



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Departamento de Engenharia Eletrotécnica de Energia e Automação



Impacto do Novo Modelo Remuneratório nas Receitas da Central de Valorização Energética da Valorsul

MÁRIO HELDER SIMÕES DA SILVA
Licenciado em Engenharia Eletrotécnica

Dissertação de natureza científica para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica

Orientadores:

Prof. Doutor Jorge Alberto Mendes Sousa
Prof. Doutor João Hermínio Ninitas Lagarto

Júri:

Presidente:

Professora Rita Marcos Fontes Murta Pereira

Vogais:

Professor Francisco Alexandre Ganho da Silva Reis
Professor Jorge Alberto Mendes de Sousa

Maio 2023



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Departamento de Engenharia Eletrotécnica de Energia e Automação



Impacto do Novo Modelo Remuneratório nas Receitas da Central de Valorização Energética da Valorsul

MÁRIO HELDER SIMÕES DA SILVA
Licenciado em Engenharia Eletrotécnica

Dissertação de natureza científica para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Eletrotécnica

Orientadores:

Prof. Doutor Jorge Alberto Mendes Sousa
Prof. Doutor João Hermínio Ninitas Lagarto

Júri:

Presidente:

Professora Rita Marcos Fontes Murta Pereira

Vogais:

Professor Francisco Alexandre Ganho da Silva Reis
Professor Jorge Alberto Mendes de Sousa

Maio 2023

Resumo

A economia circular é um modelo de produção e de consumo que envolve a partilha, o aluguer, a reutilização, a reparação, a renovação e a reciclagem de materiais e produtos existentes, enquanto possível, de forma a alargar o ciclo de vida dos produtos, e dissociar a atividade económica da extração de matérias-primas e da produção de resíduos.

A valorização energética permite que esse objetivo venha a ser alcançado, nomeadamente nas situações em que a reutilização ou reciclagem dos produtos já não se afiguram como soluções viáveis.

A incineração de resíduos urbanos em unidades industriais controladas, para além da redução do volume inicial do resíduo, permite ainda que o calor formado na combustão dos resíduos venha a ser convertido em eletricidade.

Em Portugal desde 1999 que a regulamentação da remuneração da venda de eletricidade produzida a partir de resíduos sólidos urbanos teve em conta os princípios necessários à internalização dos benefícios ambientais proporcionados por essas instalações.

No entanto em 2020, foi publicada uma nova regulamentação que vem determinar um novo modelo remuneratório para a venda de energia elétrica produzida a partir de resíduos sólidos urbanos assente na participação no mercado grossista de venda de energia elétrica.

Neste trabalho, toma-se como exemplo a Central de Valorização Energética da Valorsul, para demonstrar que esta alteração legislativa, dependendo do comportamento do mercado grossista de venda de energia elétrica, poderá vir a ter um forte impacto na receita obtida pela venda de energia elétrica gerada por esta unidade.

Demonstra-se ainda, que cada euro de variação na remuneração da energia elétrica gerada pela CVE terá um impacto de quarenta e sete cêntimos no valor do serviço de gestão de resíduos sólidos urbanos, e que como consequência da regulamentação vigente para o sector dos resíduos em Portugal, esse impacto será refletido no custo a ser suportado pelos utilizadores do sistema.

Palavras-chave: Central de Valorização Energética, ERSAR, Incineração, MIBEL, Modelo Remuneratório, Portaria 244/2020, Proveitos Permitidos, Resíduos Sólidos Urbanos, Tarifa Regulada, Valorização Energética, Valorsul, Waste to Energy.

Abstract

The circular economy is a production and consumption model that involves sharing, renting, reusing, repairing, renewing, and recycling existing materials and products, as long as possible, in order to extend the life cycle of products, and dissociating economic activity from the extraction of raw materials and the production of waste.

Energy recovery allows this objective to be achieved, namely in situations where the reuse or recycling of products no longer appear to be viable solutions.

The incineration of urban waste in controlled industrial plants, in addition to reducing the initial volume of waste, also allows the heat formed in the combustion of waste to be converted into electricity.

In Portugal, since 1999, the regulation of remuneration for the sale of electricity produced from solid urban waste has considered the principles necessary for the internalization of the environmental benefits provided by these plants.

However, in 2020, a new regulation was published that determines a new remuneration model for the sale of electricity produced from solid urban waste based on participation in the wholesale market for the sale of electricity.

In this work, Valorsul's Energy Recovery Plant is taken as an example, to demonstrate that this legislative change, depending on the behaviour of the wholesale electricity sales market, could have a strong impact on the revenue obtained from the sale of electricity generated by this plant.

It is also demonstrated that each euro of variation in the remuneration of the electricity generated by CVE will have an impact of forty-seven cents on the value of the urban solid waste management service, and that as a result of the current regulations for the waste sector in Portugal, this impact will be reflected in the cost to be borne by system users.

Keywords: Energy Recovery, Energy Recovery Plant, ERSAR, Incineration, MIBEL, Ordinance 244/2020, Permitted Income, Regulated Tariff, Remuneration Model, Solid Urban Waste, Valorsul, Waste to Energy.

