrofes ambientais em todo o planeta.[45][47]

A contaminação causada pelos REEE é extremamente agravada quando métodos errados são adotados para a remoção de alguns componentes, cuja recuperação rudimentar pode ser financeiramente o sustento de uma família em alguns países menos desenvolvidos. Um caso prático bastante estudado, e que é importante para analisarmos e aprendermos com o perigo dos REEE, é o de Guiyu, uma cidade chinesa próxima de Hong Kong. Guiyu é uma cidade que possui níveis alarmantes de REEE nas suas imediações, resultado de altas taxas de importação

desses resíduos através de contentores provenientes de países desenvolvidos para que lá possam, clandestinamente, recuperar algum valor neste fluxo. [48]

Vários processos são realizados em Guiyu, que comprovadamente são extremamente nocivos à saúde humana, como a queima de REEE ou o seu processo de dissolução em ácidos, ambos comumente usados para recuperação de metais. Os contaminantes encontram-se em todos os níveis, como no ar, onde diversos metais e compostos estão totalmente fora dos limites aceitáveis para a vida humana. No solo, a contaminação não é retida no local onde é produzida, muitas das vezes por causa da quantidade de particulados no ar que dispersa as toxinas pela região (no caso de Guiyu, isto afeta até campos de arroz que alimentam a população local). A contaminação do solo por dioxinas é também cerca de 3 a 10 vezes maior do que o recomendado por autoridades internacionais. Por fim, nos rios também se apercebe o nefasto efeito da falta de uma correta gestão ambiental dos REEE, dos quais boa parte da população de Guiyu retira recursos, seja água para irrigação ou através do consumo de pescados locais. Nos rios que correm dentro desta cidade são encontradas concentrações altíssimas nos sedimentos, contendo metais tóxicos como cádmio, chumbo e zinco. [49] [50]

Realidades como a de Guiyu também são encontradas, em menor escala, em diversos países menos desenvolvidos, por causa da falta de fiscalização ambiental. Muito disto é causado pela exportação dos REEE de alguns países desenvolvidos, que não possuem tecnologias eficientes e métodos de reciclagem adequados suficientes para tratar este fluxo de resíduos. Infelizmente, na realidade contemporânea do tratamento de REEE, vemos a incapacidade dos países em reciclarem os seus compostos, sendo que a taxa de reciclagem (e a de venda REEE) tem aumentado gradualmente, fazendo com que, cada vez menos, este tipo de resíduo termine em aterros. [47]

4. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

De forma a fazer toda a avaliação da gestão dos REEE na Universidade de Coimbra (UC), é necessário que se tenha uma perspetiva de várias camadas da problemática no seio da academia. Assim, é necessário que seja explicada a abordagem prática que se virá a seguir, de modo a analisar todos os fatores de interesse no desenvolvimento deste trabalho. Sendo a pesquisa científica classificada quanto às suas dimensões frequentemente em exploratória, descritiva e explicativa, este trabalho fará uma intervenção prática sobre o caso da UC nos seus diversos âmbitos de atuação sobre os REEE combinando, portanto, vertentes das referidas três tipologias de investigação, com natureza eminentemente aplicada neste caso. [51] Definiram-se categorias e elementos de análise, para facilitar a abordagem e a compilação dos dados empíricos recolhidos e a recolher. Para facilitar uma melhor compreensão de todo o processo, a exemplifica as camadas explicadas abaixo. [6]

Tabela 4.1 - Resumo dos objetivos e pontos de abordagem[6]

Objetivos Específicos	Questões de Pesquisa	Categorias	Elementos de Análise
Descrever como é feito o processo, com etapas de produção e de recolha	Como é feita aquisição de EEE's no campus? E a recolha de REEE?	Entrada de EEE's; Recolha de REEE's	Tipos; Quantidades; Pontos de recolha; Manuseamento e recolha.
Verificar o acondicionamento no campus	Onde é descartado? Em que condições? Por quanto tempo?	Armazenamento	Local; Quantidades; Tempo; Perigosidade.
Práticas de incentivo para a reciclagem dentro do campus	Qual o nível de consciência académica? Existem iniciativas de reciclagem? Como acontece?	Consciencialização e iniciativas pontuais.	Tipos de práticas de reciclagem; Consciencialização académica;
Identificar fatores que dinamizam o processo	Que fatores promovem a recuperação? Que fatores inibem?	Iniciativas; Procedimentos; Pontos de Recolha.	Conhecimento do processo de recolha; Leis e normas de resíduos; Iniciativas;
Realizar um benchmarking sobre a gestão de REEE noutros campus	Como é realizada a gestão aqui e noutras instituições? E as suas etapas e programas de incentivo?	Outros casos de estudo.	Eficiência; Políticas académicas; Integração de Sistemas.
Caracterizar uma análise SWOT e TOWS para definir planos estratégicos	Como melhorar a recolha de REEE no campus? Como promover a sustentabilidade?	Tendências para o futuro; Ações coletivas e individuais;	Análise SWOT Cruzada;
Aproveitar a Janela de Oportunidade	Quais os próximos passos?	Iniciativas; Parceiros; Áreas;	Plano de Ação Sustentável

Definiram-se categorias e elementos de análise, para facilitar a abordagem e a compilação dos dados empíricos recolhidos e a recolher. Juntamente com algumas questões pertinentes, os elementos de análise também podem ser descritos por estarem associados a algumas questões de pesquisa. É necessário ressaltar que durante o processo de recolha de dados muitas novas questões e pontos irão possivelmente aparecer, que, portanto, terão de passar por uma análise de relevância para poderem ser (ou não) igualmente incorporados neste trabalho. De acordo com esta visão geral do projeto a desenvolver, segue-se uma breve abordagem, mais detalhada, das metodologias empregues em cada uma das correspondentes etapas principais.

4.1. Levantamento e Diagnóstico da Situação na UC

Nesta etapa do trabalho fez-se uma pesquisa relacionada com a temática dos REEE no âmbito da UC, percebendo todo o seu funcionamento ligado à gestão de REEE e respetivos mecanismos. Vai-se estudar a situação de geração, utilização, manutenção, reciclagem, recuperação, reaproveitamento e destino dados aos diferentes tipos de REEE produzidos pela UC. Foram levantados dados e aplicadas ferramentas que permitam entender todos os ciclos dos REEE dentro da academia e quantificar os respetivos fluxos. [52]

Além de dados quantitativos, vários aspetos qualitativos serão igualmente abordados, visando obter uma maior integração de informação no contexto da Universidade de Coimbra, através do contacto com grupos de investigação e outros parceiros relevantes. Por se tratar de um fenómeno real, mas com fronteiras que não são ainda totalmente claras, será adotada uma abordagem sistemática e com o rigor necessário para a obtenção de dados fiáveis. Neste trabalho também serão propostos e obtidos indicadores da situação atual da UC em termos de REEE, de forma a facilitar as etapas posteriores e possibilitar a realização de um adequado acompanhamento e gestão dos REEE.

Neste sentido, será promovida a recolha de informação diretamente junto dos Serviços de Gestão do Edificado, Segurança e Ambiente (SGESA) da Universidade de Coimbra, mas também dos Serviços de Ação Social da Universidade de Coimbra (SASUC), que são os maiores detentores de dados e de procedimentos realizados acerca do tratamento e destino dos de REEE gerados nos últimos anos na UC. Será assim desenvolvida toda a abordagem descritiva, onde os dados serão analisados e comparados para obter parâmetros e indicadores que serão utilizados posteriormente. Pretende-se uma abordagem otimizada e eficiente que permita a criação de uma base de dados que seja de fácil atualização, para que o acompanhamento a médio e longo prazo possa ser eficaz. O diagnóstico será feito tendo em atenção diferentes tópicos principais, que são os seguintes:

1. Geração de REEE;
2. Dinâmica de destino;
3. Armazenamento dos REEE;
4. Recolha de REEE;
5. Gestão dos REEE;
6. Conscientização académica.

Para a conclusão do diagnóstico serão utilizados diversos canais de fontes de informação, que permitirão o desenvolvimento da investigação nos 6 aspetos acima retratados. No âmbito deste trabalho, foram realizadas também entrevistas semiestruturadas, que serão endereçadas para toda a comunidade académica (alunos, docentes e não-docentes), por ser uma das técnicas de pesquisa que apresenta maior flexibilidade e por ser umas das fontes de evidências mais importantes. [35][53]

4.2. Benchmarking

No decurso do presente trabalho, além de uma análise interna no contexto da Universidade de Coimbra, será feito um estudo de benchmarking, visando comparar as práticas existentes na UC com as vigentes noutras entidades, ao nível da gestão de REEE, com a identificação de boas práticas nacionais e internacionais nestes domínios. Esta etapa pretende analisar estrategicamente o que outras IES estão a fazer para integrar melhor os seus sistemas e promover a economia circular na gestão dos REEE. Através da interligação dos principais atores, irá retratar-se o que vem sendo feito noutros contextos organizacionais, pretendendo-se deste modo identificar oportunidades de melhoria e uma nova visão a ser eventualmente adotada e adaptada para o contexto específico da Universidade de Coimbra.[54]

A Figura 4.1 ilustra o ciclo que será percorrido através deste trabalho, ao medir o desempenho da Universidade de Coimbra e depois fazer uma análise comparada com a gestão de REEE praticada por outras organizações. É importante ressaltar nesta etapa que diferentes regiões possuem modos de vida, culturas, aspeto sociais e económicos diferentes, pelo que a realidade é sempre diferente e específica de cada contexto e organização, mas com enorme potencial para adaptar e fazer a transposição de boas práticas para outras instituições e, neste caso concreto, para a Universidade de Coimbra, com as necessárias adaptações. [55]

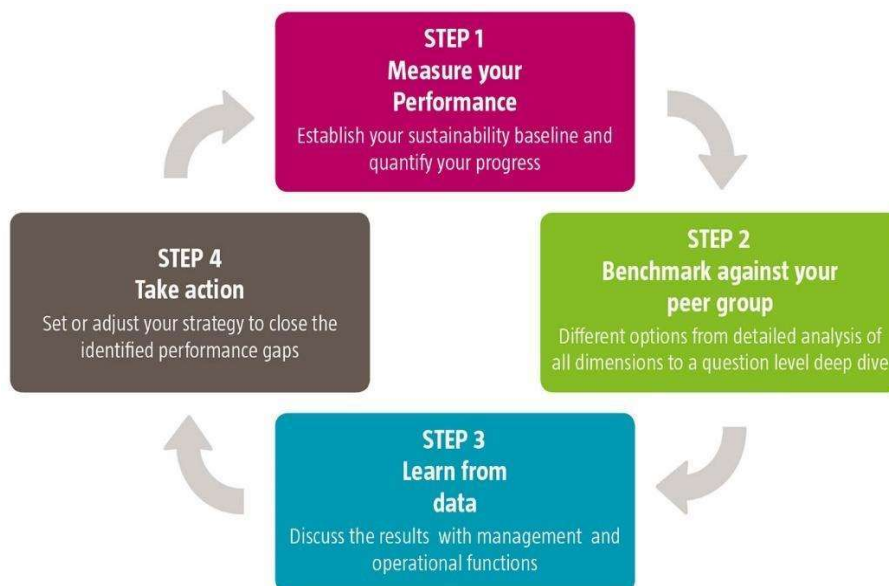


Figura 4.1 - Ciclo de implementação do benchmarking. [56]

Nesta etapa foram escolhidos exemplos de IES a nível mundial e nacional que, através dos dados obtidos pelo SGESA e demais entidades parceiras, foram reconhecidas como sendo potencialmente interessantes, e junto das quais se vai tentar compilar uma panóplia de indicadores, iniciativas e soluções encontradas para a gestão de REEE. Serão igualmente realizadas comparações qualitativas, abordando o seguinte conjunto de tópicos de incidência do benchmarking relacionados com os 5P's da sustentabilidade:

1. Planeta: Sistema de Gestão Ambiental de REEE; Mecanismos de Redução de Impactos Ambientais e Mecanismos de Recolha;
2. Prosperidade: Retorno Económico;
3. Parcerias: Academia, Atores do CdV e Governo;
4. Pessoas: Projetos Sociais; Educação para a Gestão Sustentável;
5. Paz: Transparência e Cooperação;

Posteriormente, com base numa análise dos índices escolhidos, bem assim como do estudo dos impactos sociais, ambientais e financeiros, serão definidos indicadores para comparar cada uma das IES com base numa matriz de Pugh. Esta matriz será construída de acordo com os critérios que serão encontrados nas análises realizadas a cada estudo de caso, aproveitando a suas valências. Por fim, o benchmarking possibilitará perceber melhor quais são as principais tendências, pontos comuns e diferenciadores no que diz respeito à implementação de sistemas eficientes de gestão de REEE em IES. Tal será possível através da observação de estudos de

caso que eventualmente apresentem dimensões situadas em patamares acima e abaixo dos encontrados na UC.

4.3. Análise SWOT e TOWS

Este trabalho conduzirá também a uma análise de Strength, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT) na qual iremos compilar 4 fatores, levando em conta análises internas e externas (forças, oportunidades, fraquezas e ameaças) de planeamento. Tal permitirá demonstrar vias estratégicas de atuação, conforme as forças da situação e o que é proposto ser feito para melhorar a temática dos REEE na UC. Esta análise será dividida em duas partes, sendo a primeira relativa à construção de uma matriz SWOT dividida em fatores de estado (Weaknesses e Strength) e a segunda relativa ao ambiente (Opportunities e Threats).

Posteriormente irão cruzar-se os dois elementos da análise para encontrarmos 4 pontos de intersecção na matriz para avaliar estrategicamente a ação, através da análise TOWS que é referente à ação, e compreende os seguintes pontos: [57]

- *Expand (SO)*: Visualização das forças do estado para ter vantagem nas oportunidades do ambiente;
- *Catch Up (OW)*: Visualização das oportunidades do ambiente para superar as fraquezas do estado;
- *Secure (ST)*: Visualização das forças do estado para evitar as ameaças do ambiente;
- *Minimize (WT)*: Visualização das fraquezas do estado juntamente com as ameaças do ambiente.

Esta ferramenta é amplamente utilizada e permite fazer uma análise eficaz do comportamento de uma instituição, através da compilação de fatores internos e externos. Para tal será necessário entender o diagnóstico atual da Universidade de Coimbra, identificando elementos chave da sua gestão de REEE, para a compreensão dos potenciais de crescimento e de melhoria. Outra função importante deste tipo de avaliação é a capacidade de realizar um exame das suas operações no sentido de compreender melhor a atratividade da cadeia de valor dos REEE e diagnosticar as suas necessidades de posicionamento estratégico institucional, como pode ser exemplificado na Figura 4.2. [58]



Figura 4.2 - Exemplo da Análise SWOT-Cruzada

4.4. Plano de Ação Sustentável

Pretende-se, enquanto corolário final de todo o trabalho realizado, ampliar a rede de atuação da UC em diversos níveis, permitindo uma maior dinamização entre diferentes ciclos para melhorar a situação da gestão dos REEE. Criar um ambiente formidável para a discussão dessa temática na UC e consciencialização da comunidade académica, para assim se conseguir caminhar a passos largos em direção à sustentabilidade institucional, será uma peça central.

Com base na caracterização efetuada na UC, no trabalho de benchmarking e na análise estratégica, serão identificadas prioridades e será sugerido um Plano de Ação, com indicação de iniciativas direcionadas para reforçar a qualidade da gestão de REEE na Universidade de Coimbra. Este plano incluirá uma localização no contexto dos ODS, por via de encontrar indicadores diretos relacionados com a Gestão de REEE. Posteriormente, será elencado o plano simples de atuação generalista que visa guiar as próximas etapas do processo de amadurecimento da temática de economia circular com base no CdV dos REEE.

5. A GESTÃO DE REEE NA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

5.1. Contextualização

A Universidade de Coimbra, que desde 2013 é património histórico da *United Nations Educational Scientific and Cultural Organization* (UNESCO), é bastante conhecida devido aos 730 anos de história e de avanços científicos não só em Portugal, mas em todo o mundo, e possui um papel fundamental na rede de IES portuguesas. Dotada de um ambiente único de inclusão na cidade, a UC possui cerca de 24.000 alunos, 2.600 colaboradores (entre docentes, investigadores e pessoal técnico). Possui também uma grande rede de faculdades, unidades de ensino e investigação e unidades de extensão cultural e de apoio à formação, espalhadas pelos seus 67 edifícios, que totalizam 6.4180 m² de instalações. Definitivamente a UC é um marco na construção do país durante o passar dos séculos, sempre direcionando esforços para a promoção de inovação e conhecimento que nortearam o caminho português. [59]

Como o caminho para a sustentabilidade é longo e requer muito trabalho, a UC ainda tem um caminho a trilhar, pois são recentes as iniciativas sustentáveis que têm surgido no seio académico, muitas das quais remetem apenas para as últimas duas décadas. Isto pode ser explicado pela crise económico-social que assolou o país e requereu que muitas das IES começassem a pensar em práticas e iniciativas sustentáveis. Baseado nisto mesmo, percebem-se algumas facetas preconizadas pelas IES que são essenciais para o entendimento e a promoção do desenvolvimento sustentável, como o relacionamento da universidade com o seu meio, ensino & empreendedorismo e, por fim, os impactos económicos resultantes. [51][56]

A Universidade de Coimbra tem como prática recente a elaboração de Planos Estratégicos (PE), que traçam metas e objetivos que nada mais são que desafios para toda a academia perante os problemas que encontramos na universidade. O PE 2011-2015 foi um marco por ser pioneiro e por tentar integrar, dinamizar e consolidar o crescimento em diversas áreas da UC. Contudo este documento pouco se referiu à sustentabilidade na Universidade de Coimbra, somente prezando por uma análise económica. No que se refere à sustentabilidade, este PE foi importante para integrar os serviços de infraestrutura com alguns indicadores de desempenho, mas ainda sem definir metas para a recolha ou reciclagem de resíduos. [60]

Quatro anos depois, lançou-se o PE 2015-2019, que veio com muitos novos elementos sobre os poderes de ação da UC, bem como das suas linhas orientadoras e pontos estratégicos atualizados em médio e longo prazo. Neste PE é clara a intenção institucional no tópico da sustentabilidade, seja ela ambiental, financeira, social e/ou cultural. Este PE retrata as ações sistemáticas da

universidade para a sua elaboração. O fator mais importante relativamente à sustentabilidade neste documento foi a apresentação das iniciativas estratégicas e de alguns dos indicadores de desempenho para posterior acompanhamento, contemplando diferentes iniciativas estratégicas: [61]

1. Adotar políticas e sistemas formais que promovam o alinhamento de toda a universidade no sentido do desenvolvimento ambientalmente sustentável;
2. Promover uma contribuição estruturada e sistemática das competências internas, científicas e técnicas, para o planeamento e gestão da sustentabilidade e para ações de correção e remoção;
3. Mobilizar a comunidade académica para iniciativas e programas de gestão sustentável de recursos energéticos, de água, de resíduos e de mobilidade;

No último Plano Estratégico emitido pela Universidade de Coimbra, o PE 2020-2023, foi adotada uma nova visão acerca da sustentabilidade e da responsabilidade social, estando estas sempre presentes, tanto no nível hierárquico superior como nas demais áreas de atuação da universidade, como exemplificado na Figura 5.1 Isto demonstra a importância que a UC dá à temática, suportando diversas iniciativas internamente e externamente alinhadas com a Agenda 2030 da ONU, reiterando os compromissos firmados no Acordo de Paris.

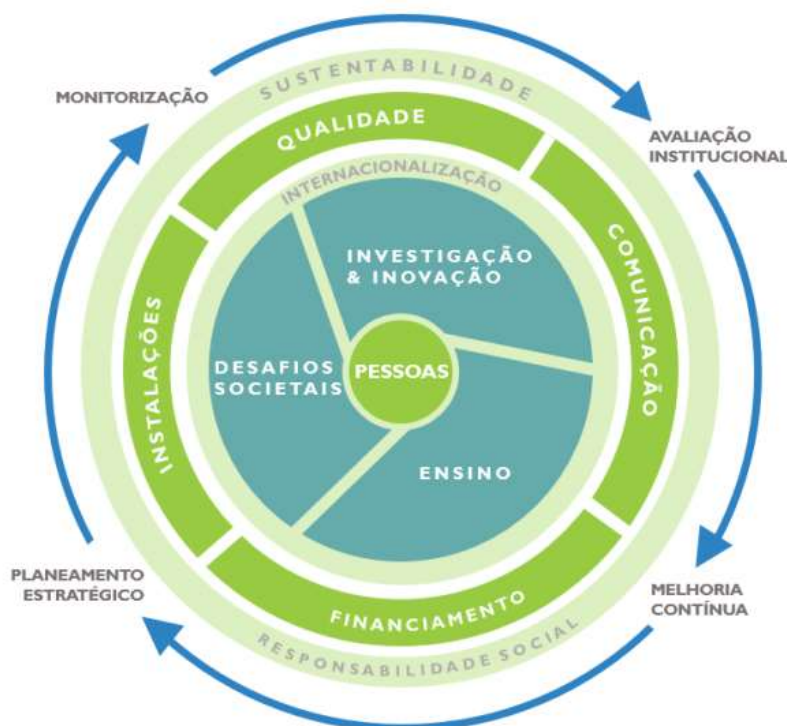


Figura 5.1 – Plano Estratégico da UC para 2020/23. [62]

No PE 2020-2023 foi definido que a UC vai desenvolver uma estratégia para garantir o seu pioneirismo em diversas áreas sustentáveis, interligando os diversos interessados e os possíveis parceiros para garantir uma neutralidade carbónica e consciencializar cada vez mais a comunidade académica. [62] A UC possui uma panóplia de profissionais qualificados e especialistas nas áreas da sustentabilidade espalhados pelos seus diversos domínios científicos. São pessoas que exercem os seus estudos e trabalhos ligados diretamente com a sustentabilidade a múltiplos níveis. Existem atualmente diversas iniciativas ligadas à sustentabilidade na UC, como pode ser exemplificado através de alguns cursos oferecidos: [59]

1. Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente;
2. Mestrado e Doutoramento em Energia para a Sustentabilidade;
3. Pós-graduação em sustentabilidade local;
4. Doutoramento em Sistemas Sustentáveis de Energia (SSE);
5. Pós-graduação em Eficiência energética, conforto e sustentabilidade em edifícios.

É importante ressaltar neste contexto a iniciativa *Energy for Sustainability* (Efs), lançada na UC em 2006, que é responsável por integrar diversos trabalhos relacionados com a sustentabilidade, de forma interdisciplinar. Contudo, são escassos os projetos relacionados com a temática dos REEE em todos os níveis, e são necessários suportes adicionais para que este tema seja debatido com mais vigor na UC. Dessa forma, pode-se aumentar a interligação entre os cursos que conferem diplomas ligados à sustentabilidade para promover a investigação e a melhoria de resultados de reciclagem de REEE. [63]

A Universidade de Coimbra é signatária do *Global Compact* desde 3 de outubro de 2019, sendo que esta é a maior iniciativa de sustentabilidade organizacional promovida também pela ONU, que desde 2000 tem realizado iniciativas e promovido colaborações para a resolução de desafios da humanidade. Tais desafios encontram-se aqui divididos em 4 áreas: direitos humanos, normas laborais, meio ambiente e combate à corrupção, e nesta divisão encontram-se cobertos 10 princípios, que são exemplificados através da Figura 5.2.



Figura 5.2 - Os 10 Princípios do Global Compact. [64]

O *Global Compact* atualmente, além dos 10 Princípios, apresenta uma agenda totalmente voltada para os ODS, incentivando iniciativas por todo o mundo de promoção destes desafios. De entre os 17 ODS são destacados aqui os que possuem ação direta com a temática da gestão de REEE, e a UC, como signatária e estimuladora desses objetivos tem o dever de exercer uma melhoria interna em cada um deles. No que diz respeito aos REEE está claro que este resíduo tem implicação direta em 6 ODS, que são os destacados na Figura 5.3.



Figura 5.3 ODS particularmente relacionados com a gestão de REEE. [2]

Os objetivos 3, 6 e 14 estão diretamente ligados ao impacto ambiental que componentes tóxicos podem causar ao meio ambiente e à saúde humana, por meio da poluição no ar, água e no solo. Em diversos níveis, a presença destes componentes no meio ambiente pode ser uma fonte letal de contaminação acumulativa. O objetivo 11, que está diretamente ligado à gestão responsável de cidades e comunidades, faz uma relação com a gestão dos REEE para que eles possuam um destino correto e uma reciclagem eficaz, diminuindo os impactos da exploração extensiva de matéria-prima. [2]

Já no objetivo 12, a visão é de melhorar uma gestão ambientalmente correta dos componentes ao longo do ciclo de vida dos produtos, respeitando as legislações existentes para o seu cumprimento. É neste objetivo que se encontram as metas de redução de REEE, através de iniciativas que prolonguem o seu ciclo de vida, como a prevenção, a reutilização, reparação e a própria reciclagem. O objetivo 8 trata da promoção de políticas públicas que apoiem atividades produtivas, criação de empregos, empreendedorismo e criatividade. Do mesmo modo, exige uma aplicação correta do direito e a proteção do trabalhador, criando ambientes de trabalho seguros para todos. Todos os ODS acima registados têm ligação direta com os REEE, pois uma boa gestão desses resíduos pode criar empregos, facilitar o crescimento económico e diminuir substancialmente os impactos ambientais causados. [2]

Por fim, mas não menos importante, a UC teve e tem um papel fundamental na fundação e na organização da Rede Campus Sustentável (RCS), tendo acolhido o primeiro Encontro Sustentável, em 2018. Este encontro culminou na assinatura de uma Carta de Intenções, durante a primeira Conferência Campus Sustentável, em outubro de 2019, que delineou a atuação das IES portuguesas no âmbito sustentável. Esta iniciativa também proporciona a partilha de conhecimento e interligação entre as IES portuguesas no debate e na ação da sustentabilidade, visando proporcionar diversas ações de melhoria conjunta para a sociedade. [65]

5.2. O Serviço de Gestão do Edificado, Segurança e Ambiente (SGESA)

O SGESA é o órgão administrativo responsável pela gestão dos resíduos, e está ligado hierarquicamente à Administração da UC, integrada no Centro de Serviços Comuns. Este órgão exerce as suas competências na organização, manutenção e gestão dos serviços ligados à sustentabilidade, numa abordagem multinível, realizando desde o controlo de alguns consumíveis nos edifícios (água, energia, resíduos) até à conclusão de obras e iniciativas que preconizem uma utilização mais consciente e vigilante dos espaços pertencentes à UC.

Este serviço encontra-se subdividido em duas áreas: a Divisão de Manutenção e Reabilitação de Edifícios (DMRE) e a Divisão de Segurança e Ambiente (DSA). Nesta última divisão é que se situam os responsáveis das operações com resíduos resultantes da atividade académica, e que são divididos conforme os fluxos de recuperação e perigosidade de cada resíduo formado. No

que se refere à área da sustentabilidade e gestão de resíduos, o SGESA possui diferentes competências, a saber: [66]

- Garantir a operacionalidade, sustentabilidade e segurança das instalações;
- Preparar o plano de gestão ambiental e de eficiência energética e respectivos programas integrados;
- Promover ações tendentes à adequada gestão de resíduos e emissões da UC;
- Promover o alargamento da recolha separada de resíduos da UC.

O SGESA atualmente possui um organograma onde a tarefa de recolha de resíduos é intermediada pelos DSA, na figura dos Gestores Locais de Resíduos (GLR), que se encontram repartidos por cada Unidade Orgânica (UO). É uma função cumulativa dentro das estruturas internas de cada UO, onde não existem colaboradores alocados somente para desempenhar este trabalho, e que contempla não só a correta gestão dos REEE, mas de todos os outros fluxos de resíduos que são produzidos na UC (papel, plástico, metal, químicos, hospitalares, etc.).

Relativamente ao trabalho do SGESA assegurado pelos GLR escolhidos, existem algumas responsabilidades inerentes para que um mecanismo saudável e eficaz seja adotado no correto tratamento de todos os fluxos de resíduos. Esta gestão é toda automatizada pelo Sistema Integrado de Licenciamento do Ambiente (SILiAmb) que é uma plataforma online que reduz a burocracia e otimiza o tempo dedicado ao controlo e harmonização de todas as atividades e das regulações ambientais da APA. Os deveres da Administração são os seguintes:

1. Informar o GLR dos contratos/protocolos de gestão de resíduos em vigor na UC;
2. Promover ações de sensibilização na área da gestão de resíduos urbanos e de resíduos laboratoriais;
3. Dar formação relativa à plataforma do SILiAmb e conceder as permissões necessárias ao respetivo carregamento;
4. Apoiar e esclarecer o GLR nos procedimentos de gestão de resíduos da UC, sempre que necessário ou solicitado por este.

Em contrapartida, existem obrigações e tarefas que os GLR são incumbidos de realizar. Além de ser o interlocutor oficial da UO na gestão de resíduos perante o SGESA, ele também deve colaborar, a nível local, na implementação das políticas de gestão de resíduos. Os deveres dos GLR também englobam as seguintes funções:

1. Fornecer informação sobre as características do edifício, em matéria de gestão de resíduos: tipos de resíduos gerados na UO, estimativa de quantidades, periodicidade, especificidades próprias do local etc.;

2. Apoiar localmente a correta separação de resíduos e de acordo com a informação e formação recebida pela Administração da UC;
3. Monitorizar localmente os contratos/protocolos estabelecidos para cada fluxo de resíduos, zelando pelo seu bom cumprimento nessa UO;
4. Reportar à Administração as situações de incumprimento dos contratos/protocolos de gestão de resíduos, por parte dos adjudicatários;
5. Sugerir ajustamentos ou apresentar propostas de melhoria para a gestão dos diferentes fluxos de resíduos.

Por fim, os GLR são os responsáveis pelas atividades de separação, acondicionamento e armazenagem, e ainda, o encaminhamento dos materiais para operadores devidamente licenciados, que ficam responsáveis pelas operações de transporte, valorização e eliminação de resíduos. O Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos (SIRER), que se encontra acessível no SILiAmb, permite congregiar todos os dados relativos aos resíduos em diversos módulos e mapas, o que permite assegurar a rastreabilidade de toda a cadeia dos diversos fluxos de resíduos, sejam eles recuperados e revalorizados, ou abatidos e incinerados. [67]

As Guias Eletrónicas de Acompanhamento de Resíduos (eGAR) fazem parte do SIRER e facilitam a gestão dos resíduos mais diretamente, sendo o instrumento que nos permite obter toda a informação das diferentes etapas. Estas guias possuem informações relativamente importantes, e um sistema de codificação e verificação do documento que reforça a segurança do processo. Todos os movimentos de transporte de resíduos não urbanos têm de ser registados e acompanhados por uma eGAR, onde consta a codificação do resíduo de acordo com a Lista Europeia de Resíduos (LER), uma estimativa da quantidade, a identificação do produtor, transportador e destinatário, bem como o tipo de tratamento a que será submetido. [68]

A criação da codificação LER foi uma decisão tomada pela Comissão da União Europeia 2014/955/EU, que consiste numa lista harmonizada de resíduos por áreas específicas, divididas em 20 capítulos, que são numerados de 01 a 20. As divisões dos resíduos por áreas são referentes às diferenças entre os produzidos nas zonas industriais, urbanas, agrícolas e hospitalares. De carácter obrigatório para todos os produtores ou detentores de resíduos, a LER fornece o enquadramento legal e a diferenciação entre os resíduos perigosos e os não-perigosos, possuindo no primeiro caso um diferencial definido pela adição de um asterisco (*) no final do código. [69]

5.3. O Ciclo de Vida dos EEE na Universidade de Coimbra

Sendo a entidade competente para o gerenciamento de resíduos, o SGESA faz a contabilização e o correto encaminhamento segundo as leis vigentes em Portugal. A primeira recolha de REEE promovida pelo SGESA data de 2006, quando foi identificada a necessidade legal de realizar o

correto tratamento deste fluxo de resíduos. Desde então, este fluxo tornou-se quase uma constante no evoluir dos últimos anos, com algumas mudanças de entidades de recolha e de políticas públicas ligadas aos REEE. Em 2008, esta carência foi atendida através dos pedidos das Unidades Orgânicas e pelos Serviços da Universidade, pelos quais foram recolhidas cerca de 11 toneladas de REEE, registadas pelo SGESA, e encaminhados para a primeira empresa de reciclagem a ter protocolo com a Universidade de Coimbra, a Electrão para a valorização deste tipo de resíduos. Este marco também trouxe consigo a instalação do primeiro equipamento de recolha de REEE na UC, um ecoponto específico denominado Ponto Electrão.

Entrevistas pontuais e semiestruturadas foram realizadas para que se fosse possível entender o ponto de situação da gestão de REEE na UC. O Anexo B contém o roteiro de entrevistas que foi realizado, envolvendo: i) um colaborador do SGESA; ii) 5 GLR; iii) 3 técnicos administrativos da UC. Assim o CdV de REEE na UC foi retratado como um fluxo multinível, onde diversos setores administrativos da própria universidade e das faculdades ou unidades orgânicas, desempenham funções em fases diversificadas de todo o processo. De uma maneira geral, o diagrama de blocos do ciclo dos EEE, até virarem REEE, é exemplificado na Figura 5.4, sendo seguidamente detalhado.

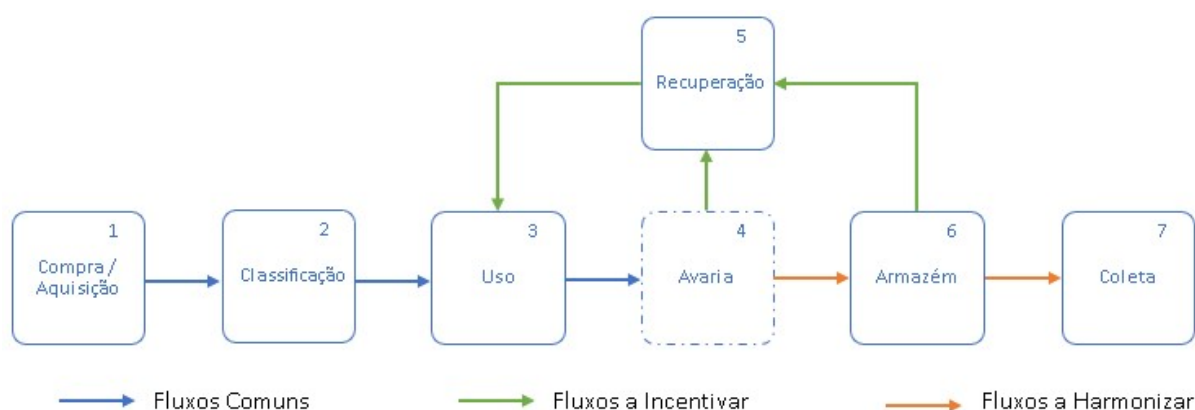


Figura 5.4- Ciclo dos EEE na UC.

5.3.1. Aquisição de EEEE

O processo de introdução de EEE dentro da universidade começa com a prospeção de necessidades de funcionalidades que serão posteriormente solicitadas formalmente em cada UO separadamente. A busca por tais funcionalidades está diretamente ligada com o planeamento de gestão estratégico de cada UO, onde o orçamento tem de ser respeitado para que se consigam adquirir EEE para satisfazer projetos internos e externos.

Como entidade pública, a Pessoa Coletiva UC segue as normas do Código dos Contratos Públicos (CCP) e do Sistema de Normalização Contabilística para as Administrações Públicas (SNC-AP). Assim, é necessário que todos os passos do CCP sejam seguidos em sintonia com o SNC-AP para que a aquisição de bem e serviços seja devidamente catalogada contabilisticamente. [70]

A compra/concessão é realizada pela Divisão de Compras e Aprovisionamento (DCA) dos Serviços de Gestão Financeira (SGF) em conformidade com o SNC-AP e estão incluídas na rubrica orçamental 02, como despesas correntes em Aquisição de Bens e Serviços. Os EEE são adquiridos com a finalidade de concretizar projetos de investigação e desenvolvimento, parcerias, ou até mesmo faculdades e unidades orgânicas nas suas atividades de ensino ou funcionamento geral. Deste modo, uma rede complexa e descentralizada é realizada para que a introdução desses EEE seja feita da maneira menos burocrática possível. Após preenchimento de todos os requisitos do CCP a UO (na maior parte das vezes) é responsável por rever todo o contrato, efetuando os ajustes contratuais necessários e realizando o pagamento após uma confirmação orçamental da instituição.

Os EEE chegam então à UC por diversos e descentralizados canais, onde posteriormente serão alocados nos devidos sítios estabelecidos nos contratos, sejam dentro da estrutura da UC ou em entidades parceiras de projetos. Os custos podem variar bastante conforme o tipo, a origem e o fornecedor do EEE e devem ser previamente calculados para não ultrapassar os gastos alocados para as atividades do projeto.

5.3.2. Classificação de EEE

Após os trâmites legais de compras, o EEE chega à UC e é necessário que se comprove o pleno funcionamento do equipamento, com todas as garantias das suas funcionalidades. Os EEE são colocados em utilização provisória, com uma fase de teste, enquanto o seu registo no Inventariado Geral está a ser devidamente processado e classificado. É necessário referir a importância das cláusulas contratuais que venham a assegurar o pleno funcionamento do equipamento e dos serviços acertados, que muitas das vezes contemplam: i) formação técnica para profissionais da UC; ii) manutenção periódica ou extraordinária do EEE.

Com o funcionamento do equipamento comprovado, muitas das vezes alguns meses depois de toda a finalização dos testes, o SGF emite as etiquetas de identificação do inventário, garantindo que o equipamento está registado e localizado no sistema. Assim, é feito o seu registo e associado um número no inventário interno. Algumas informações que constam na etiqueta de identificação são as seguintes:

- Nome da Universidade de Coimbra;

- Faculdade a que pertence;
- Código de Barras;
- Código do Cadastro e Inventário dos Bens do Estado (CIBE).

Com a compilação destas informações nas etiquetas, a DCA do SGF consegue efetuar o rastreamento da maior parte dos EEE que deram entrada na UC. Adicionalmente, existem outras informações que são recolhidas pelo DCA e não se encontram na própria etiqueta, mas que estão reunidas na base de dados da UC, como os dados legais da compra, do comprador, datas e outras informações relevantes.

5.3.3. Utilização de EEE

A utilização de EEE na UC é variada em diversos aspetos, sendo que esses equipamentos na maior parte das vezes estão associados com sistemas de tecnologia de informação, e cuja procedência por vezes está correlacionada com contratos de serviços para a sua reparação e manutenção. Os EEE quando entram no inventário da UC também precisam de ter uma taxa de amortização associada. Esta taxa é responsável por quantificar a perda de direito de uso de um bem e é geralmente contabilizada em períodos anuais. [71]

Dentro do CIBE existe o Cadastro e Inventário dos Móveis do Estado (CIME), onde globalmente estão inseridos os EEE das mais diversas funcionalidades e formatos. No Plano Oficial de Contabilidade Pública (POCP) estão referenciadas as espécies de bens móveis, juntamente com a sua designação, marca, modelo e do CIBE: [72]

- a) Equipamento informático;
- b) Equipamento de telecomunicações;
- c) Equipamento e material de escritório e de reprografia;
- d) Equipamento para investigação, de medida e de utilização técnica especial;
- e) Equipamento e material para serviços de saúde;
- f) Equipamento e material recreativo, desportivo, de educação e de cultura;
- g) Equipamento de conforto, de higiene e de utilização comum;
- h) Equipamento de transportes (exclui veículos automóveis);
- i) Equipamento para a agricultura e jardinagem;
- j) Equipamento e material para a indústria;
- k) Equipamento de oficina, ferramentas e utensílios;
- l) Equipamento de sinalização, alarme, combate a incêndios, salvamento e segurança;
- m) Equipamento individual (incluindo vestuário e calçado) para fins especiais;
- n) Equipamento de jogo;
- o) Equipamento e armamento de defesa;
- p) Equipamento de matadouro;

- q) Abastecimento público e águas residuais;
- r) Outros bens.

5.3.4. Avarias em EEE

Durante o ciclo de vida dos EEE é muito comum que os equipamentos deixem de corresponder face às expectativas e/ou perca algumas das funcionalidades. Diversas causas podem ser responsáveis por este fato, como obsolescência programada, mau uso, custo de manutenção elevado, etc. Nestes casos, é estudada dentro da própria administração da UO a viabilidade de conserto desta avaria, face aos recursos disponíveis ou cláusulas contratuais que esses EEE possuem, para posteriormente tomarem a decisão do que é que será feito.

O EEE não-operacional é então visitado por um profissional qualificado da UO, nomeadamente da oficina, gestão de informação ou da própria administração, para atestar das suas condições e posteriormente selecionar para qual etapa este EEE deve seguir. As duas etapas são basicamente a recuperação, para promover a extensão do ciclo de vida deste EEE e a o armazenamento para posterior abate.

5.3.5. Recuperação de EEE

A corrente preferível, após a avaria de algum EEE, deve ser a de recuperação, para diminuir os impactos negativos relacionados com a compra de outro equipamento e garantir que as suas funcionalidades continuam ao serviço da UC. Boa parte das UO possuem uma oficina, responsável pelos diversos serviços de manutenção patrimonial e de funcionalidades de uma panóplia de serviços que a UC oferece. Os profissionais alocados na oficina muitas das vezes são possuem o conhecimento tecnológico mais adequado para o conserto de alguns bens, visto que só restam duas opções viáveis: contratação externa ou abate. Este processo é capaz de alterar o ciclo de vida dos EEE, postergando a sua utilização durante o tempo e garantindo a continuidade de uso do equipamento, e diminuindo assim posteriores impactos ambientais que virão a acontecer com o seu destino e com a produção de novos bens.

A recuperação na maior parte das vezes está estabelecida contratualmente com os fornecedores dos equipamentos ou dos serviços, pois uma das alterações contratuais nos últimos 10 anos da UC tem vindo a mostrar a troca da compra direta de bens e serviços de manutenção periódicos pela compra de serviços. Um exemplo disto mesmo pode vir a ser o de alguns dos novos contratos para o serviço de impressões em papel na UC. Onde antes eram compradas impressoras e a própria universidade geria os consertos, o que acontece hoje em dia é que existe um contrato específico que cobra por impressão, e que acaba por facilitar a sua gestão quando os próprios EEE avariam.

Se não existirem contratos específicos para a recuperação, muitas das vezes os gestores das oficinas possuem conhecimento técnico para executar pequenas reposições, trocas e qualificações de EEE. Contudo isto ainda é bastante limitado devido à falta de tempo que este serviço possui e também às suas múltiplas funções, que já não deixam espaço para a gestão correta dos REEE.