Índice

Resumo	i
Abstract.....	iii
Índice	v
Índice de figuras	vii
Índice de tabelas	ix
Lista de Siglas.....	xi
1. Introdução.....	3
1.1. Enquadramento/Motivação	3
1.2. Objetivos	4
1.3. Metodologia	4
1.4. Estrutura da dissertação	5
2. Estado da arte	9
2.1. Caracterização do sector dos RSU	9
2.1.1. Tratamento dos RSU em Portugal	9
2.1.2. Enquadramento legislativo na UE	12
2.1.3. Enquadramento legislativo em Portugal.....	16
2.1.4. Apresentação da Valorsul	22
2.2. Produção de Eletricidade a partir de RSU	30
2.2.1. Conceito Waste to Energy	30
2.2.2. Processo de valorização energética	32
2.2.3. Características técnicas da CVE da Valorsul	42
2.2.4. Funcionamento do mercado grossista de eletricidade	43
2.2.5. Regulamentação da remuneração da venda de eletricidade gerada nas CVE	46
2.2.6. Implantação de WtE pelo mundo	48
2.2.7. Impacto da CVE no ambiente.....	53
2.2.8. Impacto das CVE na saúde.....	55
2.2.9. Impacto económico das CVE	56
3. Metodologia	61
4. Resultados e Discussão	67
4.1. Apresentação dos resultados	67
4.2. Discussão	74
5. Conclusões	81

6. Bibliografia.....	83
----------------------	----

Índice de figuras

Figura 2.1-Mapa dos sistemas de gestão de RU e das instalações de tratamento em Portugal Continental, por região em Dezembro de 2019 (Adaptado)[6]	10
Figura 2.2- Pacto Ecológico Europeu [9]	13
Figura 2.3- Hierarquia de gestão de resíduos [12].....	15
Figura 2.4- PERSU 2030: Eixos e Objetivos [6].....	19
Figura 2.5 - Vista aérea da CTRSU ainda em fase de construção [27]	24
Figura 2.6– Vista aérea do ASMC [27].....	24
Figura 2.7- Primeira descarga de resíduos urbanos na Central de Valorização Energética [27] ..	25
Figura 2.8 – CVE da Valorsul [27]	25
Figura 2.9- Instalação de Tratamento e Valorização de Escórias [27].....	26
Figura 2.10 – Vista aérea do CTE [27].....	26
Figura 2.11– Vista aérea da ETVO, e a primeira descarga de matéria orgânica [27]	27
Figura 2.12– Vista aérea do ASO e da ET e Ecocentro do Sobral de Monte Agraço [27]	27
Figura 2.13 - Área de intervenção e localização das instalações da Valorsul [27]	28
Figura 2.14 - Receitas da Valorsul em 2019 [26].....	29
Figura 2.15 - Representação esquemática do funcionamento de uma central de incineração de RSU com valorização energética [34]	33
Figura 2.16 - Fossa de armazenamento de RSU [27]	34
Figura 2.17 - Garra de RSU [35]	34
Figura 2.18 - Esquema de princípio do funcionamento de um incinerador de grelha [34]	35
Figura 2.19 - Esquema de princípio do funcionamento da fornalha [32].....	36
Figura 2.20– Fornalha [36].....	36
Figura 2.21 - Esquema de princípio do funcionamento de um extrator de escórias (Adaptado) [32]	37
Figura 2.22- Grupo gerador [35]	38
Figura 2.23 - Linhas de tratamento de gases [35].....	38
Figura 2.24 - Esquema de princípio de funcionamento de um sistema semi-húmido de neutralização de gases [32].....	40
Figura 2.25 - Filtro de mangas [32].....	41
Figura 2.26- Tratamento de escórias [35].....	41
Figura 2.27 - Agregado produzido a partir de escória [35]	42
Figura 2.28- Curvas agregadas de oferta e procura[40]	44
Figura 4.1 - Evolução da TRU em função do preço obtido pela venda de energia elétrica	67
Figura 4.2 - Variação da TRU para cada um dos cenários apresentados	74

Índice de tabelas

Tabela 2-1- Número de infraestruturas existentes e respetiva capacidade, em Portugal Continental em Dezembro de 2019 (Adaptado) [6]	11
Tabela 2-2- PAEC Principais áreas de intervenção (Adaptado) [11]	14
Tabela 2-3 - Objetivos estratégicos (Adaptado) [22]	20
Tabela 2-4 - Estrutura acionista da Valorsul em 2019 (Adaptado) [26]	23
Tabela 2-5- Indicadores referentes a 2019 (Adaptado) [26].....	28
Tabela 2-6- Composição típica do RSU na Alemanha (Adaptado) [32].....	31
Tabela 2-7 - Tecnologias utilizadas no tratamento dos gases (Adaptado) [34].....	39
Tabela 4-1 - TRU calculada pela ERSAR como cenário de referência.....	69
Tabela 4-2 - TRU estimada para o cenário de preço Muito Baixo.....	70
Tabela 4-3 - TRU estimada para o cenário de preço Baixo.....	71
Tabela 4-4 - TRU estimada para o cenário de preço Alto	72
Tabela 4-5 - TRU estimada para o cenário de preço Muito Alto	73