5.3.6. Armazenamento de EEE

Quando a opção de conserto não é viável por termos financeiros, de recursos humanos ou temporais, tem lugar o armazenamento destes EEE. Quando o seu CdV acaba, só restam as opções legais de abate ou de aproveitamento de peças. Surge assim nesse momento na UC o conceito de REEE, sendo os GLR encarregados de reunir os resíduos e essa recolha geralmente feita de modo pontual, onde os intervenientes (estudantes, técnicos administrativos, investigadores e professores) requerem a remoção do equipamento, ou até mesmo levam o EEE fora de uso de forma descentralizada, cabendo aos GLR decidir qual será a melhor opção a fazer.

O armazenamento é a etapa onde ocorre o processo de remoção dos EEE do inventário de bens da UC, que é lento e burocrático, pois as próprias UO não possuem autorização para este procedimento, estando sempre sujeitos a uma aprovação das respetivas Faculdades para que esses EEE sejam considerados REEE. De forma a garantir que haja um controlo sobre esse fluxo de resíduos, é necessário que sejam feitas Notas de Abate de EEE com as devidas justificações, o destino proposto e valores amortizados. As justificações apresentadas são as mencionadas anteriormente e relacionadas com a perda de funções, e o destino a dar basicamente resume-se a venda, doação, acumulação e abate.

Depois de especificações sobre a procedência e os valores contabilísticos, o auto de abate é lavrado e a proposta é feita dentro da UO e encaminhada para as respetivas Faculdades, com a chancela dos responsáveis de cada UO. Até que as Comissões Executivas das Faculdades avaliem o pedido e deem um parecer, os equipamentos permanecem armazenados na UC em diversos locais que não foram projetados com essa finalidade, ocupando salas, espaços de estacionamento, com pouca sinalização e/ou segurança e muitas vezes de fácil acesso. Um exemplo que demonstra a atual situação é o registado no Departamento de Engenharia Química da FCTUC, onde os REEE tomam parte do estacionamento subterrâneo, como pode ser visto na Figura 5.5.



Figura 5.5- Exemplo de Local de Armazenamento de REEE na Universidade de Coimbra.

Em algumas UO os GLR aproveitam muitos destes espaços para armazenamento prévio, anterior ao abate, para utilização desses REEE como fonte de peças, botões, lâmpadas, cabos, etc. Este reaproveitamento é, no entanto, realizado de forma muito incipiente e pouco encorajado, visto que os GLR não possuem o tempo disponível para realizar a maior parte das recuperações necessárias em EEE na UC. Assim, a acumulação de REEE vai ocorrendo de forma descentralizada em todos os edifícios da UC de uma forma aleatória, o que varia consideravelmente com as disponibilidades e sensibilidade das UO relativamente à gestão de resíduos. Alguns dos fatores relevantes para a acumulação de REEE na UC são então os seguintes:

- Carga burocrática;
- Valor histórico, simbólico ou sentimental de alguns EEE;
- Falta de otimização dos abates;
- Dificuldade na realização de reparações;
- Falta de sensibilidade sobre a temática na academia;
- Fronteira entre reaproveitamento de peças e o abate do REEE;
- Mudança de tecnologias ao longo do tempo.

5.3.7. Abate e Destino de REEE

Os GLR aguardam então até o momento em que a Nota de Abate seja deferida pelas Faculdades responsáveis para começar o processo de recolha dos REEE na UC. Aqui o EEE já foi desafetado do património da UC, não constando mais no Inventário Geral e a UO então fica responsável por realizar o abate deste tipo de resíduo. A UC atualmente delega às UO a escolha do mecanismo que utilizará para o destino a dar ao REEE. O SGESA atualmente aconselha a recolha e entrega junto da empresa Reciqwerty, que preenche os eGAR da maneira correta e avalia o peso, cuja dimensão não é possível mensurar na UC na maior parte das vezes. Esta empresa realiza a recolha mediante a solicitação direta do SGESA ou da própria UO para a remoção de REEE, servindo posteriormente como uma separadora e distribuidora destes resíduos para outras empresas do ciclo de recuperação ou destruição desta corrente.

O mecanismo legal começa quando uma Ordem de Transporte (OT) é lançada no Sistema Integrado de Gestão de REEE (SIGREEE), que está integrado dentro do SILiAmb. Esta OT pode ser feita diretamente pelo SGESA ou pela Reciqwerty, e nesta ordem, além do endereço da UO onde será feita a recolha e de contatos importantes para efeitos logísticos, possuem outras informações que farão parte posteriormente dos eGAR. Após a OT ser emitida no SIGREEE, é então agendada uma recolha, com a quantidade prévia de REEE a ser estimada na etapa anterior, cabendo assim à Reciqwerty tratar de toda a logística para cada recolha em concreto, que varia bastante conforme o sítio e a UO onde os REEE se encontram acumulados.

Após a realização da recolha de REEE, assistida pelo GLR de cada UO, é guardada a eGAR com a correta pesagem (feita somente na empresa contratada) e com mais informações sobre a categorização dos resíduos, visto que isto não é feito previamente na UC. Com os eGAR, o SGESA finalmente contabiliza a informação e garante que os resíduos tiveram uma correta destinação.

5.4. História dos REEE na Universidade de Coimbra

Desde que a UC começou a tratar dos seus REEE de acordo com o recomendado pela APA, existe uma cadência média anual de cerca de 11,1 toneladas deste tipo de resíduos contabilizadas somente pelo SGESA. Através de uma consulta ao banco de dados do SGESA, o perfil encontrado de remoção de REEE na UC data de 2006 e consiste basicamente no somatório de recolhas realizadas em algumas UO e determinados pontos circunstanciais. É importante ressaltar também que todos os dados fornecidos pelo SGESA para este trabalho fazem parte de pesagens que foram feitas fora da UC, pois nenhuma UO possui um sistema de controlo e pesagem adequado para apoio à gestão de REEE.

Ao longo dos 14 anos de recolha seletiva de REEE na UC, foram recolhidas cerca de 155 toneladas. Contudo, a forma de avaliação e os dados pertinentes variam muito durante este período de estudo (Figura 5.6). Nesta janela temporal, obtivemos uma média de recolha de aproximadamente 11,10 toneladas por ano, com um valor máximo de 43,20 toneladas registadas em 2011. Mesmo com 2011 sendo um *outlier*, com origens que não foi possível identificar, ele é responsável por aumentar significativamente o desvio padrão desta amostra de 14 anos, que corresponde a 10,6 toneladas.

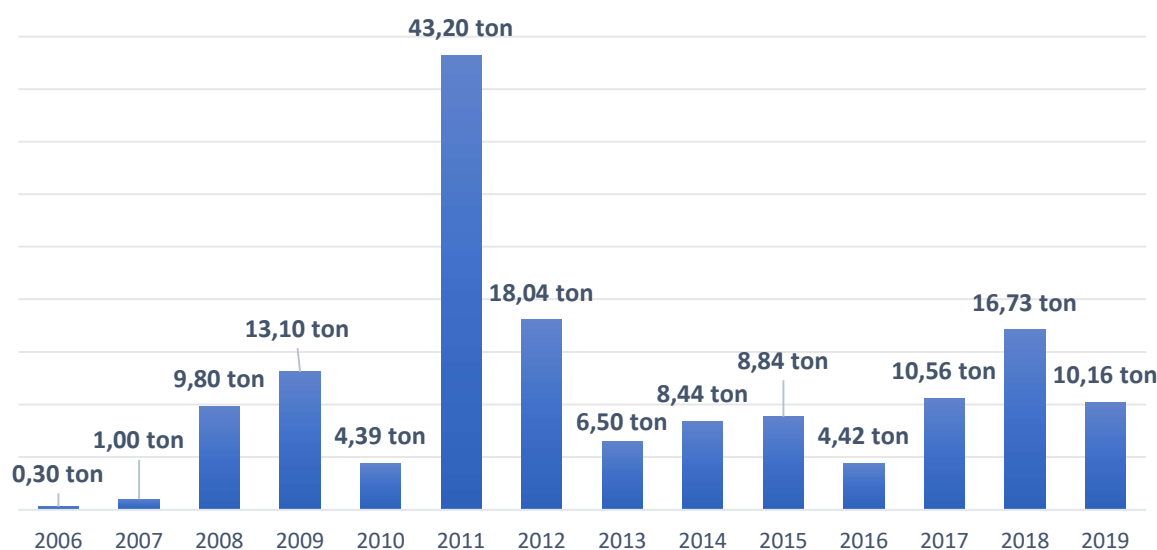


Figura 5.6 -Evolução da Recolha de REEE na UC.

É possível recorrer às taxas de recolha de REEE e de reciclagem em Portugal para ter uma primeira estimativa. Segundo o *European Statistical System* (EUROSTAT), a percentagem de REEE recolhidos e reciclados em Portugal situa-se em aproximadamente 84% no período de 2006 até 2019*, o que, quando traduzido para a realidade da UC, poderá significar que cerca de 25 toneladas de REEE que foram produzidos acabaram sem recuperação. Este fato evidencia a necessidade de novos processos e abordagens para melhorar e agregar valor à todas as etapas do CdV dos REEE. De forma a elucidar melhor e avaliar historicamente o perfil histórico da gestão de REEE na UC, é necessário considerar temporalmente 3 etapas, para melhor compreender as atividades realizadas, conforme se descreve seguidamente.

5.4.1. Primeira Fase (2006/2009)

Corresponde ao período de arranque da implementação das práticas de gestão de REEE, onde mediante a solicitação direta das Faculdades e Serviços da Universidade de Coimbra, o SGESA começou a gerir este fluxo de resíduos. A recolha começou pontualmente e depois foram sendo implementadas iniciativas para promover a recolha consciente na UC, como a instalação de

dois Pontos Electrão. Estes são contentores específicos para REEE da empresa Electrão, uma das 3 certificadas em Portugal para a gestão de REEE, e foram colocados dois em fase experimental (Polo I e Polo II), sendo os montantes de recolha nesta fase mostrados na Figura 5.7. A informação obtida no SGESA para esta pesquisa revela uma crescente recolha deste tipo de resíduos, mas não existe informação acerca de tipos específicos de fluxos ou de contratos firmados para esta gestão.

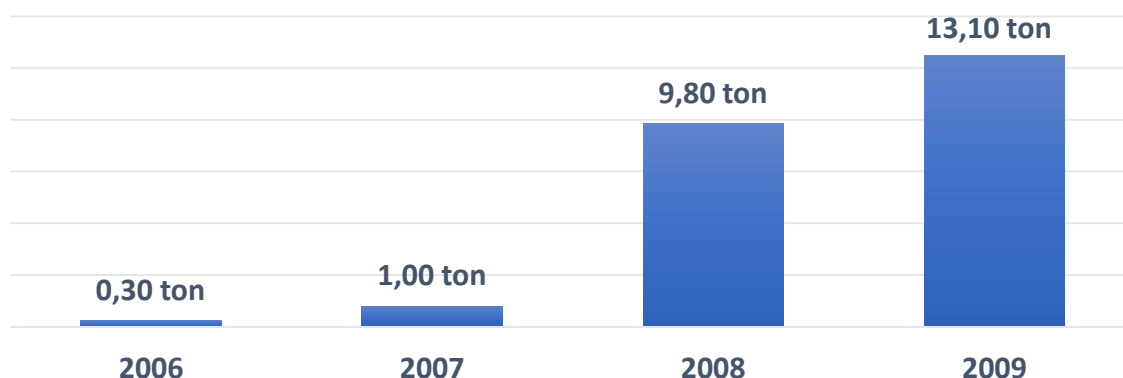


Figura 5.7 -Evolução da Recolha de REEE na UC durante a Primeira Fase.

Nesta fase de crescimento, houve uma melhor comunicação para o tratamento e gestão de REEE na UC, bem como uma nova abordagem de parcerias para a promoção da recolha. No fim do ano de 2009, o SGESA contabilizou cerca de 13 toneladas de recolha de REEE, apresentando uma percentagem de 43% das recolhas em UO (chamadas pontuais) e 57% recolhidos nos dois Pontos Electrão, instalados em 2008.

5.4.2. Segunda Fase (2009/2017)

Corresponde a um período onde há pouca informação registada relativa a iniciativas realizadas na UC. Contudo, é pertinente constatar que a recolha não parou de ser realizada, mas possui fluxos diferentes, motivados por uma série de fatores ligados à administração e tratamento de dados. Ainda assim, obteve-se o neste período o maior pico de recolha de REEE na história da UC, em 2011, com mais de 42 toneladas removidas, ao longo de um período temporal onde a recolha mínima foi de cerca de 4,4 toneladas, registada em dois anos (2010 e 2016), conforme ilustrado na Figura 5.8.

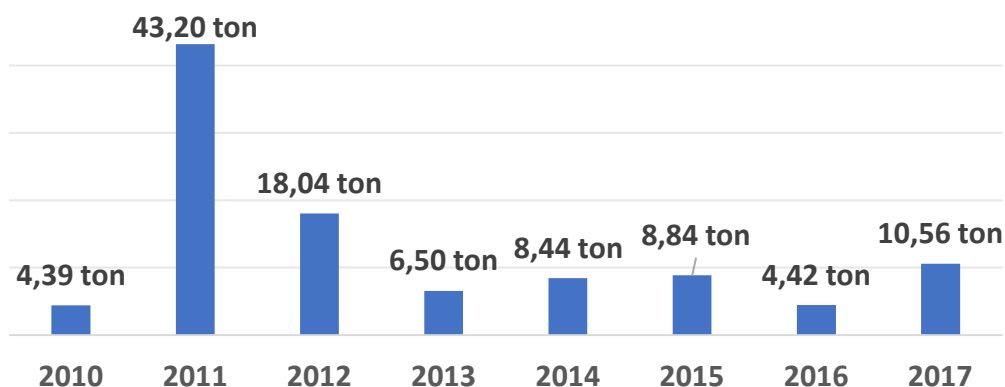


Figura 5.8 -Evolução da Recolha de REEE na UC durante a Segunda Fase Temporal.

Durante este período, também foi lançada uma plataforma digital da UC, o e-prevenç@o, que é um Portal de Segurança, Saúde e Ambiente da UC, gerido pelo SGESA para toda a comunidade académica, e que tem as seguintes finalidades:[73]

- Transmitir informação sobre riscos existentes nos locais de estudo e de trabalho;
- Contribuir para o desenvolvimento de uma cultura de prevenção e de sensibilização ambiental;
- Divulgar as melhores práticas da instituição UC em matéria de segurança, saúde e ambiente.

Esta plataforma auxilia a UC em diversos ambientes. Alguma informação sobre REEE na UC encontra-se aí presente, como sucede com algumas categorias e riscos para o meio ambiente, ainda que com os padrões que correspondem a legislação anterior, visto que a própria mudança nas diretivas nacionais de classificação de REEE só ocorreu em agosto de 2018, através da Diretiva 2012/19/EU. [74]

O e-prevenç@o fornece informações sobre os riscos e as categorias relacionadas com REEE que podem ser colocados nos Pontos Electrão. Contudo, não existe mais nenhuma informação prática sobre essa gestão, envolvendo quantidades, redução de riscos ou ampliação dos pontos para outras partes da UC. Ainda assim, é uma plataforma que aborda diversos pontos importantes sobre a sustentabilidade, segurança e saúde.

5.4.3. Terceira Fase (2018/2019)

Depois da mudança da categorização dos REEE, através da Diretiva 2012/19/EU, uma das principais mudanças no contexto nacional foi o começo da utilização dos eGAR, motivada pela Portaria N.º 145/2017. Esta portaria definiu que a partir de 1 de janeiro de 2018 o SIRER iria desmaterializar e desburocratizar a gestão de resíduos em Portugal. Começaram-se assim a produzir estas guias para todos os resíduos da UC. Isso promoveu um avanço em comparação

com as outras fases, pois agora as eGAR possuem mais informações relevantes para a melhoria da cadeia de gestão de resíduos localmente.[74] As informações relativas aos eGAR encontram-se disponíveis no Anexo C.

Como ainda não se encontra implementado um sistema de triagem e de classificação dos REEE produzidos na UC, as eGAR dos dois últimos anos contemplam apenas este fluxo na mais generalizada forma, segundo a LER. Os REEE estão oficialmente dentro da categoria 16 (Figura 5.9), que contém uma panóplia de resíduos e onde a numeração 1602 enquadra todos estes resíduos. Contudo, é importante ressaltar que os asteriscos representam resíduos com uma carga elevada de impacto ambiental e que muitas vezes não são identificados corretamente na hora do seu abate.

1602	Resíduos de equipamento elétrico e eletrónico
160209	(*) Transformadores e condensadores, contendo PCB
160210	(*) Equipamento fora de uso contendo ou contaminado por PCB, não abrangido em 16 02 09
160211	(*) Equipamento fora de uso contendo clorofluorcarbonetos, HCFC, HFC
160212	(*) Equipamento fora de uso contendo amianto livre
160213	(*) Equipamento fora de uso, contendo componentes perigosos
160214	Equipamento fora de uso não abrangido em 16 02 09 a 16 02 13
160215	(*) Componentes perigosos retirados de equipamento fora de uso
160216	Componentes retirados de equipamento fora de uso não abrangidos em 16 02 15

Figura 5.9 - REEE na Lista Europeia de Resíduos. [67]

O código 160214 representa a maior parte dos REEE abatidos na UC, como se pode observar na

Figura 5.10. Também é necessário ter em consideração o código 200121(*), que faz parte dos resíduos urbanos equiparados com especificação a lâmpadas fluorescentes e outros resíduos contendo mercúrio. Nos dois anos onde as eGAR do SGESA foram disponibilizadas, a quantidade de resíduos de lâmpadas representou uma contribuição pequena, mas quando comparada com um peso médio de 0,1 kg por lâmpada, representam cerca de 7100 e 6600 lâmpadas descartadas por ano, respetivamente. O total de REEE recolhidos em 2018 e 2019 é respetivamente de 16,73 e 10,16 toneladas, totalizando quase 27 toneladas em dois anos. [75]

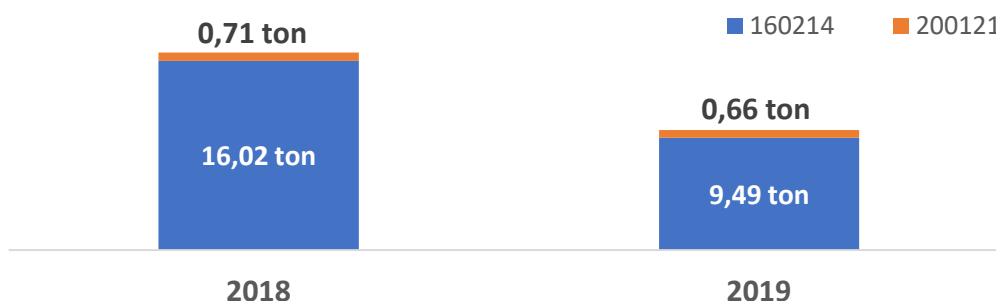


Figura 5.10 -Abate de REEE durante a Terceira Fase, com distinção dos eGAR.

Houve também um aumento significativo, de 58%, entre a última recolha do período anterior e a primeira recolha da Terceira Fase. Contudo, estes valores são próximos da média dos últimos anos, mesmo sem campanhas de recolha e de consciencialização na academia. Nesta fase, é importante ressaltar o encaixe da UC na cidade, onde segundo a Câmara Municipal de Coimbra (CMC), a recolha de REEE na cidade atingiu o valor de 60 toneladas em 2018. Feita a soma entre o total recolhido pelos mecanismos de gestão de REEE em Coimbra, a participação da UC na quantidade total de REEE recolhidos na cidade é, em percentagem de 14,5 em 2018, o que é uma fatia significativa. Sobre os dados relativos às eGAR, é possível fazer uma análise da recolha na UC por local, designação de fluxo e operações posteriores. [76]

Localização das Recolhas de REEE

As Faculdades e Serviços da Administração da UC realizaram abates de REEE de algumas correntes deste tipo de resíduos nas eGAR cedidas pelo SGESA (Tabela 5.1) em 2018 e 2019, Apenas a Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação (FPCEUC), Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física (FCDEF) e o Instituto de Investigação Interdisciplinar (III), não apresentaram coleta de REEE neste período. Denomina-se também Estrutura Central (EC) uma boa parte dos edifícios administrativos e museológicos da UC.

Tabela 5.1 - Terceira Fase de Recolha de REEE na UC por local

Área da Universidade de Coimbra	Recolha (ton)	(%)
Estrutura Central (EC)	2,0	7,5
Faculdade de Letras (FLUC)	2,2	8,1
Faculdade de Direito (FDUC)	0,6	2,3
Faculdade de Medicina (FMUC)	5,4	20,2
Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCTUC)	13,5	50,5
Faculdade de Farmácia (FFUC)	1,1	3,9
Faculdade de Economia (FEUC)	0,2	0,7
Colégio das Artes (CA)	1,5	5,7
Instituto de Ciências Nucleares Aplicadas à Saúde (ICNAS)	0,2	0,6
Total	26,7	100

Por ser a primeira vez que esta análise é feita, ainda é muito cedo para avaliar o comportamento destes diversos pontos de recolha relativamente aos requisitos de gestão correta de EEE. Porém, já é possível ter uma noção quantitativa da recolha descentralizada de REEE na UC. Ainda assim, a Faculdade de Ciências e Tecnologia possui um especial destaque no que se refere à recolha de REEE em polos da universidade, com 50,55% do total recolhido na UC. Dentro desta fatia, ainda é possível elencar as recolhas nos respetivos Departamentos dentro da FCTUC (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**)

Tabela 5.2 - Terceira Fase de Recolha de REEE na FCTUC por área.

Área da FCTUC	Recolha de REEE (ton)	(%)
Colégio de São Bento	1,3	9,3
Departamento de Ciências da Terra	0,5	3,9
Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	0,5	3,6
Departamento de Engenharia Civil	0,7	5,5
Departamento de Engenharia Informática	0,4	3,2
Departamento de Engenharia Mecânica	1,4	10,6
Departamento de Engenharia Química	3,5	26,1
Departamento de Física	1,9	13,7
Departamento de Matemática	1,4	10,3
Departamento de Química	1,7	12,2
Edifício do Patronato	0,2	1,7
Total	13,6	100,0

Designação de REEE

Nas eGAR existe também a designação de cada REEE, onde podemos obter informação acerca da qualidade dessas correntes. Neste aspeto, observou-se que a maior parte das guias possuem critérios de identificação bem dispersos, com muita generalização e pouca especificação acerca do que foi produzido em quantidades de EEE diferentes e sua própria qualificação no sistema da UC. Com os dados captados destas guias, foi possível enquadrar 4 principais categorias de resíduos, como mostra a Tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Terceira Fase de Recolha de REEE na UC por tipo de resíduo.

Designação	Recolha (ton)	(%)
Equipamentos de Tecnologia da Informação	4,7	17
Lâmpadas	1,4	5
REEE	20,3	76
Tinteiros e Toners	0,4	2
Total	26,8	100

A partir destes dados, podemos observar que há ainda uma lacuna muito grande no discernimento sobre os resíduos descartados, sendo 76% classificados de uma forma generalista. Algumas eGAR encontram-se preenchidas com informação referente a categorias de REEE, sendo que o fato delas não constarem aí reflete outras lacunas. O sistema de gestão de REEE da UC não quantifica adequadamente as suas correntes e não as pesa, ficando refém

da informação que é disponibilizada pela Reciqwerty, o que não é qualitativamente e quantitativamente eficiente neste âmbito. Há também um outro problema encontrado na análise dos eGAR de REEE, onde por exemplo um frigorífico foi descartado como 160214, sendo que estes EEE têm na sua composição compostos químicos letais, podendo ser classificados de uma maneira mais adequada como 160213 e 160211.

Operações Posteriores com os REEE

Segundo o Regime Geral de Gestão de Resíduos (RGGR), estabelecido após a publicação da Diretiva 2008/98/CE, foram estabelecidos pontos cruciais na gestão de resíduos europeia. Neste documento foram divididas as operações em duas, de eliminação (código D) e de valorização (código R). Na realidade encontrada dentro da UC, os REEE foram encaminhados para mecanismos de valorização através do GLR local, sendo o R12 responsável por 92% da operação posterior à recolha e o R13 responsável pelos restantes 8%.

Sendo o R12 uma categoria bastante generalista, como se pode observar a partir do Anexo D, entende-se que os REEE passam por pré-processamento, de forma a facilitar as próximas etapas do ciclo, e estes processos podem contemplar: i) desmantelamento; ii) triagem; iii) trituração; iv) compactação; v) peletização; vi) secagem; vii) fragmentação; viii) acondicionamento; ix) reembalagem; x) separação. Estes processos primários de recuperação e valorização são realizados dentro das restantes nomenclaturas da categoria R. Contudo, pelo mesmo RGGR não são considerados como reciclagem. Na operação R13, temos um diferencial legal que reside no próprio armazenamento de resíduos, onde quem recolhe apenas participa do procedimento logístico para viabilizar posteriores processos de recuperação, o que na maior parte das vezes não é possível que seja realizado em Portugal. [77]

Projetos com os REEE na UC

As iniciativas relacionadas com REEE na UC são algumas e encontram-se disseminadas descentralizadamente em todas as UO, sendo muitas das vezes organizadas em pontos de recolhas de pilhas, ou ações de recolha pontuais em laboratórios ou grupos de investigação. É importante ressaltar o papel do Museu da Ciência da UC na conservação da história e na educação ambiental, contendo diversos exemplos de REEE valiosos e que ajudaram na construção da universidade que vemos hoje.

Já houve também envolvimento da Associação Académica de Coimbra com a economia circular de pilhas e baterias, através da parceria feita com a Ecopilhas – Sociedade Gestora de Resíduos de Pilhas, com a distribuição de contentores pequenos (pilhões) na comunidade académica. Observam-se tais pontos em algumas UO, onde a gestão desse lixo é depois efetuada pelos GLR.

No ano de 2020 a Solve – Soluções em Engenharia, uma empresa júnior da FCTUC, apresentou ao meio académico o projeto *E-Waste* na Universidade de Coimbra (EWUC). Este projeto, que reúne diversos parceiros para o entendimento da realidade da gestão de REEE globalmente, lançou um inquérito de modo a aferir a consciencialização da universidade dentro desta temática. Alguns dos principais parceiros envolvidos neste projeto são os seguintes:

O projeto começou com um inquérito e uma ação de sensibilização preliminar, realizada em fevereiro no evento Bot Olympics, que é o maior evento de robótica da Região Centro de Portugal, sendo posteriormente alargado a toda a comunidade académica. Neste ponto, a Solve encontra-se a fazer a gestão de contentores de REEE (WEEEPontos) dentro de instalações da FCTUC e também criando conhecimento dentro da própria faculdade sobre a economia circular e a gestão de resíduos. Durante o evento EnGenious, realizado a 18 do mesmo mês, houve o lançamento oficial do projeto bem como ações de sensibilização com a WEEECycle que vieram a preencher completamente um auditório do Departamento de Engenharia Civil. Devido à pandemia do COVID-19, muitos esforços e iniciativas físicas tiveram de ser reagendadas, mas a Solve, enquanto entidade formada por alunos e com professores pertencentes à FCTUC no seu Conselho Científico, encontra-se a estudar as próximas etapas EWUC. Tal deve-se a todas as alterações que estão sendo sentidas na logística de pessoas e de REEE que estão acontecendo. Porém, a FCTUC espera ter em setembro o Relatório do EWUC disponível, que virá a compilar todas as atividades realizadas numa análise sustentável e que irá contribuir para melhores decisões nesta temática.

No primeiro semestre deste ano o UC Business, projeto especial da Vice-Reitoria de Empreendedorismo e Inovação foi um dos responsáveis por criar o Grupo de Trabalho dos REEE dentro da SmartWaste Portugal, um cluster de desenvolvimento de parcerias entre comunidade empresarial e academia para trazer novas soluções para os gargalos encontrados neste tema. Devido à pandemia do COVID-19 o começo deste grupo de trabalho ficou com data de arranque só para 2021. Contudo, foi uma grande conquista por parte da UC, pois esta iniciativa irá dinamizar outros trabalhos, e não só sobre os REEE.

No dia 4 de junho de 2020, uma equipa formada por dois estudantes, uma doutoranda e uma professora da FCTUC, apresentou o Projeto R€Cycler, que visa melhorar a gestão de plásticos e de REEE na UC através de mecanismos de venda inversa e de criação de um campus visto como um laboratório aberto. Este projeto participou no concurso 2030 Campus Challenge, realizado pela Agência Universitária de Francofonia, com o apoio do Centro de Informação Regional da ONU e a start-up francesa Agorize, conseguindo ser o terceiro colocado num universo de mais de 300 equipas de todo o mundo. Esta iniciativa contou com o apoio do SGESA e do Grupo Especial do Relatório de Sustentabilidade da UC, que guiaram os esforços e forneceram recursos suficientes para o enquadramento do projeto.

6. ANÁLISE ESTRATÉGICA

De forma a enquadrar o ponto de situação da gestão de REEE na UC é importante que se realize também um ciclo de benchmarking, onde iremos avaliar a performance da própria universidade nos âmbitos sustentáveis face a outras entidades. Assim, pretende-se avaliar digitalmente, por intermédio de recursos disponibilizados online pelas IES, alguns parâmetros em comum para depois prosseguirmos com a análise estratégica.

6.1. Performance da UC na Gestão de REEE

A Universidade de Coimbra possui uma supervisão da gestão de REEE, que se encontra disseminada em todo o seio da comunidade académica. Existe algum controlo na situação de REEE pelo SGESA durante os últimos 14 anos, onde manteve-se o sistema de recolha descentralizado, que se altera entre Faculdades e Serviços, podendo permitir que haja uma diferença entre a totalidade real produzida em toda a UC e os valores recolhidos por este trabalho. Não foi possível observar também tendências nos valores de geração de REEE na UC, além da média e o desvio padrão, que já são indicadores da alta variabilidade registada.

Foi observado também que não existe uma uniformidade da informação sobre todas as etapas de gestão de REEE na UC, o que contribuiu bastante para a pouca informação prática recolhida sobre a realidade da UC. É importante ressaltar também que atualmente não se considera que a UC recicle os REEE, visto que as operações de valorização deste tipo de resíduos não são diretamente de reinserção do material em outras etapas do ciclo de consumo. Alguns gargalos do sistema de gestão do CdV de EEE da UC foram elencados em cada etapa, como mostra a Tabela 6.1

Tabela 6.1- Etapas do CdV de EEE na UC, com os respectivos objetivos e restrições.

Etapa	Responsável	Situação Atual	Objetivos de Cada Etapa	Restrições Encontradas
Aquisição	UO e EC	Descentralizada, contudo, seguindo o CCP	Ampliação do âmbito tecnológico da UC	Locais de compra; Logística; Diferença tecnológica.
			Ajuste de Orçamento	Impostos; Amortização; Revisão dos Contratos.
			Certificação de Funcionamento	Colaboradores qualificados; Rescisão Contratual.
Classificação	UO, SGF	UO Solicita a inserção no Inventário Geral	Registo no Inventário Geral	Tempo do Processo; Falta de informação acerca da atual situação;
			Banco de Dados acerca do EEE	Falta de informação acerca da atual situação; Tipologia;
Utilização	UO, SGF	Descentralizada	Garantir o Retorno do Investimento	Guião de Utilização; Atualização Contratual
Avaria	UO	Sem registo no Inventário Geral	Avaliar Viabilidade de Recuperação	Correlação de dados; Falta de colaboradores qualificados;
Recuperação	UO e EC	Descentralizada e pontual;	Recuperar Funcionalidade	Descentralização em cada UO; Falta de tempo disponível;
			Evitar Gastos Excessivos	Colaboradores qualificados; Falta de Sensibilização; Análise de Impactos Ambientais.
Armazenamento	UO	Descentralizado e não-supervisionado	Recuperação de Peças	Falta de formação técnica; Cálculo dos Impactos Relacionados;
			Acumulação de REEE	Indecisão acerca do destino; Museologia; Quantidade mínima para abate;
Descarte	UO, Faculdades, SGF e SGESA	Centralizado nas Faculdades pelo abate; Recolha livre em cada UO;	Abate de EEE do Inventário	Burocracia e demora; Falta de base de dados coesa;
			Diminuição dos Impactos Ambientais	Comprovação do destino; Necessidade de Estudo de Impactos Ambientais;
			Aumento dos Impactos Sociais e Económicos	Quantificação monetária dos REEE; criação de empregos na Gestão de resíduos; Fomento da Economia Circular;

Houve dificuldade em reunir todos os dados internos dentro da UC, nomeadamente de registo de inventário dos EEE e de todas as etapas do CdV dos SASUC. Estes dados existem e fariam

parte do âmbito deste trabalho para estudos aprofundados de ecologia institucional (balanços de massa e energia) e avaliação de impactos ambientais, sociais e económicos.

6.2. Benchmarking de Tendências Institucionais

De modo a obter informação sobre o comportamento, a gestão e a consciencialização da comunidade académica noutras IES, foi realizado um benchmarking que averiguou aspetos sustentáveis relacionados com a temática dos REEE. Para isso foram escolhidas 5 instituições de renome nacional e internacional para a compilação de fatores determinantes do sucesso da sustentabilidade desses sistemas. A presença em rankings internacionais de qualidade de educação e serviços também foi uma ferramenta utilizada para definir as universidades a estudar. Assim sendo, foram escolhidas as seguintes 4 IES:

- Universidade Nova de Lisboa (Portugal);
- *Massachusetts Institute of Technology* (Estados Unidos da América);
- ETH Zurich (Suíça);
- Universidade Estadual de São Paulo (Brasil).

O processo de recolha de informação não foi simples, devido à dificuldade de encontrar informação online disponível para a maior parte das questões quantitativas (toneladas, categorias de resíduos, etc.). No entanto, todas as IES que foram escolhidas gozam de posições de destaque nas suas áreas de atuação e acompanham a crescente tendência de importância dada à sustentabilidade nas últimas gerações. O avanço das legislações nacionais e internacionais relacionadas com a gestão de REEE é uma força motriz na continuidade de investigação e desenvolvimento na gestão sustentável de resíduos. É de enorme importância ressaltar que todos os exemplos citados abaixo possuem diferentes estruturas organizacionais, contudo todas possuem uma divisão/centro de sustentabilidade que é responsável não só pela gestão de REEE, mas por boa parte da dinamização das temáticas sustentáveis na academia.

6.2.1. Universidade Nova de Lisboa (UNL)

Situada na capital de Portugal desde 1973 e com cerca de 20.000 alunos, a UNL também faz parte de diversos ciclos de sustentabilidade no país. Atualmente a sustentabilidade está bastante interiorizada dentro de todas as suas UO, através da iniciativa NOVA Instituto de Desenvolvimento Global (NOVA 4 The Globe), que revê e atualiza as necessidades da universidade face a tendências sustentáveis. A UNL possui um Guia de Boas Práticas Sustentáveis, disseminado em todos os níveis da comunidade académica e voltado para diversos âmbitos da sustentabilidade. Este guia fornece informação relativa ao tratamento de REEE na UNL, abordando o tema inserido dentro da Economia Circular. [78]

Outro ponto observado nesta IES é a realização de práticas de compras verdes, ou seja, compras com fatores ambientais e sociais como decisivos nas decisões de aprovisionamento. Uma iniciativa informativa bastante louvável e moderna da UNL é o NOVA *Sustainable Way of Life*, que visa alertar toda a comunidade académica sobre as principais temáticas, incluindo a gestão de resíduos. [79][80]

A gestão de REEE é acompanhada de perto por diversos parceiros e pelo grupo de investigação waste@NOVA, que é uma iniciativa da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNL (FCT-UNL) para construção e propagação de conhecimento na gestão de resíduos. Nesta mesma faculdade, existe uma preocupação com a triagem e possível recuperação de EEE variados, antes do seu abate. A Divisão de Apoio Geral é responsável pelo projeto Campus Verde, que desde 2010 está integrado na eco-gestão de todas as atividades dentro do campus, através da monitorização do Sistema de Gestão Ambiental, que é um dos responsáveis pelos 42 pontos diversificados de recolha de REEE na UNL. Algumas metodologias adotadas para a melhoria contínua da gestão de resíduos são os seguintes: [81]

1. Auditoria aos resíduos produzidos no Campus (quantidades, tipologias e destinos);
2. Identificação e descrição dos sistemas de deposição, armazenamento e gestão interna de resíduos, entidades responsáveis pela recolha, destino e custos associados;
3. Campanhas de quantificação e caracterização dos resíduos depositados no embalão (contentores);
4. Inquérito por questionário aos estudantes, observações diretas e entrevistas aos principais produtores e pessoal responsável pela limpeza, recolha e limpeza pública;
5. Análise das conformidades legais.

Na análise de parcerias, a UNL conta com o apoio da comunidade académica, principalmente por parte da FCT-UNL, na disseminação das boas práticas e da consciencialização do meio académico, que é em parte promovida pelo *Centre for Environmental and Sustainability Research* (CENSE). Dentre diversas abordagens adotadas, destaca-se o Repair Café, que privilegia e ensina a reparação de alguns EEE das principais categorias. Este evento público, gratuito e baseado em voluntariado dos reparadores, é feito em parceria com a *Circular Economy Portugal*. Outros parceiros estratégicos na promoção da sustentabilidade da UNL são os seguintes:[82]

- EIT Climate (Comunidade de Inovação Europeia);
- ERP (Gestor de REEE em Portugal);
- TOMRA (Produtores de máquinas de venda inversa);
- EcoCampus/Eco-Escolas.

6.2.2. Massachusetts Institute of Technology (MIT)

O MIT é uma das IES mais conceituadas internacionalmente, encontrando-se entre as melhores na Educação para o Desenvolvimento Sustentável, com parcerias internacionais que têm vindo a agregar bastante valor em todo mundo, inclusive na Universidade de Coimbra, através do programa EfS. Foi possível observar uma panóplia de informação relativa à gestão de REEE nos seus campus, muito mais relacionados com a consciencialização, ensino e reciclagem dos mesmos, através de cursos online e de programas relacionados com a *Environmental Solutions Initiative*, que abrange diversos membros da academia e de entidades externas que buscam soluções sustentáveis no seio do MIT. [83]

Fundado em 1861 e com um campus único em Boston, nos Estados Unidos da América, possui cerca de 11.000 alunos e tem a sua gestão de resíduos enquadrada no Office of Sustainability (MITOS). Esta divisão é responsável por muita parte da avançada informação acerca dos REEE na IES, através da plataforma do *Department of Facilities*, que aborda diversos fatores da gestão interna e externa deste tipo de resíduos. No MIT existe informação sobre a localização e as categorias suportadas por cada um dos seus 39 contentores especializados. A informação acerca das entradas de EEE é gerida internamente pelo projeto *Material Flow Analysis* em parceria com o *Property Office*. Posteriormente, a recolha pode ser efetuada em cada um dos pontos ou requisitada através da plataforma académica ou de um e-mail para os serviços internos competentes. [84]

Adicionalmente, o protocolo chamado *Responsible Waste Disposal Practices*, é disponibilizado para todos os membros da academia dentro da plataforma académica (Atlas), bem assim como informação referente aos perigos e à legislação dos REEE. Posteriormente, uma iniciativa chamada *Monitour* foi responsável por supervisionar a localização de uma carcaça de REEE (com aparelhos geolocalizadores online) que havia sido descartada no MIT. Depois de algumas paragens em território americano, foi transportada de navio para países do leste asiático, onde geralmente os processos de recuperação são extremamente danosos ao ambiente e nocivos à saúde.[85]

Existem metodologias na gestão sustentável de REEE que merecem atenção e que são responsáveis por aumentar a disseminação e a transferência de conhecimento. Um dos mais importantes referidos pelo MIT é a adoção do campus como um laboratório vivo. Esta iniciativa só é possível devido ao trabalho do MITOS em desenvolver uma comunidade sustentável e que está cada vez mais a transformar o seu campus através de diversas parcerias com entidades, associações e empresas relacionadas com a temática de gestão de REEE e de economia circular. A *Reuse and Repair Fair* consiste num evento semelhante ao que ocorre na UNL, só que não se restringe apenas aos REEE e promove a economia circular no seio da academia. Atua juntamente de outro projeto interno, o *Trash to Treasure* que é responsável por dar valores

simbólicos por alguns EEE obsoletos. [86] Por fim, diversos parceiros são importantes em toda as etapas deste processo educacional e de gestão ambiental de resíduos dentro do MIT, sendo alguns deles seguidamente exemplificados:

- MIT Waste Alliance;
- Solving from Anywhere;
- Bill and Melinda Gates Foundation;
- Calouste Gulbenkian Foundation;
- Environmental Solutions Initiative;
- Universidade Estadual de São Paulo.

6.2.3. Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH)

É a principal IES suíça no que se refere à qualidade de ensino e às boas práticas de engenharia de baixo impacto ambiental, ocupando a posição 13 no *The World University Ranking 2020*. Possui as suas instalações em Zurich, divididas em 2 campus que recebem os cerca de 19.000 estudantes e que estão prontamente adaptados para o ensino e o desenvolvimento sustentável. Desde 1855 que a ETH vem exercendo as suas funções administrativas e atualmente a gestão de resíduos local está sob a alçada do *Environmental Office*, que supervisiona os funcionários e estudantes e que conduz o seu trabalho de acordo com a correspondente visão da Declaração de Missão Ambiental:[87]

- Todo o funcionário se comporta de maneira ecológica.
- Desenvolvemos conhecimentos em ecologia no ensino e pesquisa.
- Periodicamente, determinamos nosso desempenho ambiental e o documentamos.
- Comunicamos regularmente o nosso desempenho ambiental de maneira aberta e objetiva, interna e externamente.
- Conhecemos os regulamentos ambientais relevantes e cumprimos com eles.
- Incluímos aspetos ambientais de fornecedores e parceiros no processo de tomada de decisão.

A gestão de REEE na ETH tem abordagens de campus vivo e de responsabilidade social e ambiental compartilhada, e é um dever da IES assegurar as informações necessárias à comunidade académica para o correto abate dos EEE. O *Sustainable Procurement, Usage and Disposal of IT Devices* serve como guião para as boas práticas de utilização e abate de REEE, possuindo uma análise comparativa sobre os impactos ambientais relacionados com o ciclo de vida de computadores, que compara as principais fases produtoras de impactos: produção, distribuição, utilização e abate.[88]

Internamente o trabalho é conduzido em parceria com os *Information Technology Services*, que realizam a gestão dos EEE desde a entrada (*Guideline “Green IT”*), até à saída, com a correta informação sobre utilização adequada e os contentores adequados para cada tipo de REEE produzido na ETH. Há contentores especiais para toner e cartuchos de impressoras, baterias, lâmpadas e um para os demais localizado no campus e que possuem dimensões e volumes diferentes mediante a necessidade dos edifícios. Contudo, há também o mecanismo interno de requisição de recolha de REEE em laboratórios ou edifícios que pode ser realizado através da plataforma de administração interna. A localização de dois pontos para recolha de REEE também pode ser consultada nas fontes online da IES, onde os mapas dos edifícios e as categorias aceites são claramente explicitadas, e que divulga o contato de pessoas encarregadas para prestarem assistência 24 horas por dia na gestão de resíduos.[88][89]

Na ETH também foi encontrada informação acerca da situação global dos REEE, trazendo reflexões modernas e ecocêntricas ao debate académico, bem como os seus índices de reciclagem de resíduos, que são aferidos e acompanhados. [90] Existem diversas iniciativas nesta IES para a promoção da reciclagem e da consciencialização local, como as seguintes:

- *Discover Sustainable Zurich Map*: iniciativa para a promoção da sustentabilidade sistemicamente, com diversas recomendações que incluem a gestão correta de resíduos;
- *Recycling Days*: dias específicos durante o ano com a intenção de mobilização da comunidade para a sensibilização;
- *ETH Sustainability Summer/Winter School (Rethinking Waste)*: é uma experiência de aprendizagem e colaboração internacional que visa o intercâmbio e formação, de estudantes de todos os ciclos, para a gestão de resíduos sólidos. Contém diversos parceiros e aplicações 2 vezes por ano, tanto para projetos internos da ETH, como para externos em colaboração com outras entidades.