Lista de Siglas

AC: Atividades complementares

Aj: Ajustamentos

ASMC: Aterro Sanitário do Mato da Cruz

ASO: Aterro Sanitário do Oeste

CC: Custo do capital

CDR: Combustível Derivado de Resíduos

CE: Comissão Europeia

CEX: Custo de exploração

CTE: Centro de Triagem e Ecocentro

CVE: Central de Valorização Energética

EDP: Energias de Portugal

ERSAR: Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos

ERSE: Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

ET: Estação de Transferência

ETVO: Estação de Tratamento e Valorização Orgânica

GEE: Gases de Efeito Estufa

HCL: Ácido Clorídrico

HF: Ácido Fluorídrico

It: Incentivos

ITVE: Instalação de Tratamento e Valorização de Escórias

MIBEL: Mercado Ibérico de Eletricidade

NO_x: Óxido de Azoto

OMI: Operador de Mercado Ibérico

OMIE: Operador de Mercado Ibérico Pólo Espanhol

OMIP: Operador de Mercado Ibérico Pólo Português

PAEC: Plano de Ação para a Economia Circular

PCI: Poder Calorífico Inferior

PEE: Pacto Ecológico Europeu

PERSU: Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos

PNEC: Plano Nacional Energia e Clima

PNGR: Plano Nacional de Gestão de Resíduos

PP: Proveitos Permitidos

PPT: Proveitos Permitidos Totais

RA: Receitas adicionais

RESP: Rede Elétrica de Serviço Público

RS: Recolha seletiva

RSU: Resíduo Sólido Urbano

RTR: Regulamento Tarifário do Serviço de Gestão de Resíduos Urbanos

RU: Resíduo Urbano

RUB: Resíduos Urbanos Biodegradáveis

SGRU: Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos

SO₂: Dióxido de enxofre

SR: Saldo Regulatório

TI: Tratamento de Resíduos Resultantes da Recolha Indiferenciada

TRU: Tarifa do Serviço de Gestão de Resíduos Urbanos

TS: Tratamento de Resíduos Resultantes da Recolha Seletiva

UE: União Europeia

WtE: Waste to Energy

1- Introdução

Neste capítulo explica-se a motivação que está na origem da elaboração deste trabalho e são definidos os objetivos a alcançar, é ainda efetuado uma breve introdução à metodologia utilizada para a obtenção dos resultados, finalmente faz-se a apresentação da forma como a dissertação está organizada.

1. Introdução

1.1. Enquadramento/Motivação

Foi no final da década de 80 do século passado que se estabeleceram as regras aplicáveis à produção de energia elétrica a partir de recursos renováveis e à produção combinada de calor e eletricidade.

No entanto só mais de uma década depois, em 1999, através do Decreto-lei 168/1999 [1], é criada legislação que vem permitir a internalização dos benefícios ambientais proporcionados pelas Centrais de Valorização Energética (CVE) garantindo uma tarifa de remuneração pela venda de energia elétrica que se veio a revelar quase constante ao longo dos últimos 20 anos.

Durante o ano de 2020, através da Portaria nº244/2020 [2], posteriormente complementada pela Portaria 308-C/2020 [3], foi publicada legislação que vem alterar o sistema remuneratório da venda de energia elétrica produzida nas CVE, na vertente de queima de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) indiferenciados, provenientes de Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU).

A alteração legislativa introduzida prevê, que após um período transitório, o novo sistema remuneratório assente na participação no mercado grossista de venda de energia já em 2025.

Torna-se por isso previsível que a alteração legislativa introduzida pela Portaria 244/2020 [2] venha trazer alterações aos preços de venda da energia, próprias do mercado, em relação à tarifa regulada de entrega à rede, para a eletricidade vendida pelas CVE à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP), que era praticada anteriormente.

Paralelamente, a Valorsul, como entidade gestora de um sistema de resíduos, opera em regime não concorrencial, sob a tutela da Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos (ERSAR), estando por isso sujeita a um modelo regulatório assente na definição dos proveitos permitidos totais, dos proveitos tarifários e das tarifas para cada um dos anos do período regulatório [4], proveitos e tarifas, que como se verá ao longo deste estudo, são fortemente condicionados pela receita proveniente da venda de energia elétrica produzida na CVE.

1.2. Objetivos

O Presente trabalho final de mestrado enquadra-se no âmbito do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica - Ramo de Energia e tem, como objetivo principal, fazer uma análise do impacto da alteração do sistema remuneratório da venda de energia elétrica produzida pelas CVE que utilizam a tecnologia da incineração de Resíduos Sólidos Urbanos, tomando como exemplo a CVE da Valorsul.

Paralelamente pretende-se caracterizar esta atividade, fazendo o seu enquadramento técnico, operacional e legislativo, a nível nacional e europeu, e ainda dar a conhecer a implantação deste tipo de unidades de valorização energético pelo mundo.

Conforme será demonstrado ao longo deste trabalho, o equilíbrio pretendido pela entidade reguladora está, no caso da Valorsul, fortemente dependente da receita obtida pela venda à RESP da energia elétrica, gerada pela CVE, ficando por isso, a partir de 2025, ligado ao comportamento do mercado grossista de venda de energia elétrica.

Numa altura em que decorre o período transitório de aplicação da regulamentação, pretende-se com este estudo analisar de que forma a alteração da regulamentação se fará repercutir na receita da empresa, na Tarifa do Serviço de Gestão de Resíduos Urbanos (TRU) paga pelos utilizadores e na sustentabilidade de todo SGRU concessionado à Valorsul.