No que se refere às parcerias para a promoção e melhoria da gestão de REEE na entidade, são observadas bastantes cooperações internacionais para a construção de conhecimento e partilha de experiências práticas sobre a temática. Muitos desses esforços abriram espaço para a aprendizagem coletiva, que veio a definir o Guia de Proteção Ambiental Corporativa, que desde 2014 é a base para muitas das iniciativas e documentos que foram expostos acima. Algumas parcerias específicas na gestão de REEE da ETH são as seguintes: [91]

- Kwame Nkrumah University of Science and Technology;
- Swiss Minerals Observatory;
- Institute of Science, Technology and Police.

6.2.4. Universidade Estadual de São Paulo (USP) [45]

Segundo o *The World University Ranking (2020)*, a segunda melhor IES da América Latina possui uma história de inovação e visão sustentável na temática da gestão dos REEE. Com cerca de 92.000 alunos, e fundada em 1934, a USP tem a responsabilidade sobre a gestão ambiental ligada ao Laboratório de Sustentabilidade da Escola Politécnica da USP (LASSU). A USP tem uma história recente na transformação da legislação brasileira de resíduos, através da colaboração com instituições locais e internacionais, que vieram a fortalecer os seus projetos e alavancar a investigação.

A entrada de EEE é efetuada mediante a inscrição no inventário da USP e acompanhada internamente pela plataforma administrativa (MERCURIO). O sistema de gestão de EEE é conduzido por cada UO independentemente, e as quantidades aferidas passam por impressoras, microcomputadores, equipamentos de rede, etc., servindo integradamente através do MERCURIO com o sistema de gestão de REEE. Em 2007, a Comissão de Sustentabilidade foi criada e começou em 2010 a implementação do “Selo Verde”, que foi o começo da atividade sustentável nas compras da IES. Os requisitos primários para adequação das empresas fornecedoras de EEE são os seguintes:

- Economia de energia elétrica;
- Ausência de elementos nocivos à saúde humana e ao meio ambiente, como por exemplo, chumbo, cádmio e materiais tóxicos;
- Adesão aos padrões internacionais de gestão da qualidade (ISO 9001) e gestão ambiental (ISO 14001).
- Adesão ao ROHS;
- Adesão a *Electronic Product Environmental Assessment Tool* (EPEAT);

A iniciativa “Operação Descarte Legal” conseguiu recolher, no Dia Mundial do Meio Ambiente de 2008, cerca de 5 toneladas de REEE, oriundos só do Centro de Computação e Eletrónica da USP. Depois do sucesso da iniciativa anterior, foi criado em parceria com o MIT S-lab e L-Lab o Centro de Descarte, Reúso e Reciclagem Sustentável (CEDIR), que foi o culminar dos esforços do projeto de Criação da Cadeia de Transformação de Lixo Eletrónico da USP, que protege e supervisiona o CdV dos REEE dentro desta IES, tendo os seguintes principais objetivos:

- Eliminar de forma sustentável o lixo eletrónico da universidade;
- Iniciar e orientar uma mudança comportamental dos colaboradores, docentes e alunos em relação à aquisição de sistemas verdes e o descarte sustentável de lixo eletrónico;

- Receber e dar encaminhamento sustentável aos equipamentos e resíduos enviados pelas unidades de ensino e administrativas da USP e pela comunidade externa. Este encaminhamento pode ser na forma de reuso, descarte sustentável e reciclagem;
- Criar um sistema em equilíbrio, entre a geração de lixo eletrônico e a destinação adequada para o que for resíduo de informática.
- Propor a criação da Cadeia de Transformação de Lixo Eletrônico, que garanta o reaproveitamento ou a destinação do material coletado, especificando-se os recursos materiais, humanos e de infraestrutura necessários para a sua implementação.

O CEDIR tem desde então efetuado uma gestão responsável dos resíduos, o que tem vindo a diminuir os impactos ambientais e melhorar os sociais, culturais e económicos. Isto porque fomenta a economia circular, o reuso e a reciclagem, da mesma forma que realiza toda a gestão de informação (contida em REEE de tecnologia da informação) e por fim faz a correta triagem dos REEE dentro da IES, agregando valor e quantidade a diversas dessas categorias. Os principais objetivos do CEDIR são os que se seguem:

- Identificar o fluxo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos;
- Implantar o programa de coleta e descarte do lixo eletrônico;
- Propor soluções para reaproveitamento e/ou reciclagem do lixo eletrônico;
- Pesquisar projetos sociais que poderiam receber sistemas eletroeletrônicos para reuso;
- Pesquisar empresas especializadas e capacitadas em reciclagem ambientalmente correta do lixo eletrônico;
- Elaborar método de homologação e certificação tanto dos projetos sociais como dessas empresas de reciclagem;
- Identificar parcerias críticas para o centro;
- Ser referência na destinação final correta dos resíduos eletrônicos.

Basicamente, o CEDIR também é responsável por estabelecer as ligações necessárias entre todos os envolvidos no CdV dos REEE e também por garantir a viabilidade e a qualidade do serviço. O modo de operação básico do CEDIR pode ser descrito de acordo com o seguinte fluxograma:

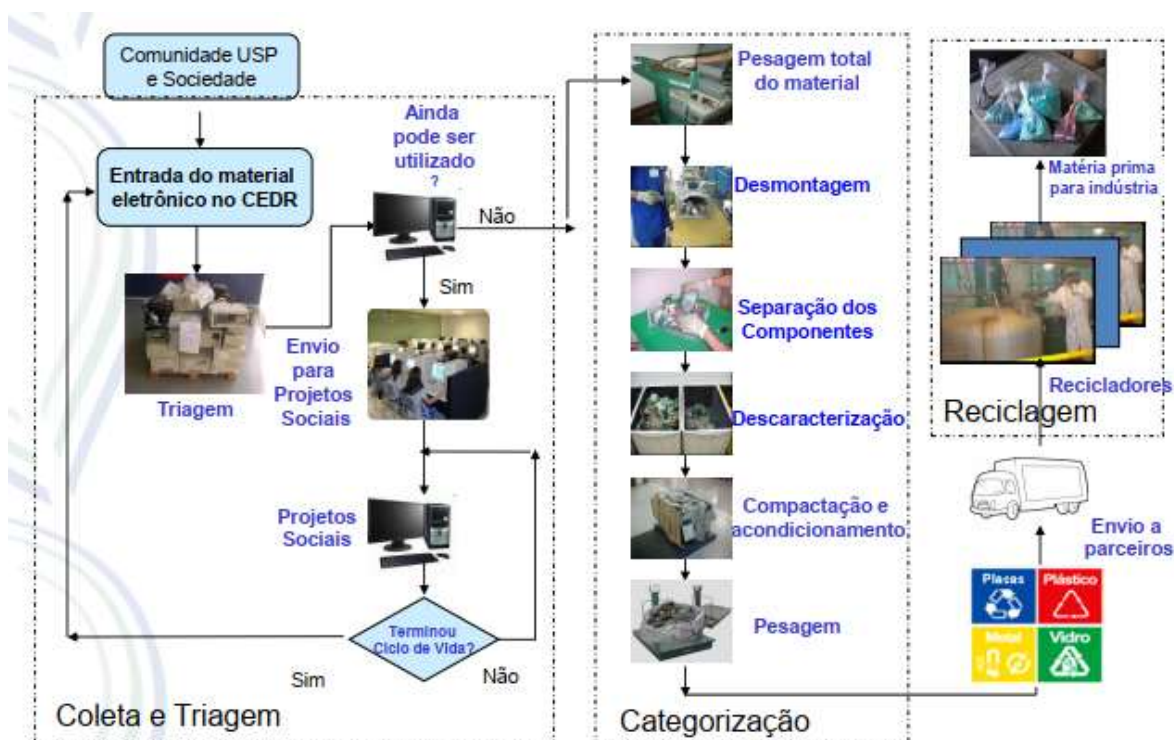


Figura 6.1 – Fluxograma de Descarte de Equipamentos no CEDIR.

Dentro dos seus 11 campus, espalhados pelo estado de São Paulo, no Brasil, a USP também possui outros projetos relacionados com a gestão de REEE, como o Guia Prático para Minimização de Resíduos da USP – São Carlos. Aqui existe informação prática acerca das categorias recolhidas de REEE dentro da IES e abrangem também a sua minimização e os aspetos legais e normativos. Além dessa iniciativa, existe o Recicl@tesc, que é uma parceria com entidades governamentais locais para a implementação social de iniciativas que reforcem a sustentabilidade na gestão de REEE.

6.3. Tendências na Gestão de REEE

Com base no breve benchmarking online realizado para aferir tendências e inovações encontradas em algumas IES com trabalho relevante na gestão de REEE, foram elencados os pontos descritos na metodologia por comparação com as práticas da UC. Nesta comparação realizada, importa afirmar que os exemplos foram escolhidos com base nas tendências sustentáveis e também na agilidade da ação, tendo a maior parte das IES apresentadas conhecido grandes avanços nas últimas décadas.

Na análise internacional, começou-se com uma compilação de IES que aparecessem nos principais rankings e classificações em todo o mundo, e com sinais de aposta nas causas da sustentabilidade. Assim, foram percebidos outros níveis de parceria e cooperação que complementam as necessidades das IES para atingir os ODS da Agenda 2030. Sem conseguir dados quantitativos para diversas questões, foi feita uma comparação qualitativa com IES que estão guiando as ações e iniciativas relacionadas com o tema nos últimos anos. Desta forma, estabeleceram-se 3 níveis qualitativos (0,1 e 2), sendo que a referência é o trabalho realizado na gestão de REEE na UC, e adicionando gradualmente os níveis até ao 2, que representa o que há de mais avançado nesta temática nos dias de hoje.

A demonstração da diferença das tendências encontradas, vista na Figura 6.2, reflete um longo caminho a trilhar pela UC na temática dos REEE. Contudo, seria necessário estimar alguns padrões quantitativos para melhor comparar os casos analisados. Dentre toda a informação lida e recolhida, é necessário reforçar que os critérios para o preenchimento desta tabela são referentes às informações e documentos devidamente citados nas análises individuais de cada IES. Não se trata de uma análise que contempla os dados reais internos de cada IES, mas as informações que elas disponibilizam acerca do tópico estudado.

Temas	Áreas	UC	UNL	USP	MIT	ETH
Planeta	Sistema de Gestão Ambiental de REEE	0	1	1	1	1
	Mecanismos de Redução dos Impactos Ambientais	0	1	2	1	1
	Mecanismos de Recolha	0	1	2	2	2
Prosperidade	Retorno Económico	0	0	1	1	1
Parcerias	Academia, Atores do CdV e Governo	0	0	1	1	1
Pessoas	Projetos Sociais	0	0	1	1	1
	Educação para a Gestão Sustentável	0	0	2	2	2
	Responsabilidade Social	0	0	1	1	1
Paz	Transparência e Cooperação	0	0	2	1	1
Sustentabilidade	Total	0	3	12	11	11

Figura 6.2 - Diagrama de Pugh Qualitativo do Benchmarking de Tendências.

A instituição que demonstrou maior desempenho sustentável na temática dos REEE foi a USP, o que é sinal do seu trabalho, inovação e parcerias para a disseminação de boas práticas na maior comunidade estudantil que foi estudada. Isto não quer dizer que as outras estão muito aquém, mas que a informação online disponibilizada é mais abundante. A UC, por não possuir um Manual de Gestão de REEE, ou até um Guião de Boas Práticas de Economia Circular, peca

em vários aspetos, como na disseminação do conhecimento sobre sustentabilidade na academia, visto que existem diversos programas educativos relacionados. A burocracia interna e a falta de uma política contemporânea e transparente de gestão de resíduos é refletida em diversos pontos da análise acima realizada. Contudo, pelo atual posicionamento estratégico da Reitoria da UC e face aos seus esforços no alinhamento com a Agenda 2030, pode estar a criar-se o ambiente ideal para o florescimento de novas ideias para resolver e enfrentar estes problemas de gestão de resíduos e de REEE.

6.4. Análise SWOT e TOWS [62]

Para definir um adequado posicionamento em termos estratégicos, as análises SWOT e TOWS são ferramentas adequadas, sendo necessário na sua elaboração ter em consideração o PE 2020-2023 da UC. Este documento apresenta as bases que orientam as ações a realizar no curto, médio e longo prazo, e orienta o trabalho de todas as unidades pertencentes ao universo da UC. Do mesmo modo que é necessária uma reflexão, autoavaliação e auscultação interna do comprometimento da UC com a sustentabilidade, este trabalho procurar assim dar continuidade ao processo realizado pela Reitoria da UC.

6.4.1. Contextualização: O PE 2020-2023

A responsabilidade social da UC é um dos pontos cruciais na construção das suas atividades e nos próximos passos, e por isso é necessário que primeiro se faça um enquadramento rápido acerca de fatores da cultura institucional. A estratégia é de relevante importância para uma entidade, prezando sempre pela sustentabilidade em toda a sua composição organizacional, buscando qualidade nos serviços e a melhoria contínua. Desta forma, antes de começar a análise SWOT, serão enquadradas diferentes vertentes relevantes da estratégia da UC:

- **Missão**

“A Universidade de Coimbra é uma instituição de criação, análise crítica, transmissão e difusão de cultura, de ciência e da tecnologia que, através da investigação, do ensino e da prestação de serviços à comunidade, contribui para o desenvolvimento económico e social, para a defesa do ambiente, para a promoção da justiça social e da cidadania esclarecida e responsável e para a consolidação da soberania assente no conhecimento”

- **Valores**

“A Universidade rege-se pelos princípios da **solidariedade académica** e garante a liberdade de **ensinar, aprender, investigar, inovar e empreender.**” Existe em conformidade uma panóplia de valores integrados na cultura da UC (Figura 6.3).

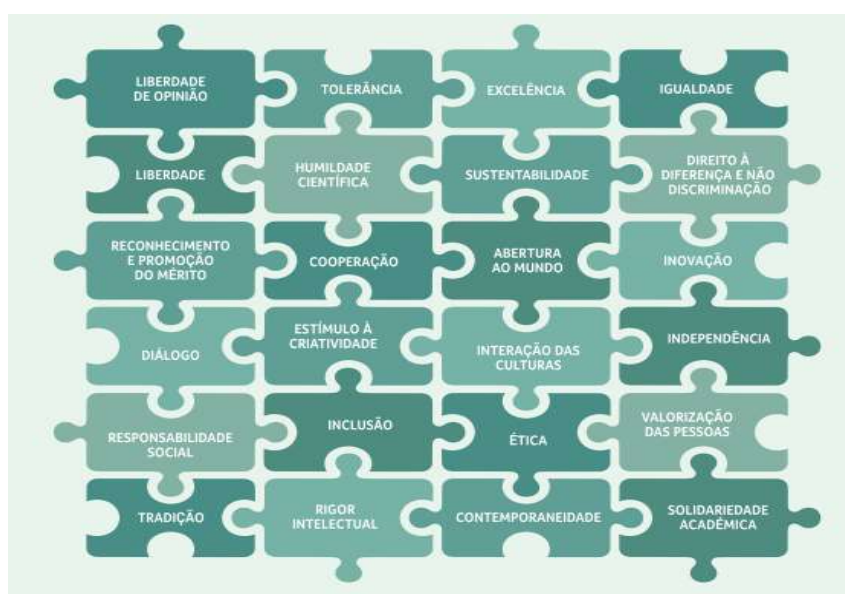


Figura 6.3 - Valores da UC compilados no PE 2020-2023.

- **Visão**

“Ser internacionalmente reconhecida como uma universidade de investigação, em que a produção de conhecimento de elevada qualidade influencie o processo educativo e aumente a partilha de conhecimento com a sociedade, dando resposta aos problemas que são de todos/as e de cada um/a contribuindo sem reservas para o desenvolvimento sustentável.”

6.4.2. Análise SWOT

Para a construção da matriz SWOT foi de extrema importância obter informação administrativa e estratégica da UC, que guiou a análise de todos os fatores, levando em conta os fatores sustentáveis. Ainda assim, será necessário primeiramente fazer uma avaliação dos quatro eixos simplificados, enquadrando as duas principais áreas de atuação da organização, com foco nas seguintes áreas de análise:

- Análise do Ambiente (*Opportunities e Threats*): fatores externos, relacionados com o meio envolvente e a atual situação de parcerias e colaborações;
- Análise do Estado (*Weaknesses e Strengths*): fatores internos, relacionados com o ponto de situação vivido na organização.

Procedeu-se então à construção da matriz SWOT relativa à Gestão Sustentável de REEE na UC. Aproveitou-se para esse efeito toda a informação recolhida através das entrevistas pontuais

realizadas com intervenientes em todos os processos realizados com os EEE dentro da UC e o benchmarking realizado, que é especialmente relevante para a análise do ambiente. Assim sendo, foi definida a matriz SWOT (Figura 6.4), a ser seguidamente discutida ponto a ponto.

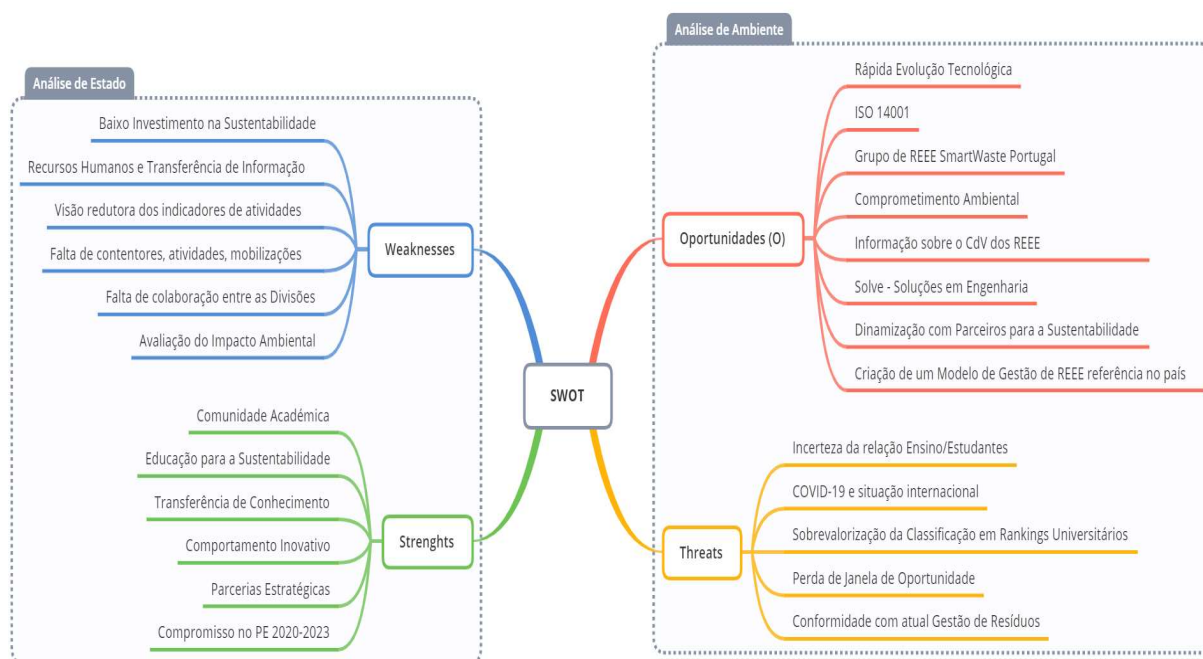


Figura 6.4 – SWOT da gestão sustentável de REEE na UC.

Strengths

A força da UC assenta na sua capacidade de mobilizar a comunidade académica para a resolução de problemas práticos e atuais da sociedade. Desde 1290 vem guiando a inovação e de forma contundente tem participado em toda a transformação social contemporânea do mundo. Atualmente passamos por desafios complexos para suportar a vida humana com responsabilidade, e é através da produção de conhecimento específico e qualificado, gerado no seio da academia e em termos multidisciplinares, que esta IES perpetua na história e galga os novos passos da transformação. A comunidade académica local possui valências essenciais que serão úteis no processo de melhoria da gestão de REEE em todas as etapas do CdV dos EEE, agregando valor à proposta da academia.

Diversos projetos, cadeiras e iniciativas estão interligados dentro da UC e fomentam a responsabilidade sustentável e seus mecanismos de educação. A UC é reconhecidamente a IES mais sustentável do país, o que abre espaço para a agregação da gestão ambiental de resíduos crescer e promover transferência de conhecimento que será fundamental para o prosseguimento de projetos. O comportamento inovativo criado no seio da UC também é um grande atrator de

parcerias estratégicas que podem vir a trazer recursos para diversas UO, centros de investigação e associações do universo da UC.

Por fim, o que reitera a força da UC no âmbito sustentável é o compromisso realizado e publicitado no PE 2020-2023. Aqui a UC reforça o seu alinhamento para *incentivar a mudança de comportamentos através do combate ao desperdício e promover um campus ambientalmente responsável*, com foco criterioso na gestão de resíduos. Por outro lado, também reforça que, mediante a estratégia nacional de compras públicas ecológicas de 2020, irá estabelecer um sistema de compras de materiais com um impacto ambiental reduzido.

Weaknesses

A UC atualmente conta com um reinvestimento interno em recursos materiais e humanos para a temática da sustentabilidade, o que afetará diretamente a gestão sustentável de resíduos e o seu correto abate e quantificação. Boa parte do presente trabalho reflete a necessidade que as bases de dados da UC necessitam para corresponder gerir toda a informação eficientemente.

Na gestão específica de REEE, observa-se uma descentralização que tem vindo a ser eficiente, pois a UC consegue encaminhar os seus fluxos, porém não consegue consciencializar e educar a comunidade de forma eficiente. Esta descentralização, quando combinada com a dificuldade de colaboração direta entre os diferentes níveis de decisão, torna complexa a resolução de determinados entraves, como o destino museológico de alguns REEE e a criação de sítios de armazenamento inadequados. Este estudo também se deparou com a dificuldade de efetuar um balanço mássico simples de entradas de EEE, como também de obter informações qualitativas sobre a atividade dos SASUC no mesmo domínio.

Existe também um evidente constrangimento nos espaços e instalações da UC, onde é difícil fazer alterações que venham a facilitar a logística da recolha de REEE, e a abordagem principal de alocação de contentores fica comprometida por questões de acessibilidade. É com essa realidade que os GLR vêm tentando contribuir ativamente, mas devido a falta de formação específica ou até por falta de tempo e acumulação de obrigações, acabam por contribuir para a atual situação apática do sistema.

Opportunities

Através das suas políticas de inovação, internacionalização e de transferência de conhecimento, a UC vem percorrendo um caminho crescente no que se refere à evolução tecnológica e acompanhamento das tendências urgentes e emergentes da sociedade contemporânea. Isto abrange uma crescente procura de soluções práticas e eficazes, que são impulsionadas em diversos âmbitos de investigação e que reforçam o seu compromisso com a Agenda 2030 da

ONU. Na temática da gestão ambiental de resíduos, existe uma oportunidade latente em aprender com outras IES parceiras e desenvolver os seus procedimentos internos que respeitem as normas internacionais de gestão ambiental, como é o caso da norma ISO 14001.

A UC já faz parte dos clusters estratégicos que complementam a Política Europeia para a Ciência e Inovação, onde a *SmartWaste* Portugal é um representante que já possui avanços em projetos realizados com a UC. Esta parceria traz diversas possibilidades para a melhoria de gestão dos REEE dentro da UC e para a integração de projetos que beneficiem todas as áreas de tecnologia e investigação relacionadas. Já existe um contato inicial para um projeto de recuperação de metais preciosos provenientes de REEE, e que derivam de conhecimento construído na UC, que podem ser promissores para garantir o retorno económico e a redução do impacto ambiental. Alguns dos principais parceiros para a inovação e desenvolvimento de tecnologias que agregam valor aos projetos da UC são os seguintes: IPN, Biocant, SerQ, Incubadora do Mar & Indústria.

Uma grande força da UC sempre foi a sua forte, participativa e aberta comunidade académica, onde existem diversas entidades e pessoas que criam, dinamizam e mudam a cultura local e o seu comportamento durante o passar dos anos. Nesta abordagem, existe uma grande oportunidade de unir todos os parceiros num sistema integrado de recolha de REEE para melhorar o grau de conscientização ambiental da comunidade. Existe o potencial de aproveitar diversas ligações com as UO, centros de investigação, Associação Académica de Coimbra, e demais ONG ligadas diretamente ao edificado da UC, que venham a ter informação adequada sobre o CdV dos REEE.

Com os esforços feitos pela Solve, com supervisão do UC Business, no que se refere ao empreendedorismo sustentável e ao ativismo ambiental, o projeto EWUC reflete uma grande oportunidade para UC crescer junto da comunidade estudantil dentro das temáticas da economia circular e da gestão ambiental de REEE. Formada unicamente por estudantes da FCTUC, a Solve no seu primeiro projeto dinamizou parcerias com empresas e associações, tanto internas, quanto externas à UC, para a construção de know-how na gestão de REEE. Com a força dos alunos da FCTUC, e com o apoio direto da UC, esta iniciativa pode ser escalada e virar uma ferramenta não só de ensino sustentável, mas também uma abordagem de melhoria contínua da sustentabilidade local. Além disso, é uma fonte de recursos humanos internos, proativos e interessados em trabalhar em projetos que venham a acrescentar diversas aptidões necessárias para o mercado de trabalho, aumentando a qualidade e o envolvimento sustentável dos seus alumni.

Por fim, existe uma ampla rede de instituições relatadas neste trabalho que atuam como parceiros para o alcance de uma gestão sustentável de qualidade, e que podem ser estimuladas através de programas de apoio à inovação e investigação, como o *Horizon Europe* (2021-2027).

Assim, a UC possui uma grande possibilidade de obter financiamento externo para construir um modelo de abordagem sustentável para a gestão integrada de EEE que dinamize parcerias com atores de todas as etapas do ciclo, sendo referência no assunto dentro da comunidade portuguesa. A maior parte das entidades aqui relatadas no benchmarking já possui um amplo histórico de colaborações e de projetos com a UC, nomeadamente no que diz respeito a UNL, USP e MIT, pelo que estas pontes poderiam também ser dinamizadas para a melhoria do atual sistema de gestão de REEE.

Threats

As principais ameaças à UC num âmbito global podem estar relacionadas com as diversas alterações do processo ensino/aprendizagem, que são movidos por diversos atores internos e externos e que mudam ao longo dos anos. Estes fatores podem contribuir para uma redefinição das prioridades da UC e trazer um agravamento da situação sustentável, colocando a gestão de resíduos como segundo plano na atuação proativa da Reitoria da UC. Esta situação pode agravar-se se considerarmos o exemplo atual da pandemia do COVID-19, que trouxe prejuízos para todas as áreas de atuação da UC, inclusive este trabalho.

Como já foi reiterado nas fraquezas, existe uma ameaça real de sobrevalorização dos rankings internacionais universitários em todos os âmbitos da UC. Neste trabalho apresenta-se a realidade institucional da UC na temática dos REEE, com seus processos e gargalos, que se encontram aquém até de outras IES portuguesas. Contudo, através de outras iniciativas relacionadas com os restantes ODS da ONU, a UC foi laureada como sendo a instituição de ensino portuguesa mais sustentável. Porém, vemos que na temática abordada por este trabalho, há ainda um longo caminho a percorrer, e não só para a gestão de REEE, mas também para toda a cadeia de resíduos produzidos.

Com a falta de dados integrados para a real perceção do problema da UC, em quantidades de computadores, impressoras, equipamentos de TI, e do seu posterior destino, será complicado gerir a situação dos REEE da melhor maneira. Por isso, uma ameaça iminente é a própria situação atual, que repete vícios e comportamentos já ultrapassados e que precisa de impulsos para reagir face à temática em análise. Por fim, a UC não é atualmente capaz de conhecer as quantidades de REEE que são recuperadas, reutilizadas e recicladas, no nível interno e externo, o que constitui uma importante limitação.

6.4.3. Análise TOWS

Esta análise foi realizada para direcionar as próximas ações estratégicas no tocante à Gestão de REEE na UC, com base num aprofundamento das análises de estado e do ambiente realizadas

pela matriz SWOT. Esta análise TOWS, derivada da anterior, faz com que os pontos positivos e negativos sejam confrontados, estabelecendo-se uma relação que demonstra caminhos onde as *Weaknesses* e as *Opportunities* podem ser cruzadas com as *Threats* e as *Strength* para demonstrar os seus pontos de interseção (Figura 6.8).

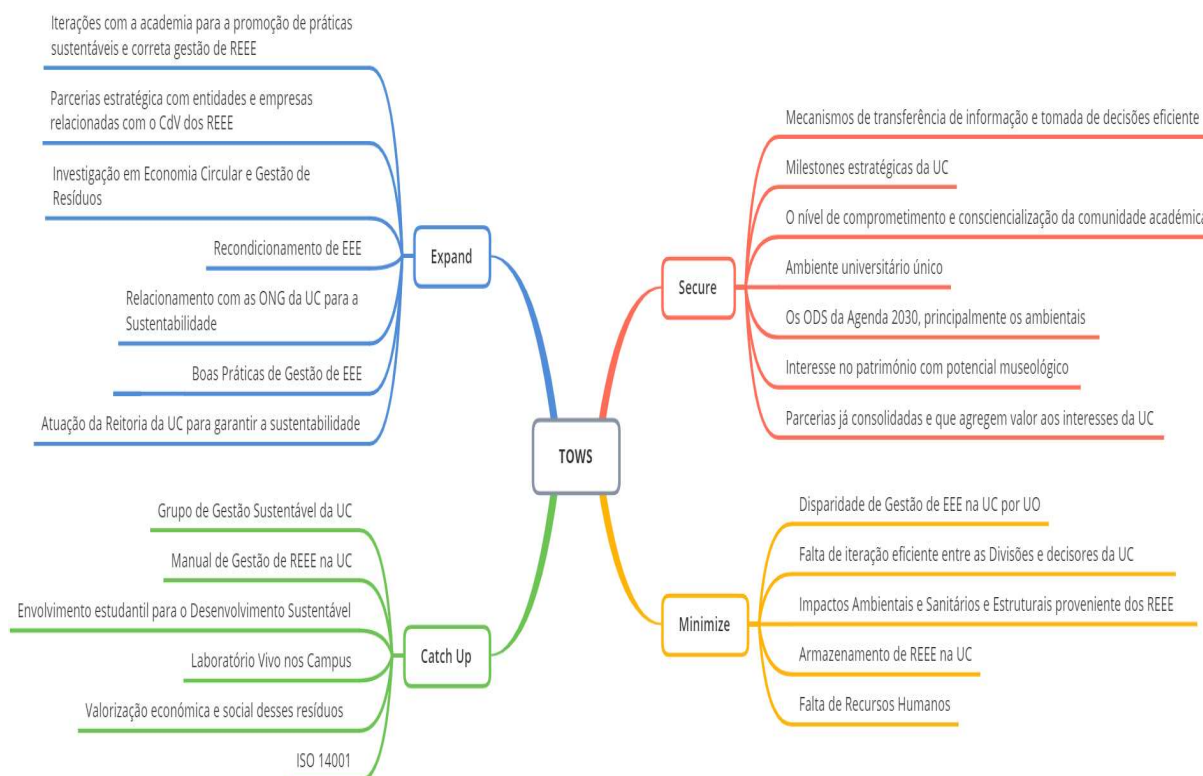


Figura 6.5 – Análise TOWS relacionada com a Gestão de REEE na UC.

A Figura 6.8 ilustra as 4 vertentes de posicionamento estratégico de acordo com a análise TOWS, contemplando tópicos e frases bem pontuais e pertinentes sobre o assunto abordado no decurso do nosso trabalho. Contudo, por ser uma análise de ação, resume em si mesma bastante informação prática sobre diversos aspetos administrativos, pelo que deve ser vista e debatida por decisores ambientais e administrativos da UC, não somente no que se refere à gestão específica de REEE, mas de forma mais geral, pois apesar das especificidades desta corrente, há muita coisa que pode ser aproveitada e estimulada dentro da UC para domínios afins.

7. PLANO DE AÇÃO SUSTENTÁVEL PARA GESTÃO DE REEE NA UC

Com uma visão abrangente da situação atual do estado da situação, ambiente e suas interações, foi possível elencar as etapas do CdV de EEE dentro da UC e apontar uma proposta de ação que leva igualmente em consideração os resultados observados por via do benchmarking realizado. Iremos, porém, em primeiro lugar situar a gestão dos REEE na UC face aos ODS da ONU em todas as etapas pertinentes, bem como identificar as principais metas a alcançar.

7.1. Localização dos ODS na Gestão de REEE [92]

No caso da UC e face ao seu compromisso perante o Pacto Global e os ODS da ONU, é importante fazer um enquadramento de todos os objetivos relacionados diretamente com a Gestão do CdV de EEE. Esta análise compreende todo o espectro de oportunidades e de compromissos afirmados por esta IES, e reforçando o seu papel como transformadora do sistema educacional, tendo, portanto, a obrigação de transmitir o conhecimento na sua excelência e de formar as próximas gerações sustentáveis.

7.1.1. Planeta

Para enquadrar os ODS na vertente ambiental, é necessário considerar a visão ecocêntrica (sustentabilidade forte) e pós-humana contemporânea, enquadrando todas as possíveis situações em que a UC possa contribuir diretamente para a melhoria da sustentabilidade. Encontram-se na responsabilidade ambiental muitas das preocupações de todo o CdV dos EEE, com os mecanismos de extração mineral, consumo energético e suas etapas de utilização, até ao abate. Sendo a corrente de REEE uma das mais crescentes no mundo atualmente, é necessário alertar também sobre as mudanças climáticas que, em boa parte, são alavancadas pelo consumo desenfreado e irresponsabilidade comunitária. A contaminação de todo o planeta, nos rios, aterros, mar e ar, com as emissões de toxinas provocadas pela gestão incorreta de REEE, pode trazer muitas implicações na saúde do ecossistema terrestre, sendo que a Figura 7.1 retrata as principais metas para o Planeta no contexto dos ODS da ONU.



Figura 7.1 - Metas dos ODS relacionadas com o âmbito do Planeta.

7.1.2. Pessoas

Logo após o âmbito do meio ambiente, em que nos inserimos, temos ainda de ponderar o que está diretamente relacionado com o modo em que crescemos e comungamos diversas experiências de vida em colaboração. Lembrando sempre que o espaço social tem que ser visto com respeito transgeracional e das diferenças, sejam elas culturais, genéticas, sociais ou económicas. Envolvendo a temática de Gestão do CdV de REEE, é impossível não reforçar o papel de uma IES na formação ambiental dos seus alunos, dando exemplos e guias para a promoção de um mundo melhor para todos. A UC e as suas instalações devem fornecer a estrutura adequada, informações e recursos para promover outros níveis de educação sistémica. No âmbito social é importante que se reforce o potencial da reciclagem para alcançar pessoas e comunidades necessitadas, bem como a criação de empregos qualificados e um movimento global de abate para alimentar toda a cadeia de valor dos REEE, retratando-se na Figura 7.2 as principais metas para as Pessoas.



Figura 7.2 - Metas dos ODS relacionadas com o âmbito das Pessoas.

7.1.3. Prosperidade

As oportunidades de evolução dentro do CdV dos EEE são muitas, bastando ver a atual situação global nesta temática, com diversas parcerias e colaborações para melhorar sustentavelmente todos os processos e garantir maior valor. Este âmbito reforça o comprometimento das IES em termos de comportamento e responsabilidade social, favorecendo a recuperação, reuso e reciclagem dos EEE através de projetos de investigação e desenvolvimento. Além disso, existe uma fatia de mercado dos metais que necessita de ver diminuídos os seus prejuízos ambientais e que podem fazê-lo através de elementos recuperados de REEE. A atual legislação mundial ainda tem muito a avançar nesta temática, mas a maior parte da população já se rege por diretrizes ambientais que fomentam a criação de novos postos de trabalho especializados, retratando-se na Figura 7.3 as principais metas para a Prosperidade.



Figura 7.3 - Metas dos ODS relacionadas com o âmbito da Prosperidade.

7.1.4. Paz

Este âmbito está diretamente ligado com as políticas de gestão interna, qualidade e transparência destas para assuntos ligados à sustentabilidade. Na temática da gestão de REEE, a informação exposta para a comunidade académica e a correta apresentação de resultados dos esforços tomados são importantes para o envolvimento da comunidade e o crescimento das próprias iniciativas. Há espaço também para uma análise do sistema de decisores em todo o CdV dos REEE dentro da UC, combinado com um sistema de gestão desses dados em diferentes níveis organizacionais, com as correspondentes metas (Figura 7.5).



Figura 7.4 - Metas dos ODS relacionadas com o âmbito da Paz.

7.1.5. Parcerias

Para alcançar todos os ODS a nível global, é necessária uma forte rede de cooperação nacional e internacional de parceiros. A UC já possui diversas redes de parceria e protocolos que incluem diversos atores do CdV de REEE e está sempre a buscar novas oportunidades para a academia. Assim, estes indicadores visam mais a análise estratégica e a gestão de parcerias para o desenvolvimento sustentável, estando contida numa análise empática e transparente de todas as ações e movimentos que irão acrescentar valor nos seus projetos, com as correspondentes metas (Figura 7.5).



Figura 7.5 - Metas dos ODS relacionadas com o âmbito das Parcerias.

7.2. Recomendações Gerais

Com base na atual incerteza do mundo pós-pandemia do COVID-19, é evidente que os processos de digitalização e de atribuição de responsabilidades irão sofrer algumas adaptações face ao modelo atual. Assim sendo, o potencial sustentável da Gestão do CdV dos REEE é um dos exemplos que poderá ser seguido pela UC, havendo ainda um vasto caminho a percorrer. É imperativo que os organismos envolvidos nos sistemas de gestão da UC colaborem eficientemente entre si e com as UO para facilitar todos os processos analisados neste trabalho. É evidente que dentro da UC a Gestão Ambiental está acontecendo dentro das normas vigentes e legislação atual, mas de forma bastante ineficiente, o que origina perdas de oportunidade sustentável neste âmbito. A Figura 7.6 ilustra as 4 principais áreas de melhoria identificadas, e alguns tópicos norteadores de ações concretas.

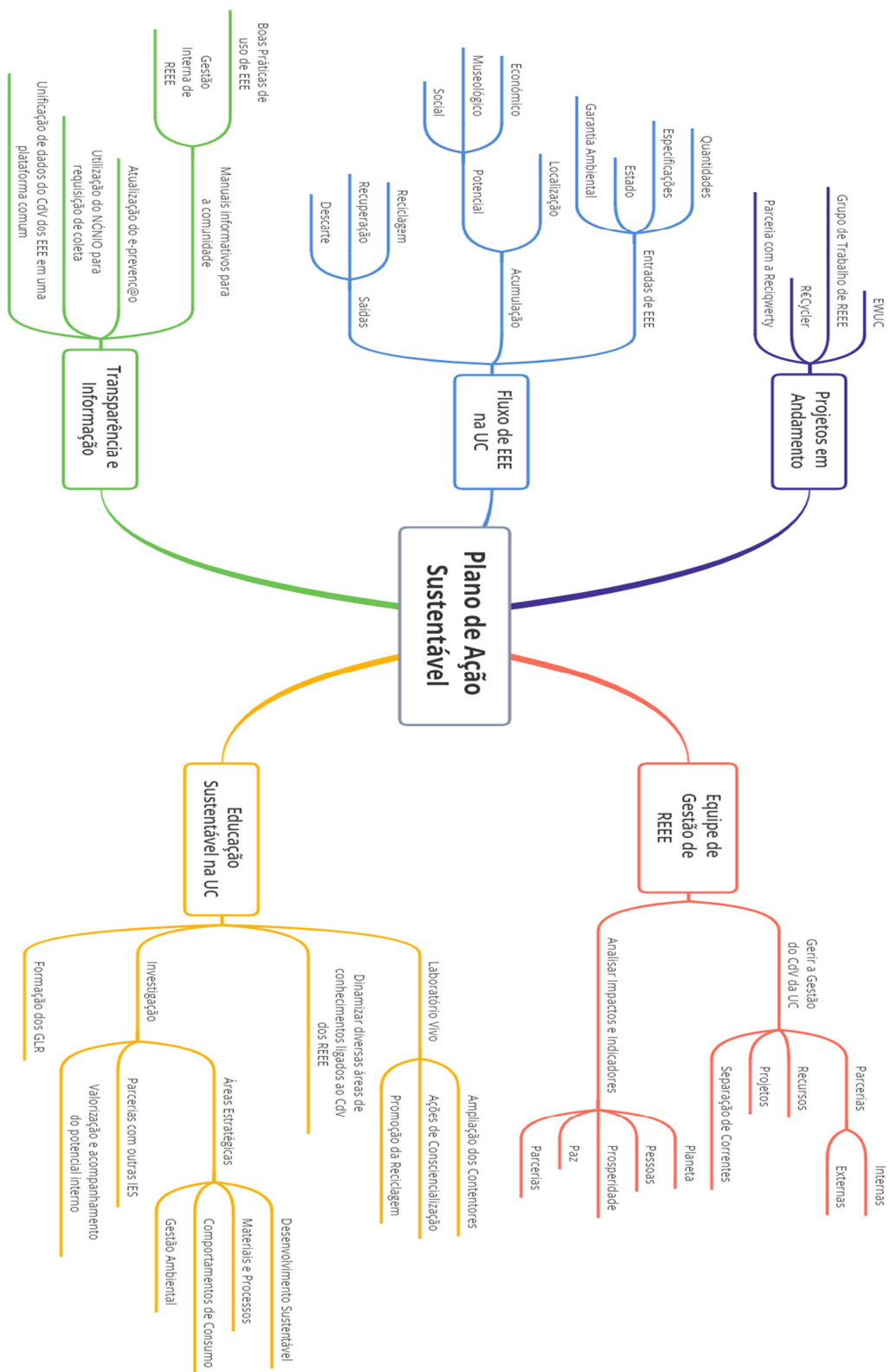


Figura 7.6 - Proposta de Plano de Ação Sustentável para os REEE na UC.