1.3. Metodologia

Segundo a entidade reguladora, o modelo regulatório ao qual a Valorsul está sujeita, tem o objetivo de por um lado, permitir a recuperação económica e financeira dos custos dos serviços em cenário de eficiência e, por outro lado, promover a acessibilidade económica dos utilizadores [4].

Ao longo deste estudo, esse modelo regulatório e todo o regulamento no qual ele assenta será analisado detalhadamente, para que assim se possa compreender as características próprias desta atividade.

Com o objetivo de obter uma perspetiva alargada do impacto que oscilações do preço da energia elétrica terão na TRU, o seu valor será calculado em função da receita obtida pela venda da

energia elétrica gerada pela CVE, tendo como base os modelos de cálculo estipulados pelo referido regulamento.

Por sua vez, essa receita será obtida pelo produto entre um volume constante de energia elétrica a ser gerado pela CVE, e que foi estimado pela ERSAR para o ano de 2019, e uma gama alargada de hipotéticos preços de venda dessa energia, a serem obtidos no âmbito da participação no mercado grossista.

Paralelamente, como o objetivo de obter cenários mais concretos, o valor da TRU será calculado segundo a metodologia descrita anteriormente neste capítulo, em função do valor médio obtido pela venda de energia no mercado grossista nos anos de 2019, 2020, 2021 e nos primeiros 7 meses de 2022.

1.4. Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se estruturada em 5 capítulos:

No primeiro capítulo é feita a introdução da dissertação, na qual é explicada a motivação deste trabalho, são definidos os objetivos a alcançar, é efetuado uma breve abordagem à metodologia utilizada e que será explanada com maior detalhe ao longo do terceiro capítulo, e finalmente é feita a apresentação da forma como está estruturada toda a dissertação.

No segundo capítulo é detalhado o enquadramento legislativo, nacional e europeu que regulamenta toda a atividade, e a caracterização do sector dos RSU em Portugal, com principal detalhe no SGRU da Valorsul. Será ainda dado a conhecer o estado da arte das tecnologias Waste to Energy (WtE) pelo mundo, com especial foco nas CVE que utilizam a tecnologia da incineração de RSU. Neste capítulo, para além de dar a conhecer os níveis de utilização destas tecnologias pelo mundo, e as características técnicas destas unidades, são apresentadas diferentes abordagens críticas que têm sido feitas sobre o impacto deste tipo de unidades WtE na sociedade onde se insere, em âmbitos como o ambiente a saúde e a economia.

No terceiro capítulo é apresentada e fundamentada de forma detalhada a metodologia que foi utilizada para a obtenção dos resultados, fazendo o seu enquadramento com a regulamentação em vigor para o sector.

No quarto capítulo são apresentados os resultados obtidos, são traçados um conjunto de cenários exploratórios sobre o eventual impacto do novo sistema remuneratório de venda de energia gerada pelas CVE e ainda efetuada a discussão desses mesmos resultados, fazendo o seu enquadramento com as características técnicas da unidade e com a legislação em vigor.

No quinto capítulo são relatados os principais resultados obtidos, apresentadas as conclusões retiradas desses resultados e identificadas matérias relevantes a serem estudadas em complemento a este trabalho.

2 - Estado da Arte

Neste capítulo faz-se a caracterização do sector dos RSU e é apresentado um panorama geral da utilização tecnologias WtE pelo mundo, com especial foco nas CVE que utilizam a tecnologia da incineração de RSU.

2. Estado da arte

2.1. Caracterização do sector dos RSU

2.1.1. Tratamento dos RSU em Portugal

Em Portugal Continental estão implementados vinte e três sistemas de gestão de RSU em alta ou grossistas, onde se incluem todas as etapas inerentes à gestão de resíduos, com exceção da recolha dos resíduos provenientes das habitações (atividades em baixa ou retalhistas) [5], envolvendo também os municípios, abrangendo assim todo o território de Portugal Continental.

Cada um desses sistemas possui infraestruturas para garantir tratamento e destinação adequados para o RSU produzido na respetiva área.

Na figura 2.1 apresenta-se a localização destes sistemas, bem como das suas unidades de tratamento de RSU.



Figura 2.1-Mapa dos sistemas de gestão de RU e das instalações de tratamento em Portugal Continental, por região em Dezembro de 2019 (Adaptado) [6]

As Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira também dispõem de infraestruturas e equipamentos que asseguram a gestão e tratamento deste tipo de resíduos [6].

O país dispõe de um conjunto de instalações dedicadas ao tratamento de RU que refletem estratégias adotadas nos últimos anos, e que permitem a gestão integrada dos diferentes fluxos.

Na tabela 2-1 apresenta-se o número de infraestruturas existentes assim como as respetivas capacidades, em Portugal Continental.

Tabela 2-1- Número de infraestruturas existentes e respetiva capacidade, em Portugal Continental em Dezembro de 2019 (Adaptado) [6]

Infraestruturas	Nº	Capacidade nominal (t)	Capacidade efetiva (t)	Capacidade remanescente (t)
Unidades de triagem	29	579973	579973	
Tratamento mecânico	5	562310	562310	
Tratamento mecânico e biológico:				
Tratamento mecânico	18	1955485	1760537	
Tratamento biológico		903042	823037	
Digestão anaeróbica		427500	384750	
Compostagem		475542	438287	
Tratamento biológico (de biorresíduos recolhidos seletivamente)	5	120000	110000	
Unidades de produção de combustíveis derivados de resíduos (CDR)	5	235000	211500	
Valorização energética	2	1166832	104000	
Aterros	32			16628028

Da tabela 2-1 destacam-se, neste contexto, as duas instalações de incineração com produção de energia elétrica, ambas classificadas, pela sua eficiência energética, como R1, operação de valorização de resíduos.

A classificação de uma unidade como R1 é feita anualmente e depende do valor da eficiência energética da instalação, comparada com um valor de referência previsto pela Diretiva 2008/98/CE [7].

Para que a operação de uma unidade de incineração venha a ser classificada como valorização, a eficiência do seu processo terá de ser igual ou superior a 0,60 no caso das instalações em funcionamento e licenciadas nos termos da legislação comunitária aplicável antes de 1 de janeiro de 2009, ou de 0,65 para instalações licenciadas após 31 de dezembro de 2008 [8].

Caso este nível de eficiência não se venha a registar, o processo de incineração será considerado uma operação de eliminação, D10 [8].

O este indicador de eficiência energética é calculado com recurso à expressão número 1 [8]:

$$R1 = \frac{E_p - (E_f + E_i)}{0,97 \times (E_w + E_f)} \quad (1)$$

Onde,

E_p – é a energia anual produzida sob a forma de calor ou eletricidade. É calculada multiplicando por 2,6 a energia sob a forma de eletricidade e por 1,1 o calor produzido para uso comercial;

E_f – é a entrada anual de energia no sistema a partir de combustíveis que contribuem para a produção de vapor, podendo ser obtido somando os produtos de cada fluxo de combustível pelo seu Poder Calorífico Inferior (PCI);

E_w – é a energia anual contida nos resíduos tratados calculada utilizando o valor calorífico líquido dos resíduos;

E_i – é a energia anual importada com exclusão de E_f e E_w ;

0,97 é um fator que representa as perdas de energia nas cinzas de fundo e por radiação.

Estas unidades utilizam o RSU como principal combustível para produção de energia, e estão instaladas nas principais áreas metropolitanas do País.

Complementarmente existem 237 entidades gestoras em baixa, a maioria de pequena dimensão, restringindo-se ao universo municipal, responsáveis pela recolha indiferenciada proveniente das habitações [6].

2.1.2. Enquadramento legislativo na UE

O Pacto Ecológico Europeu (PEE) [9] traça uma nova estratégia de crescimento que visa transformar a União Europeia (UE) numa sociedade equitativa e próspera, dotada de uma economia moderna, eficiente na utilização dos recursos e competitiva, que, em 2050, tenha zero emissões líquidas de gases com efeito de estufa e em que o crescimento económico esteja dissociado da utilização dos recursos.

Trata-se de um documento bastante abrangente onde são fixadas metas em diferentes áreas como a construção, a indústria, o sector dos resíduos, os transportes, os recursos energéticos, a alimentação, o ambiente e a educação.

A fixação eficaz do preço do carbono em toda a economia, e garantir que em 2030, todas as embalagens utilizadas no mercado da UE sejam reutilizáveis ou recicláveis de forma economicamente viável, são alguns dos objetivos a concretizar [9].

Na figura 2.2 são demonstradas de forma esquematizada as linhas orientadoras do PEE.

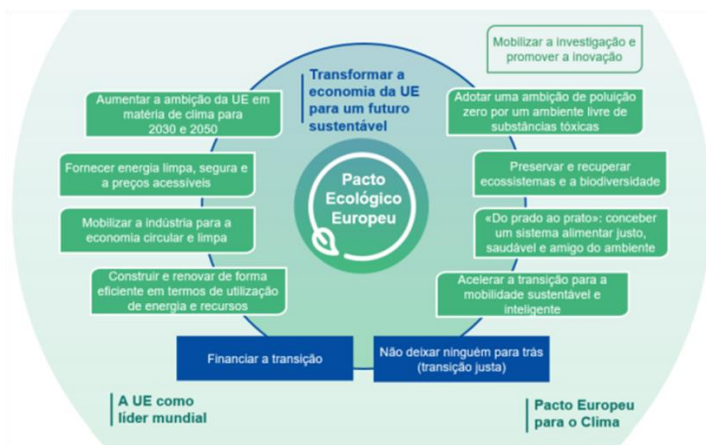


Figura 2.2- Pacto Ecológico Europeu [9]

Este documento estabelece metas concretas de redução das emissões de gases efeito de estufa (GEE) em pelo menos 55% até 2030, relativamente aos níveis de 1990 [9].

Esse objetivo será conseguido principalmente à custa de uma contribuição de 40% de energia renovável no consumo de energia primária, de uma redução de 36% no consumo de energia final e primária, e de uma redução de 55% nas emissões dos automóveis [10].

Um dos principais caminhos para a obtenção das metas propostas, passará necessariamente pela transformação de uma economia linear para uma economia circular, dissociando o crescimento económico da utilização de recursos sem, no entanto, comprometer a competitividade económica da UE.