As análises estratégicas realizadas demonstraram todos os potenciais dados disponíveis para uma melhor tomada de decisões, e para apostar nas forças da academia e da comunidade estudantil para criar uma cultura sustentável dentro das instituições de ensino superior e da UC. A prática de Laboratório Vivo é uma das melhores maneiras de efetivar a importância da problemática dentro dos utilizadores da academia, e fomentar outros níveis de educação sistémica. Isto só será possível através de um eficiente sistema de transparência e de transferência de informação que consiga chegar aos alunos, professores e funcionários e consciencializar as próximas gerações de alunos formadas na UC.

Os projetos em andamento na UC podem ser uma fonte de recursos, se bem trabalhados e organizados, utilizando o potencial de supervisão da Reitoria nas iniciativas propostas pelos estudantes para fomentar a construção de conhecimento sustentável. Dessa forma, importa apostar na força da academia e no trabalho que vem desempenhando até ao momento para alavancar as próximas iniciativas. Neste mesmo sentido, a UC poderia, através de uma Equipa de Gestão de REEE, supervisionar estudantes e investigadores que pudessem fornecer recursos, proatividade e envolvimento na causa. Isto poderia ser crucial para colmatar algumas lacunas visualizadas neste trabalho sobre o funcionamento de todo o CdV dos EEE durante os últimos anos. A normalização relativa à Gestão de REEE é necessária, e tal pode corresponder à obtenção de uma certificação ISO 14001, como se constata a partir de exemplos elencados neste trabalho. Envolver os docentes no desenvolvimento de projetos pode ser o primeiro passo para a sequência de grupos que irão crescer com o crescimento das suas investigações, tudo isto seguindo as guias da Agenda 2030 proposta pela ONU. A administração interna, não por falta de vontade, mas de recursos humanos e investimento e acompanhamento adequado, não dá conta da extensa rede de parcerias específicas para todas as correntes de resíduos da UC. Existe muita vontade de colaboração na temática não só dos GLR, mas de outros funcionários administrativos, que muitas vezes por falta de formação ou tempo (face a acumulação de obrigações), deixam os REEE de lado.

Por fim, convém salientar que todas estas recomendações foram realizadas com base na experiência de trabalho adquirida durante um ano com os REEE dentro da UC. É perceptível o grande potencial que existe dentro desta IES na presente temática e os esforços da própria comunidade académica com projetos e ações que veem seguindo os interesses estratégicos desta instituição. Notou-se que todas as IES analisadas neste trabalho possuem um grupo especial/divisão/unidade específico para a gestão da sustentabilidade, com muitos recursos humanos em todas as camadas da academia, e até com conselheiros externos. No contexto da UC, o DSA, dentro do SGESA, é responsável por muitas coisas além da gestão de resíduos, como a segurança e a saúde do trabalho da UC e isto acumula muitas funções para os seus colaboradores. Dependendo do contexto e da formação, poderia haver uma divisão só para o ambiente, pois se os REEE já apresentam tantas implicações e desconformidades, devem existir outros fluxos em situação igual ou pior na academia.

8. CONCLUSÕES

Este trabalho visou fazer um ponto de situação adequado com toda a informação que conseguiu recolher das interações com os principais atores do CdV de EEE na UC. Era esperado que fosse possível analisar todos os fluxos e categorias de EEE que fazem parte do inventário geral da UC para localizarmos os pontos que necessitam de maior intervenção. Não foi possível recolher informação relativa aos SASUC, cuja realidade teve de ficar, portanto de fora de todo o trabalho realizado.

A Gestão de REEE tem chamado muita atenção recentemente e dada a urgência das situações ambientais que enfrentamos atualmente, tem vindo a desenvolver-se e a ganhar novas abordagens ao longo dos tempos. A UC possui todos os recursos necessários para desenvolver um amplo programa de gestão ambiental correta dos REEE, com todos os mecanismos de dinamização de parcerias e análise de impactos, sem esquecer o papel educativo e social proposto na dinâmica de Laboratório Vivo. Envolver a academia é a chave para conseguir obter sucesso no ambiente académico, pelo que se devem apoiar os projetos internos de perto e observar o seu potencial de escalabilidade, para depois organizar um projeto integrador e estabelecer candidaturas aos diversos fundos de apoio que existem para a sustentabilidade.

Através do benchmarking, foi possível observar a disparidade das ações pertinentes ao tema entre as IES portuguesas e estrangeiras, algo que deve ser observado como uma oportunidade para crescer e desenvolver uma gestão não só de REEE, mas de resíduos que seja exemplo para as demais. A FCTUC, como maior produtora deste fluxo de resíduos possui o dever de fomentar a investigação e a melhoria destes procedimentos, pois é a que mais detém conhecimentos técnicos e científicos para conseguir ultrapassar todas as falhas apontadas desde a fabricação dos EEE até o seu abate. Nos últimos dois anos, com o estabelecimento das eGAR, a gestão de REEE começou a ser vigiada, o que já demonstra que há avanços recentes neste âmbito.

É, portanto, necessária uma estratégia de expansão, motivada pela janela de oportunidades atual, que pode fazer as ligações entre a educação sustentável, o empreendedorismo e a inovação. Ligar todos os principais atores desse ciclo universitário não é uma tarefa fácil, mas abre espaço para a atração de projetos, capital e para levar a UC a cumprir os ODS da Agenda 2030 da ONU. E fazer com que as ideias e iniciativas compiladas dentro do Plano de Ação Sustentável venham guiar os esforços da academia.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, and Population Division, “Total population (both sexes combined) by region, subregion and country, annually for 1950-2100 (thousands),” *World Population Prospects*, 2019. .
- [2] C. . Balde, V. Forti, V. Gray, R. Kuehr, and P. Stegmann, *The global E-waste monitor-2017*. United Nations University (UNU) International Telecommunication Union (ITU) (ISWA), International Solid Waste Association, Bonn/Geneva/Vienna, 2017.
- [3] F. O. Ongondo, I. D. Williams, and T. J. Cherrett, “How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes,” *Waste Manag.*, vol. 31, pp. 714–730, 2011, doi: 10.1016/j.wasman.2010.10.023.
- [4] K. Parajuly, R. Kuehr, A. K. Awasthi, and et al, *Future e-waste scenarios*. Solving the e-waste Problem Initiative(Bonn), United Nations University ViE-SCYCLE (Bonn) & UNEP IETC (Osaka), 2019.
- [5] J. B. Chibunna, C. Siwar, R. A. Begum, and A. F. Mohamed, “The Challenges of E-waste Management Among Institutions: A Case Study of UKM,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, pp. 644–649, 2012, doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.325.
- [6] M. Santos and M. C. Luft, “Proposta de ação para o descarte de resíduos eletroeletrônicos: um estudo na Universidade Federal de Sergipe,” Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Departamento de Administração, Universidade Federal de Sergipe, 2018.
- [7] J. A. Du Pisani, “Sustainable development – historical roots of the concept,” *Environ. Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 83–96, 2006, doi: 10.1080/15693430600688831.
- [8] United Nations Environment Programme, “United Nations Conference on the Human Environment: Stockholm Declaration,” p. 77, 1972.
- [9] United Nations, “Declaração sobre o Direito ao Desenvolvimento,” *Sur Rev. Int. Direitos Humanos*, vol. 2, pp. 2–4, 1986, doi: 10.1590/S1806-64452005000100001.
- [10] F. Dodds, K. Schneeberger, and F. Ullar, “Review of implementation of Agenda 21 and the Rio Principles,” *Sustain. Dev. 21st Century Proj.*, 2012.
- [11] M. Shriberg and H. Tallent, “Beyond Principles: implementing the talloires declaration,” *Greening of the Campus V: Connecting to Place*. Association of University Leaders for a Sustainable Future (ULSF), 1990.
- [12] Association of University Leaders for a Sustainable Future, “The Talloires Declaration: 10 Point Action Plan,” *Talloires Declar.*, p. 1, 1990.
- [13] S. Rodriguez, M. Roman, S. Sturhahn, and E. Terry, “Sustainability Assessment and Reporting for the University of Michigan ’ s Ann Arbor Campus.,” Center for Sustainable Systems, University of Michigan, 2002. doi: CSS02-04.
- [14] J. Tauchen and L. L. Brandli, “A gestão ambiental em instituições de ensino superior: Modelo para implantação em campus universitário,” *Gestão e Produção*, vol. 13, no. 3, pp. 503–515, 2006, doi: 10.1590/s0104-530x2006000300012.
- [15] International Sustainable Campus Network, World Economic Forum, and Global University Leaders Forum, “Sustainable Campus Development Best Practices: from

- ISCN and GULF universities,” 2018.
- [16] Ministério dos Negócios Estrangeiros. República Portuguesa, “Relatório Nacional da Implementação da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável,” p. 89, 2017.
- [17] K. E. Boulding, “The economics of the coming spaceship earth,” *Environ. Qual. A Grow. Econ. Essays from Sixth RFF Forum*, vol. 3, pp. 1–20, 2013, doi: 10.4324/9781315064147.
- [18] Ellen MacArthur Foundation, “What is a circular economy? A framework for an economy that is restorative and regenerative by design,” 2019. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept> (accessed Sep. 08, 2020).
- [19] Z. Yuan, J. Bi, and Y. Moriguchi, “The circular economy: A new development strategy in China,” *J. Ind. Ecol.*, vol. 10, no. 2, pp. 4–8, 2006, doi: 10.1162/108819806775545321.
- [20] United States Environmental Protection Agency, “Basic Information about Electronics Stewardship,” *Life Cycle Stages of Electronics*, 2020. <https://www.epa.gov/smm-electronics/basic-information-about-electronics-stewardship> (accessed Jul. 05, 2020).
- [21] European Union Comitees, “Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe,” *Comission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Comitee and the Comitee of the Regions*, 2014. .
- [22] EUROSTAT, “Recycling rate of all waste excluding major mineral waste,” *Data Browser*, 2019. <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (accessed Sep. 08, 2020).
- [23] P. T. Anastas and J. B. Zimmerman, “Design through the 12 principles of green engineering,” *Environ. Sci. Technol. Am. Chem. Soc.*, pp. 94–92, 2003, doi: 10.1109/EMR.2007.4296421.
- [24] A. Daves, “Green Engineering Principles: Promote Low Impact Development,” *Environ. Sci. Technol. Am. Chem. Soc.*, vol. 1, pp. 339–344, 2005.
- [25] S. Abrutyn, “Toward a theory of institutional ecology: The dynamics of macro structural space,” *Rev. Eur. Stud.*, vol. 4, no. 5, pp. 167–180, 2012, doi: 10.5539/res.v4n5p167.
- [26] V. Forti, C. P. Baldé, R. Kuehr, and G. Bel, *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows, and the circular economy potential*. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam., 2020.
- [27] K. Balde *et al.*, *E-waste statistics: Guidelines on classification, reporting and indicators*. UNU-VIE SCYCLE: Partnership on Measuring ICT for Development. United Nations University, IAS SCYCLE, Bonn, 2015.
- [28] A. Kumar, M. Holuszko, and D. C. R. Espinosa, “E-waste: An overview on generation, collection, legislation and recycling practices,” *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 122, pp. 32–42, 2017, doi: 10.1016/j.resconrec.2017.01.018.
- [29] M. Oguchi, H. Sakanakura, and A. Terazono, “Toxic metals in WEEE: Characterization and substance flow analysis in waste treatment processes,” *Sci. Total Environ.*, vol. 463–464, pp. 1124–1132, 2013, doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.07.078.
- [30] D. Perkins, M. Drisse, T. Nxele, and P. Sly, “E-waste: A global hazard,” *Ann. Glob. Heal.*, vol. 80, no. 4, pp. 286–295, 2014, doi: 10.1016/j.aogh.2014.10.001.
- [31] United Nations Environment Programme, “Minimizing Hazardous Wastes: A Simplified Guide to the Basel Convention,” pp. 1–20, 2005.

- [32] C. Silva, L. Ferreira, and M. Rasteiro, “Recuperação de Metais Preciosos de Placas de Circuito Impresso Obsoletas Através do Processo de Extração por Solventes,” Tese de Mestrado Integrado em Engenharia Química, Universidade de Coimbra, 2018.
- [33] S. Luhar and I. Luhar, “Potential application of E-wastes in construction industry: A review,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 203, pp. 222–240, 2019, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2019.01.080.
- [34] I. Ilankoon, Y. Ghorbani, M. N. Chong, G. Herath, T. Moyo, and J. Petersen, “E-waste in the international context – A review of trade flows, regulations, hazards, waste management strategies and technologies for value recovery,” *Waste Manag.*, vol. 82, pp. 258–275, 2018, doi: 10.1016/j.wasman.2018.10.018.
- [35] C. Marques and V. da Silva, “E-waste Management in Portugal: Legislation, Practices and Recommendations,” *J. Inf. Syst. Eng. Manag.*, vol. 2, no. 4, pp. 1–9, 2017, doi: 10.20897/jisem.201722.
- [36] Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal, “Nairobi ministerial declaration on the environmentally sound management of electronic and electrical waste,” *Conf. Parties to Basel Conv.*, no. December, pp. 1–2, 2006.
- [37] C. Gossart, W. Crock, M. Kem, R. Kuehr, and P. Leroy, *Solving the E-Waste Problem Green Paper on E-waste Indicators*. United Nations University, 2011.
- [38] R. Kuehr *et al.*, “Study on WEEE recovery targets, preparation for re-use targets and on the method for calculation of the recovery targets,” United Nations University, BiPRO, BIO by Deloitte, 2015.
- [39] XIX Governo Constitucional, *Decreto-Lei n.º 56/2012*. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do ordenamento do território, Diário da República, 2012, pp. 1093–1098.
- [40] M. Guerra, R. Ribeiro, and S. Rodrigues, “Relatório do Estado do Ambiente - Portugal,” Agência Portuguesa do Ambiente, 2019.
- [41] Agência Portuguesa do Ambiente, “Legislação Nacional no Domínio do Ambiente. Principais diplomas legais 2009-2019,” 2019.
- [42] R. Berkhemeyer, S. Fonseca, and F. Alves, “Avaliação da Gestão dos Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos,” ZERO - Associação Sistema Terrestre Sustentável, 2017.
- [43] Z. Costa, “Portugal falha nova meta de reciclagem,” *Jornal de Notícias*, 2019. <https://www.jn.pt/nacional/portugal-falha-nova-meta-de-reciclagem-11276748.html>.
- [44] N. Othman, N. A. Osman, S. Chelliapan, and R. Mohammad, “Life cycle assessment: A Comparison study on the various electronic waste management option,” *Int. J. Civ. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 8, pp. 1177–1185, 2017.
- [45] T. Melo, L. Xavier, and et al, *Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade*, 1st ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- [46] P. Wäger, R. Hischer, and M. Eugster, “Environmental impacts of the Swiss collection and recovery systems for Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE): A follow-up,” *Sci. Total Environ.*, vol. 409, no. 10, pp. 1746–1756, 2011, doi: 10.1016/j.scitotenv.2011.01.050.
- [47] K. Grant *et al.*, “Health consequences of exposure to e-waste: A systematic review,” *Lancet Glob. Heal.*, vol. 1, no. 6, pp. e350–e361, 2013, doi: 10.1016/S2214-109X(13)70101-3.

- [48] B. Odhiambo, “Generation of e-waste in public universities: The need for sound environmental management of obsolete computers in Kenya,” *Waste Manag.*, vol. 29, no. 10, pp. 2788–2790, 2009, doi: 10.1016/j.wasman.2009.06.029.
- [49] A. Walters and D. Santillo, “Evidence of environmental and health impacts of electronics recycling in China: an update,” *Report*, 2008. <https://www.greenpeace.to/publications/impacts-of-e-recycling-china-update.pdf> (accessed Sep. 08, 2020).
- [50] K. Brigden, I. Labunska, D. Santillo, and M. Allsopp, “Recycling of electronic wastes in China and India: workplace and environmental contamination,” Greenpeace Research Laboratories, Department of Biological Sciences, University of Exeter, 2005.
- [51] F. Cerqueira, “A Sustentabilidade nas Instituições de Ensino Superior- O Caso da Universidade de Coimbra,” Relatório de Estágio, Mestrado em Administração Pública Empresarial, Universidade de Coimbra, 2016.
- [52] R. K. Yin, *Case Study Research: Design and Methods*, 4th ed. Thousand Oaks: Sage Inc., 2009.
- [53] A. Gomes, “Estudo De Caso - Planejamento E Métodos,” *Nuances Estud. sobre Educ.*, vol. 15, no. 16, pp. 215–221, 2008, doi: 10.14572/nuances.v15i16.187.
- [54] T. Wiedmann, M. Lenzen, and J. Barrett, “Companies on the Scale Comparing and Benchmarking the Sustainability Performance of Businesses,” *J. Ind. Ecol.*, vol. 13, no. 3, pp. 361–383, 2009, doi: 10.1111/j.1530-9290.2009.00125.x.
- [55] R. Han, L. John, and J. Zhan, “Benchmarking Big Data Systems: A Review,” *IEEE Trans. Serv. Comput.*, vol. 11, no. 3, pp. 580–597, 2018, doi: 10.1109/TSC.2017.2730882.
- [56] RobecoSAM, “Corporate Sustainability Benchmarking,” *RobecoSAM . Benchmarking Cycle*. http://docs.wixstatic.com/ugd/eb61fb_42b697e4afb4403992e27321b2c6f7a7.pdf?index=true (accessed Sep. 08, 2020).
- [57] M. Gerner, “Assessing and managing sustainability in international perspective: corporate sustainability across cultures – towards a strategic framework implementation approach,” *Int. Journal Corp. Soc. Responsib.*, vol. 4, no. 5, pp. 1–34, 2019, doi: 10.1186/s40991-019-0043-x.
- [58] N. Markovska and V. Taseska, “SWOT analyses of the national energy sector for sustainable energy development,” *Energy*, vol. 34, no. 6, pp. 752–756, 2009, doi: 10.1016/j.energy.2009.02.006.
- [59] Universidade de Coimbra, “A Tua Viagem Começa Aqui,” 2020. <https://www.uc.pt/atuaviagem> (accessed Sep. 08, 2020).
- [60] Conselho Geral da Universidade de Coimbra, “Plano estratégico da Universidade de Coimbra 2011-2015,” Coimbra, 2011.
- [61] Conselho Geral da Universidade de Coimbra, “Plano Estratégico da Universidade de Coimbra 2015-2019,” Coimbra, 2015.
- [62] Conselho Geral da Universidade de Coimbra, “Plano Estratégico Universidade de Coimbra 2019-2023,” 2019. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [63] Universidade de Coimbra, “Energia para a Sustentabilidade,” *Apresentação*, 2020. <https://www.uc.pt/efs> (accessed Sep. 08, 2020).
- [64] R. Castro, “Solidaridad Brasil Adere ao Pacto Global da ONU,” *A organização é, desde 7 de janeiro, signatária da Rede Brasil do Pacto Global da ONU*, 2020.

- <https://www.solidaridadsouthamerica.org/brasil/pt/news/solidaridad-brasil-adere-ao-pacto-global-da-onu> (accessed Sep. 08, 2020).
- [65] Rede Campus Sustentável, “Encontro Campus Sustentável 2019,” *Propostas Aprovadas no ECS 2019*, 2019. .
- [66] U. de Coimbra, “Diário da República, 2.^a série — N.º 245 — 18 de dezembro de 2013,” *Regulam. do Cent. Serviços Comuns da Adm. da Univ. Coimbra*, pp. 36070–36079, 2013.
- [67] Agência Portuguesa do Ambiente, Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional, Direção Geral de Saúde, and Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, “Guia de Classificação de Resíduos,” 2017.
- [68] Portaria nº 145/2017 de 26 de Abril, “Definição das Regras Aplicáveis ao Transporte Rodoviário, Ferroviário, Fluvial, Marítimo e Aéreo de Resíduos em Território Nacional e Criação das Guias Eletrónicas de Acompanhamento de Resíduos (e-GAR),” *Diário da República*, vol. 1, pp. 2052–2056, 2017.
- [69] Comissão Europeia, “DECISÃO DA COMISSÃO de 18 de dezembro de 2014 (2014/955/UE),” *J. Of. da União Eur.*, vol. L370, pp. 44–86, 2014.
- [70] Diário da República Eletrónico, “Código dos Contratos Públicos - Decreto-Lei n.º 18/2008,” 2008.
- [71] Ministério das Finanças, “Cadastro e Inventário dos Bens do Estado (CIBE) - Portaria 671/2000,” 2000.
- [72] Ministério das Finanças, “Plano Oficial de Contabilidade Pública - Decreto-Lei n.º 232/97, de 3 de Setembro,” 1997.
- [73] Serviços de Gestão do Edificado Segurança e Ambiente da Universidade de Coimbra, “e-prevenç@o - Portal de Segurança, Saúde e Ambiente da Universidade de Coimbra,” *Início*, 2018. <https://www.uc.pt/e-prevencao> (accessed Sep. 08, 2020).
- [74] Agência Portuguesa do Ambiente, “Equipamentos elétricos e eletrónicos (EEE). Transição para o novo âmbito (âmbito aberto). Passagem de 10 para as 6 categorias de equipamentos,” 2018. https://apambiente.pt/_zdata/Politic/Residuos/FluxosEspecificosResiduos/REEE/Transicao10para6categoriasdeEEE.pdf (accessed Sep. 08, 2020).
- [75] Q. Tan and J. Li, “A study of waste fluorescent lamp generation in mainland China,” *J. Clean. Prod.*, vol. 81, pp. 227–233, 2014, doi: 10.1016/j.jclepro.2014.06.048.
- [76] Câmara Municipal de Coimbra, “Relatório de Gestão - Câmara Municipal de Coimbra: Plano Oficial de Contabilidade das Autarquias Locais,” Divisão do Ambiente, 2018.
- [77] Agência Portuguesa do Ambiente, “Operações de eliminação / valorização de resíduos (Anexos I e II do diploma RGGR),” *Operação de valorização R12*, 2020. .
- [78] F. NOVA, “FCT NOVA Sustentável - Breve Retrato da Sustentabilidade no Campus de Caparica,” Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Caparica, 2019.
- [79] J. Seixas, J. Santos, Associação de Estudantes da FCT NOVA, and Câmara Municipal de Almada, “Guia de Boas Práticas - FCT NOVA Sustentável,” 2020.
- [80] Nova School of Business and Economics, “Nova Sustainable Way of Life - NOVA SBE Green Guide,” 2020.
- [81] Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, “waste@NOVA,” *Purpose*, 2020. <https://sites.fct.unl.pt/wasteatnova/pages/purposes> (accessed Jul. 14, 2020).