Com o objetivo de materializar estas ideias, a Comissão Europeia (CE) adotou, em março de 2020, o novo Plano de Ação para a Economia Circular (PAEC) como um dos principais alicerces do PEE [11]. O novo PAEC tem como papel fundamental tornar os produtos sustentáveis um padrão na UE, garantindo menos desperdício e privilegiando os sectores com maior potencial de circularidade.

O PAEC estabelece uma estratégia orientada para o futuro, no intuito de criar uma Europa mais limpa e mais competitiva em associação com os agentes económicos, os consumidores, os cidadãos e as organizações da sociedade civil de forma a acelerar a mudança transformadora requerida pelo PEE, tendo por base as ações desenvolvidas no domínio da economia circular.

O plano inclui um conjunto de iniciativas relacionadas entre si de forma a estabelecer um quadro estratégico sólido e coerente, em que os produtos, serviços e modelos de negócio sustentáveis sejam a norma e haja uma transformação dos padrões de consumo no sentido da prevenção de resíduos [11].

A tabela 2-2 apresenta as principais áreas de intervenção previstas no âmbito do PAEC.

Tabela 2-2- PAEC Principais áreas de intervenção (Adaptado) [11]

QUADRO ESTRATÉGICO PARA A SUSTENTABILIDADE DOS PRODUTOS
PRINCIPAIS CADEIAS DE VALOR DOS PRODUTOS
MENOS RESÍDUOS, MAIS VALOR
COLOCAR A ECONOMIA CIRCULAR AO SERVIÇO DAS PESSOAS, DAS REGIÕES E DAS CIDADES
MEDIDAS TRANSVERSAIS
LIDERANÇA DO ESFORÇO A NÍVEL MUNDIAL
ACOMPANHAMENTO DOS PROGRESSOS REALIZADOS

Para o sector dos resíduos, o novo PAEC integra um conjunto de ações dedicadas à durabilidade e reutilização dos produtos, de modo a aumentar o conteúdo reciclável desses mesmos produtos e desta forma incrementar a reciclagem de alta qualidade.

Neste contexto torna-se impossível dissociar a economia circular e a política de resíduos e reciclagem.

A Diretiva 2008/98/CE, relativa aos resíduos foi criada com o objetivo de estabelecer medidas de proteção do ambiente e da saúde humana, prevenindo ou reduzindo os impactos adversos decorrentes da geração e gestão de resíduos, diminuindo os impactos gerais da utilização dos recursos e melhorando a eficiência dessa utilização.

Nesta diretiva são definidos, entre outros, os conceitos de “Recolha seletiva”, “Tratamento”, “Valorização” e “Reciclagem” e estabelecida uma hierarquia de gestão de resíduos na qual é dada prioridade à prevenção e redução da produção de resíduos.

Na figura 2.3 demonstra-se de forma gráfica a hierarquia de gestão de resíduos.



Figura 2.3- Hierarquia de gestão de resíduos [12]

São ainda estabelecidas medidas que visam o aumento da eficiência na gestão dos biorresíduos, são definidas responsabilidades na gestão de resíduos, nomeadamente ao nível dos produtores, e estabelecidos os princípios de autossuficiência e proximidade segundo os quais se deverá reger a gestão dos resíduos em cada um dos estados-membros [7].

Estabelece ainda, que a incineração e a co-incineração com valorização energética só ocorram com um alto nível de eficiência energética.

Posteriormente, a Diretiva 2018/851/CE vem alterar a Diretiva 2008/98/CE, com o objetivo de consolidar as medidas estabelecidas anteriormente, consideradas fundamentais para a transição para uma economia circular e para garantir a competitividade da União a longo prazo. Neste contexto, para além de alterações que visam corrigir insucessos anteriores, salienta-se a fixação de um conjunto ambicioso de objetivos no que diz respeito ao volume de resíduos a reciclar de forma a incrementar os avanços rumo a uma economia circular europeia, dotada de um elevado nível de eficiência dos recursos [13].

Este documento estabelece metas ambiciosas de reciclagem para os Resíduos Urbanos (RU), de um mínimo de 55% até 2025 e 60% até 2030 e 65% até 2035, e metas ainda mais ambiciosas para resíduos de embalagens, de um mínimo de 65% até 2025 e 70% até 2030 [13].

Noutro âmbito, a Diretiva 1999/31/EC, relativa à deposição de resíduos em aterro, teve como objetivo prever medidas, processos e orientações que viessem a evitar ou reduzir tanto quanto possível os efeitos negativos deste tipo de unidades no ambiente.

Desta diretiva destaca-se a definição dos conceitos de “Resíduo Urbano” e de “Aterro” e o estabelecimento de prazos e diretrizes para que os estados-membros definam uma estratégia nacional para a redução de Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB) destinados a aterro [14].

Em sequência, a Diretiva 2018/850/CE, vem ditar um conjunto de alterações ao disposto na Diretiva 1999/31/CE, das quais se salienta a obrigatoriedade dos estados membros virem a tomar as medidas necessárias para garantir que, até 2035, a quantidade de resíduos urbanos depositados em aterros seja reduzida para 10% ou menos, da quantidade total dos resíduos urbanos produzidos, e o estabelecimento de um conjunto de regras que permitirão calcular os níveis de cumprimento desta e de outras metas previstas [15].

2.1.3. Enquadramento legislativo em Portugal

Como membro da UE, Portugal, tem o dever de fazer refletir na sua governação os princípios propostos pelas Diretivas Europeias.

O Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU I) [16] foi aprovado em 1997 e configurou um instrumento de planeamento de referência na área do RSU, e que se revelou decisivo na implementação de um conjunto de ações fundamentais na política de RU [16].

Por sua vez, o Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos 2007-2016 (PERSU II) [17] consistiu numa revisão do PERSU I constituindo o novo referencial para os agentes do sector, para o horizonte 2007-2016.

O PERSU II, veio dar continuidade à política de gestão de resíduos, levando em conta os requisitos formulados a nível nacional e europeu, com especial empenho no cumprimento dos objetivos europeus em relação ao desvio de RUB de aterro, de reciclagem, e da valorização de resíduos de embalagens, buscando superar as limitações apontadas à implantação do PERSU I [17].

Neste documento foi revista a estratégia nacional de redução dos RUB destinados aos aterros, e definidas metas de valorização e reciclagem relativas à gestão de embalagens e resíduos de embalagens [17].

O Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos 2014-2020 (PERSU 2020) [18] veio estabelecer a visão, os objetivos, as metas globais e as metas específicas por SGRU, e as medidas

a implementar no quadro de resíduos urbanos no período 2014 a 2020, bem como a estratégia que suporta a sua execução, de forma a contribuir para o cumprimento das metas nacionais e comunitárias em matéria de RU.

Neste documento são definidos como grandes objetivos a cumprir os seguintes pontos:

- Prevenção da produção e perigosidade dos RU;
- Aumento da preparação para reutilização, da reciclagem e da qualidade dos recicláveis;
- Redução da deposição de RU em aterro;
- Valorização económica e escoamento dos recicláveis e outros materiais do tratamento dos RU;
- Reforço dos instrumentos económico-financeiros;
- Incremento da eficácia e capacidade institucional e operacional do sector;
- Reforço da investigação, do desenvolvimento tecnológico, da inovação e da internacionalização do sector;
- Aumento do contributo do sector para outras estratégias e planos nacionais;

Foram ainda definidas metas globais no que diz respeito à prevenção de resíduos, à preparação para reutilização e reciclagem, à reciclagem de resíduos de embalagens, e à deposição de RUB em aterro [18].

É neste enquadramento que é publicado o Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2014-2020 (PNGR 2020) [19], constituindo-se como um instrumento de planeamento macro da política de gestão de resíduos estabelecendo as orientações estratégicas, de âmbito nacional, de prevenção e gestão de resíduos.

O PNGR apresentava um modelo em que a concretização da visão e dos objetivos estratégicos definidos assentava em oito objetivos operacionais a alcançar:

- Prevenir a produção e a perigosidade dos resíduos;
- Consolidar e otimizar a rede de gestão de resíduos;
- Promover o fecho dos ciclos dos materiais e o aproveitamento da energia em cascata;
- Gerir e recuperar os passivos ambientais;
- Fomentar a cidadania ambiental e o desempenho dos agentes;
- Adequar e potenciar o uso dos instrumentos económicos e financeiros;

- Adequar e agilizar os processos administrativos;
- Fomentar o conhecimento do sector numa lógica de ciclo de vida.

Dando ênfase à necessidade de promover uma política de resíduos integrada no ciclo de vida dos produtos, centrada numa economia tendencialmente circular e que garanta uma maior eficiência na utilização dos recursos naturais, este documento, foi criado com o objetivo de preconizar uma mudança do paradigma vigente em matéria de resíduos, consubstanciando a prevenção e a gestão de resíduos como uma forma de dar continuidade ao ciclo de vida dos materiais, constituindo um passo essencial para devolver materiais e energia úteis à economia [19].

Posteriormente, considerando que a estratégia de gestão de resíduos deverá ser um processo dinâmico, é publicado o Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2020+ (PERSU 2020+) [20], com o objetivo de responder à necessidade de proceder a ajustamentos ao PERSU 2020 face à revisão das diretivas europeias, não o substituindo.

A visão, os objetivos, as metas globais e as medidas a implementadas no quadro da gestão de RU contemplados no PERSU 2020+, traduzem a estratégia que suporta os necessários ajustamentos.

Neste documento foram contempladas novas medidas nas seguintes áreas:

- Recolha seletiva de embalagens;
- Biorresíduos;
- Fração resto e Combustível Derivado de Resíduos (CDR),
- Energia proveniente de RU;
- Escórias não metálicas da incineração;
- Resíduos têxteis, dos resíduos perigosos;
- Financiamento, dos instrumentos económico-financeiros;
- Modelos de governação e monitorização.

Este documento revelou-se acima de tudo, uma reflexão estratégica às medidas do PERSU 2020, dando particular relevância aos modelos técnicos e de gestão [20].

Tentando dar sequência ao dinamismo que deve nortear as estratégias de gestão de resíduos, em 2020, foi publicada legislação [21] com vista à criação do PNGR para 2030 (PNGR 2030) [22] e do PERSU para 2030 (PERSU 2030) [6], que se encontram atualmente em fase de elaboração [16].