- [82] Universidade Nova de Lisboa, “ODS 12 - Produção e Consumo Sustentáveis,” *Iniciativas*, 2020. <https://www.unl.pt/nova/ods-12-producao-e-consumo-sustentaveis> (accessed Jul. 14, 2020).
- [83] MIT Office of Sustainability, “Annual Report to the President - FY 2017,” Boston, 2017.
- [84] MITOS and Solving for Sustainability, “The MIT Office of Sustainability ’ s Foundational Work | 2014 – 2019,” 2019.
- [85] D. Lee, D. Offenhuber, F. Duarte, A. Biderman, and C. Ratti, “Monitour: Tracking global routes of electronic waste,” *Waste Manag.*, vol. 72, pp. 362–370, 2018, doi: 10.1016/j.wasman.2017.11.014.
- [86] Department of Facilities, “Recycling,” *Frequently Asked Questions About Recycling at MIT.*, 2020. <http://web.mit.edu/facilities/environmental/recycling-faq.html> (accessed Jul. 15, 2020).
- [87] H. and E. ETH Office of Safety, Security, “Environmental mission statement of ETH Zurich,” *Implementation*, 2020. <https://ethz.ch/services/en/service/safety-security-health-environment/environment/umweltleitbild.html> (accessed Jul. 15, 2020).
- [88] R. Dietlicher, S. Görlinger, and L. Warland, “Sustainable Procurement , Usage and Disposal of IT Devices,” IT Services and Safety, Security, Health and Environment administrative departments at ETH Zurich, 2017.
- [89] H. and E. staff unit (SSHE) Safety, Security, ETH Sustainability, ETH Zurich, and Eartheffect GmbH, “Our Commitment Guideline,” 2014.
- [90] Ulrike Kastrup, “Like WEEE Man from the waste,” *Together with industry, politics and legislation, we need to find a route towards a healthy environment and a more considerate use of our raw materials, writes columnist Ulrike Kastrup.*, 2014. <https://ethz.ch/services/en/news-and-events/internal-news/archive/2014/04/like-weee-man-from-the-waste.html> (accessed Jul. 15, 2020).
- [91] O. Kassab, C. Bratrach, C. Guggenheim, and R. Knutti, “Sustainability Report - ETH 2017/2018,” ETH Zurich, 2019.
- [92] D. Wahyuni, “Supporting the Sustainable Development Goals Through Partnerships and Local Development,” no. September 2015, pp. 1–13, 2019, doi: 10.1007/978-3-319-71067-9_10-1.
- [93] C. Santos, “A Gestão dos Resíduos Sólidos Eletroeletrônicos e Suas Consequências para a Sustentabilidade: Um Estudo de Múltiplos Casos na Região Metropolitana de Porto Alegre.,” Dissertação de Mestrado.Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

ANEXOS

Anexo A

Potenciais efeitos da exposição a frações nocivas dos REEE.[47]

	Component of electrical and electronic equipment	Ecological source of exposure	Route of exposure
Persistent organic pollutants			
Brominated flame retardants	Fire retardants for electronic equipment	Air, dust, food, water, and soil	Ingestion, inhalation, and transplacental
Polybrominated diphenyl ethers			
Polychlorinated biphenyls	Dielectric fluids, lubricants and coolants in generators, capacitors and transformers, fluorescent lighting, ceiling fans, dishwashers, and electric motors	Air, dust, soil, and food (bioaccumulative in fish and seafood)	Ingestion, inhalation or dermal contact, and transplacental
Dioxins			
Polychlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans	Released as combustion byproduct	Air, dust, soil, food, water, and vapour	Ingestion, inhalation, dermal contact, and transplacental
Dioxin-like polychlorinated biphenyls	Released as a combustion byproduct but also found in dielectric fluids, lubricants and coolants in generators, capacitors and transformers, fluorescent lighting, ceiling fans, dishwashers, and electric motors	Released as combustion byproduct, air, dust, soil, and food (bioaccumulative in fish and seafood)	Ingestion, inhalation, and dermal absorption
Perfluoroalkyls	Fluoropolymers in electronics	Water, food, soil, dust, and air	Ingestion, dermal contact, inhalation, and transplacental
Polyaromatic hydrocarbons			
Acenaphthene, acenaphthylene, anthracene, benz[a]anthracene, benzo[a]pyrene, benzo[e]pyrene, benzo[b]fluoranthene, benzo[g,h,i]perylene, benzo[j]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, chrysene, dibenz[a,h]anthracene, fluoranthene, fluorene, indeno[1,2,3-c,d]pyrene, phenanthrene, and pyrene	Released as combustion byproduct	Released as combustion byproduct, air, dust, soil, and food	Ingestion, inhalation, and dermal contact
Elements			
Lead	Printed circuit boards, cathode ray tubes, light bulbs, televisions (1.5–2.0 kg per monitor), and batteries	Air, dust, water, and soil	Inhalation, ingestion, and dermal contact
Chromium or hexavalent chromium	Anticorrosion coatings, data tapes, and floppy disks	Air, dust, water, and soil	Inhalation and ingestion
Cadmium	Switches, springs, connectors, printed circuit boards, batteries, infrared detectors, semi-conductor chips, ink or toner photocopying machines, cathode ray tubes, and mobile phones	Air, dust, soil, water, and food (especially rice and vegetables)	Ingestion and inhalation
Mercury	Thermostats, sensors, monitors, cells, printed circuit boards, and cold cathode fluorescent lamps (1–2 g per device)	Air, vapour, water, soil, and food (bioaccumulative in fish)	Inhalation, ingestion, and dermal contact
Zinc	Cathode ray tubes, and metal coatings	Air, water, and soil	Ingestion and inhalation
Nickel	Batteries	Air, soil, water, and food (plants)	Inhalation, ingestion, dermal contact, and transplacental
Lithium	Batteries	Air, soil, water, and food (plants)	Inhalation, ingestion, and dermal contact
Barium	Cathode ray tubes, and fluorescent lamps	Air, water, soil, and food	Ingestion, inhalation and dermal contact
Beryllium	Power supply boxes, computers, x-ray machines, ceramic components of electronics	Air, food, and water	Inhalation, ingestion, and transplacental

Anexo B

Roteiro de Entrevista Utilizado [93]

Analisar as respetivas consequências socioeconômicas e ambientais decorrentes da atuação dos atores relevantes em relação à gestão dos REEE

1. Quais tipos de REEE são descartados pela empresa?
2. O que a empresa faz com os REEE? O que motiva esta ação?
3. Quanto tempo, em anos, a organização utiliza/utilizou os equipamentos eletrônicos?
4. Quais são as características dos REEE descartados?
5. Como é realizado o armazenamento dos resíduos/equipamentos? Quais são os custos?
6. Como que a organização faz para transportar o resíduo até o local de destino? Quais são os custos?
7. Qual é a quantidade de resíduo eletrônico descartado anualmente?
8. Quem é o fornecedor dos equipamentos? Este fornecedor possui um canal reverso para os equipamentos?

Identificar as limitações e as oportunidades na cadeia reversa dos REEE

9. Na tua opinião, existem limitações/barreiras para o adequado funcionamento da cadeia reversa de REEE?
10. Na tua opinião, o que deveria ser feito para melhorar o funcionamento?
11. Quem deveria pagar pelo descarte dos REEE?
12. Como deveria ser o processo de coleta e retorno dos REEE?
13. Quem deveria ser responsável por realizar estes processos?

Fornecer subsídios para a formulação e implementação de futuras políticas públicas locais relacionadas à gestão dos REEE

14. Tu tens conhecimento de alguma política pública em relação aos REEE?
15. Como tu ficaste sabendo desta política?
16. Tu achas que esta política é adequada para a realidade de Porto Alegre?
17. Se tu pudesses fazer uma sugestão de melhoria para as políticas públicas relacionadas aos resíduos eletrônicos, o que tu irias sugerir?

Anexo C

Valores compilados das eGAR referentes à gestão de REEE dentro do usuário do SILiAmb da UC, cedidos pelo SGESA e referentes ao Terceiro Período, quando este sistema começou a funcionar dentro da UC.

2019

Código do Documento	Data	Operação	Quantidade (kg)	Estabelecimento	Polo	Designação
PT20190422253407	23/04/2019	R12	233	Biblioteca Geral	I	Equipamento Elétrico e Informático
PT20191210109897	10/12/2019	R12	304	Biblioteca Geral	I	REEE
PT20190204030038	05/02/2019	R12	258	Colégio das Artes	I	REEE
PT20190204030017	05/02/2019	R13	18	Colégio das Artes	I	Lâmpadas
PT20190408101827	09/04/2019	R13	276	Colégio das Artes	I	Equipamento Elétrico e Informático
PT20190318184259	19/03/2019	R13	154	Colégio de São Bento	I	REEE
PT20190401014522	02/04/2019	R13	360	Colégio de São Bento	I	REEE
PT20190527319917	28/05/2019	R13	103	Colégio de São Bento	I	REEE
PT20190708098726	09/07/2019	R13	24	Colégio de São Bento	I	Lâmpadas
PT20190916178954	17/09/2019	R13	10	Colégio de São Bento	I	Lâmpadas
PT20191122261058	26/11/2019	R12	254	Colégio de São Bento	I	REEE
PT20190617170253	18/06/2019	R12	460	Departamento de Ciências da Terra	II	REEE
PT20191001000514	01/10/2019	R13	72	Departamento de Ciências da Terra	II	Lâmpadas
PT20190617170275	18/06/2019	R13	294	Departamento de Engenharia Civil	II	REEE
PT20190617170293	18/06/2019	R13	3	Departamento de Engenharia Civil	II	Lâmpadas
PT20191007074893	08/10/2019	R13	434	Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	II	REEE
PT20191007074985	08/10/2019	R13	51	Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	II	Lâmpadas
PT20190927338419	01/10/2019	R13	314	Departamento de Engenharia Informática	II	REEE
PT20190927338492	01/10/2019	R13	104	Departamento de Engenharia Informática	II	Lâmpadas
PT20191007074939	08/10/2019	R13	15	Departamento de Engenharia Informática	II	REEE
PT20190527313631	28/05/2019	R13	555	Departamento de Engenharia Mecânica	II	REEE
PT20191007074957	08/10/2019	R13	404	Departamento de Engenharia Mecânica	II	REEE
PT20190422253423	23/04/2019	R13	108	Departamento de Física	I	Lâmpadas
PT20190916178890	17/09/2019	R13	38	Departamento de Física	I	REEE
PT20190927338348	01/10/2019	R13	3	Departamento de Física	I	REEE
PT20190927338483	01/10/2019	R12	31	Departamento de Física	I	Lâmpadas
PT20190408101692	09/04/2019	R12	336	Departamento de Matemática	I	Equipamento Elétrico e Informático
PT20190408101711	09/04/2019	R13	82	Departamento de Matemática	I	Lâmpadas
PT20190527319891	28/05/2019	R13	80	Departamento de Matemática	I	REEE
PT20190603015301	04/06/2019	R13	15	Departamento de Matemática	I	Toners
PT20190408101753	09/04/2019	R13	71	Departamento de Química	I	Lâmpadas
PT20190916178905	17/09/2019	R12	4	Departamento de Química	I	Lâmpadas
PT20191122261047	26/11/2019	R12	100	Departamento de Química	I	REEE
PT20191202017969	03/12/2019	R12	595	Departamento de Química	I	REEE
PT20190401014554	02/04/2019	R12	204	Edifício do Patronato	I	REEE
PT20190603015328	04/06/2019	R12	21	Edifício do Patronato	I	REEE
PT20191210109901	10/12/2019	R12	109	Faculdade de Direito	I	REEE
PT20191216195431	17/12/2019	R12	533	Faculdade de Direito	I	REEE
PT20190218200173	19/02/2019	R13	31	Faculdade de Farmácia	III	Lâmpadas
PT20190603015784	04/06/2019	R13	36	Faculdade de Farmácia	III	Toners
PT20190607086575	11/06/2019	R13	347	Faculdade de Farmácia	III	REEE
PT20191122261033	26/11/2019	R12	437	Faculdade de Farmácia	III	REEE
PT20191202017961	03/12/2019	R13	202	Faculdade de Farmácia	I	REEE
PT20190114152119	15/01/2019	R12	509	Faculdade de Medicina	III	REEE
PT20190128323525	29/01/2019	R12	76	Faculdade de Medicina	III	REEE
PT20190128322843	29/01/2019	R13	34	Faculdade de Medicina	III	Lâmpadas
PT20190311094464	12/03/2019	R13	67	Faculdade de Medicina	I	Toners
PT20190611093502	11/06/2019	R13	312	Faculdade de Medicina	III	REEE
PT20190607086631	11/06/2019	R13	18	Faculdade de Medicina	III	Lâmpadas
PT20190607086595	11/06/2019	R13	88	Instituto de Ciências Nucleares Aplicadas à Saúde	III	REEE
PT20190607086613	11/06/2019	R12	13	Medicina Dentária	Fora	Toners
PT20190708098850	09/07/2019	R12	10	Museu da Ciência	I	REEE
PT20191122261072	26/11/2019	R12	291	Museu da Ciência	I	REEE
PT20191216194967	17/12/2019	R12	329	Núcleo de Logística - Armazem	Fora	REEE
PT20190927338390	01/10/2019	R12	137	Palácio dos Grilos	I	REEE
PT20190902010768	03/09/2019	R12	192	Unidade Central	III	REEE
Total			10159			

2018

Código do Documento	Data	Operação	Quantidade (kg)	Estabelecimento	Polo	Designação	LER
PT20180205545077	06/02/2018	R12	31	Colégio das Artes	I	EEE	160214
PT20180702010128	03/07/2018	R12	55	Departamento de Física	I	EEE	160214
PT20180219705102	20/02/2018	R12	267	Faculdade de Medicina	I	EEE	160214
PT20180219705139	20/02/2018	R12	420	Departamento de Engenharia Civil	II	EEE	160214
PT20180219705156	20/02/2018	R12	470	Departamento de Engenharia Mecânica	II	EEE	160214
PT20180709105934	10/07/2018	R12	1062	Departamento de Física	I	EEE	160214
PT20180702010216	03/07/2018	R12	39	Departamento de Química	I	EEE	160214
PT20180604020911	05/06/2018	R12	414	Biblioteca Geral	I	Equipamento Informático	160214
PT20180416183702	16/04/2018	R12	23	Colégio de São Jerónimo	I	Equipamento Informático	160214
PT20180611128248	12/06/2018	R12	84	Departamento de Física	I	Equipamento Informático	160214
PT20180604020823	05/06/2018	R12	653	Faculdade de Medicina	I	Equipamento Informático	160214
PT20180511523054	15/05/2018	R12	275	Faculdade de Medicina	III	Equipamento Informático	160214
PT20180108179209	09/01/2018	R12	316	Colégio da Graça	Fora	REEE	160214
PT20180115275106	16/01/2018	R12	207	Faculdade de Economia	Fora	REEE	160214
PT20180122359859	23/01/2018	R12	193	Colégio das Artes	I	REEE	160214
PT20180511523283	15/05/2018	R12	596	Colégio das Artes	I	REEE	160214
PT20181203012510	04/12/2018	R12	120	Colégio das Artes	I	REEE	160214
PT20180511523275	15/05/2018	R12	62	Colégio de São Bento	I	REEE	160214
PT20181001002391	02/10/2018	R12	110	Colégio de São Bento	I	REEE	160214
PT20181210090383	11/12/2018	R12	133	Colégio de São Bento	I	REEE	160214
PT20181203012515	04/12/2018	R12	115	Departamento de Física	I	REEE	160214
PT20180312977184	13/03/2018	R12	518	Departamento de Matemática	I	REEE	160214
PT20180511523132	15/05/2018	R12	303	Departamento de Matemática	I	REEE	160214
PT20181112117846	13/11/2018	R12	767	Departamento de Química	I	REEE	160214
PT20181008074324	09/10/2018	R12	2160	Faculdade de Letras	I	REEE	160214
PT20180122359753	23/01/2018	R12	90	Faculdade de Medicina	I	REEE	160214
PT20180312977089	13/03/2018	R12	1860	Faculdade de Medicina	I	REEE	160214
PT20180723292032	24/07/2018	R12	61	Faculdade de Medicina	I	REEE	160214
PT20181203012497	04/12/2018	R12	81	Faculdade de Medicina	I	REEE	160214
PT20181130367419	03/12/2018	R12	3543	Departamento de Engenharia Química	III	REEE	160214
PT20180115275250	16/01/2018	R12	453	Biblioteca	III	REEE	160214
PT20180115275291	16/01/2018	R12	73	Faculdade de Medicina	III	REEE	160214
PT20180511523335	15/05/2018	R12	95	Faculdade de Medicina	III	REEE	160214
PT20180115275329	16/01/2018	R12	33	Instituto de Ciências Nucleares Aplicadas à Saúde	III	REEE	160214
PT20180129449132	30/01/2018	R12	42	Instituto de Ciências Nucleares Aplicadas à Saúde	III	REEE	160214
PT20180122359093	23/01/2018	R12	5	Edifício do Patronato	I	Toners	160214
PT20180402004410	03/04/2018	R12	20	Faculdade de Medicina	I	Toners	160214
PT20180416183661	16/04/2018	R12	95	Faculdade de Medicina	I	Toners	160214
PT20180511522983	15/05/2018	R12	174	Faculdade de Medicina	I	Toners	160214
PT20180219705179	20/02/2018	R12	8	Departamento de Engenharia Mecânica	II	EEE	200121
PT20180205545183	06/02/2018	R12	7	Colégio das Artes	I	Lâmpadas	200121
PT20180511523038	15/05/2018	R13	18	Colégio das Artes	I	Lâmpadas	200121
PT20180827276589	28/08/2018	R12	30	Colégio das Artes	I	Lâmpadas	200121
PT20180604020970	05/06/2018	R13	51	Colégio de São Bento	I	Lâmpadas	200121
PT20181130367442	03/12/2018	R13	3	Departamento de Engenharia Química	I	Lâmpadas	200121
PT20180122359894	23/01/2018	R12	2	Departamento de Física	I	Lâmpadas	200121
PT20180129449065	30/01/2018	R13	367	Departamento de Física	I	Lâmpadas	200121
PT20180312977192	13/03/2018	R13	60	Departamento de Matemática	I	Lâmpadas	200121
PT20180611128272	12/06/2018	R12	59	Departamento de Química	I	Lâmpadas	200121
PT20180827276564	28/08/2018	R12	30	Departamento de Química	I	Lâmpadas	200121
PT20181009104219	09/10/2018	R13	20	Faculdade de Letras	I	Lâmpadas	200121
PT20180604020875	05/06/2018	R13	30	Faculdade de Medicina	I	Lâmpadas	200121
PT20180219705204	20/02/2018	R12	30	Departamento de Engenharia Civil	II	Lâmpadas	200121
Total			16733				

Anexo D

Operações de Valorização de Resíduos segundo a Agência Portuguesa do Ambiente.[67]

R01	UTILIZAÇÃO PRINCIPAL COMO COMBUSTÍVEL OU OUTROS MEIOS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA
R02	RECUPERAÇÃO/REGENERAÇÃO DE SOLVENTES
R03	RECICLAGEM/RECUPERAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS NÃO UTILIZADAS COMO SOLVENTES (INCLUINDO DIGESTÃO ANAERÓBIA E OU COMPOSTAGEM E OUTROS PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO BIOLÓGICA)
R04	RECICLAGEM/RECUPERAÇÃO DE METAIS E COMPOSTOS METÁLICOS
R05	RECICLAGEM/RECUPERAÇÃO DE OUTROS MATERIAIS INORGÂNICOS
R06	REGENERAÇÃO DE ÁCIDOS OU DE BASES
R07	VALORIZAÇÃO DE COMPONENTES UTILIZADOS NA REDUÇÃO DA POLUIÇÃO
R08	VALORIZAÇÃO DE COMPONENTES DE CATALISADORES
R09	REFINAÇÃO DE ÓLEOS E OUTRAS REUTILIZAÇÕES DE ÓLEOS
R10	TRATAMENTO DO SOLO PARA BENEFÍCIO AGRÍCOLA OU MELHORAMENTO AMBIENTAL
R11	UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS OBTIDOS A PARTIR DE QUALQUER DAS OPERAÇÕES ENUMERADAS DE R01 A R10
R12	TROCA DE RESÍDUOS COM VISTA A SUBMETÊ-LOS A UMA DAS OPERAÇÕES ENUMERADAS DE R01 A R11
R13	ARMAZENAMENTO DE RESÍDUOS DESTINADOS A UMA DAS OPERAÇÕES ENUMERADAS DE R01 A R12 (COM EXCLUSÃO DO ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO, ANTES DA RECOLHA, NO LOCAL ONDE OS RESÍDUOS FORAM PRODUZIDOS)