O Plano Estratégico de Resíduos Urbanos, com um horizonte temporal até 2030 (PERSU 2030), pretende garantir a aplicação da política nacional de gestão de RU, orientando os agentes envolvidos para a implementação de ações que permitam ao país estar alinhado com as políticas e estratégia comunitárias.

O Plano constitui-se como um documento evolutivo, de quarta geração, no qual se estabelece a política de resíduos em Portugal focando-se na implementação da hierarquia de resíduos, centrada na prevenção como objetivo prioritário, promovendo uma acentuada redução da produção de resíduos, prevê ainda, um reforço substancial dos quantitativos recolhidos seletivamente, com vista ao aumento da qualidade dos resíduos recuperados, condição essencial para a obtenção de produtos de maior valor acrescentado, fator considerado determinante para a transição para uma economia circular.

Neste documento são estabelecidos seis grandes objetivos, inseridos em 3 eixos, conforme se sintetiza na figura 2.4



Figura 2.4- PERSU 2030: Eixos e Objetivos [6]

De forma a concretizar estes objetivos são estabelecidas um conjunto de metas a alcançar. Assim, no ano de 2035, a preparação para a reutilização e a reciclagem de RU deverá alcançar um mínimo de 65% em peso. Estabelece-se ainda que em 2030, a quantidade de RU produzidos por habitante face aos valores de 2019 deverá reduzir em 15% e que até 2035 a quantidade de RU depositados em aterro deve ser reduzida para um máximo de 10% da quantidade total de RU produzidos.

Neste documento é também, dada especial importância à necessidade de assegurar um equilíbrio entre parcelas de maior significância, como tarifa, valores de contrapartida relativos a fluxos específicos de resíduos, e outras remunerações, como a relativa à venda de materiais resultantes do tratamento e produção de energia de forma a garantir o financiamento e a sustentabilidade financeira do sistema nacional de gestão, quer ao nível dos SGRU, quer dos Municípios.

É ainda evidenciado que os tarifários devem permitir a recuperação tendencial dos custos decorrentes da provisão dos serviços prestados, operando num cenário de eficiência e eficácia, salvaguardando a acessibilidade económica dos utilizadores aos mesmos.

E nesse contexto, é reconhecido que a remuneração da eletricidade, produzida pela incineração de RU, tem um impacto muito significativo na tarifa aplicada por estes SGRU e, conseqüentemente, pelos municípios, permitindo simultaneamente, o desvio de quantidades significativas de resíduos de aterro [6].

Por sua vez o Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2030 (PNGR 2030) estabelece a estratégia, de âmbito geográfico nacional, relativa à prevenção e gestão de resíduos e as regras orientadoras que asseguram a sua coerência com demais planos.

Constitui-se como um instrumento de planeamento macro da política de gestão de resíduos, alicerçando a sua visão em três objetivos estratégicos, consubstanciando uma economia que se pretende circular e eficiente em recursos, com vista à sustentabilidade e à neutralidade carbónica.

Na tabela 2-3, que se apresenta em seguida, são identificados esses objetivos estratégicos.

Tabela 2-3 - Objetivos estratégicos (Adaptado) [22]

OE1 Prevenir a produção de resíduos ao nível da quantidade e da perigosidade
OE2 Promover a eficiência e suficiência na utilização de recursos, contribuindo para uma economia circular
OE3 Reduzir os impactos ambientais negativos, através de uma gestão de resíduos integrada e sustentável

Neste documento é dada especial ênfase à necessidade de mudanças que venham a otimizar a contribuição que o sector dos resíduos terá de dar para descarbonização da economia portuguesa, uma vez que é responsável por 57% do total das emissões de metano a nível nacional, o que correspondeu em 2015 a 88% do total das emissões de GEE do sector.

Ao ter como pilar fundamental o reconhecimento dos resíduos como recursos, a estratégia delineada ao longo deste plano, pretende contribuir para dar resposta ao elevado nível de ambição colocado nas novas metas europeias, nomeadamente as relativas à deposição de resíduos em aterro, preparação para reutilização e reciclagem de RU, reciclagem de embalagens ou de redução do plástico, sobretudo o descartável, bem como à obrigatoriedade de recolha seletiva de fluxos, como os biorresíduos, os resíduos perigosos produzidos nas habitações ou os têxteis, e ainda à necessidade de combater o desperdício alimentar [22].

Referência ainda ao Plano Nacional Energia e Clima 2021 -2030 (PNEC 2030) [23] que constitui o principal instrumento de política energética e climática nacional, no qual se estabelece metas ambiciosas, mas exequíveis, para o horizonte 2030.

Este plano pretende constituir-se, como o primeiro de um novo ciclo de políticas integradas de energia e clima, focadas em promover a descarbonização da economia portuguesa e a transição energética, visando a neutralidade carbónica em 2050, no qual é também reforçada a necessidade de uma maior reutilização e reciclagem com foco em uma economia mais circular, dando prioridade à redução de resíduos seguida pela recolha seletiva de RSU.

Neste contexto, a concretização da visão estabelecida ao longo deste documento assenta assim nos seguintes objetivos:

- Descarbonizar a economia nacional;
- Dar prioridade à eficiência energética;
- Reforçar a aposta nas energias renováveis e reduzir a dependência energética do País;
- Garantir a segurança de abastecimento;
- Promover a mobilidade sustentável;
- Promover uma agricultura e floresta sustentáveis e potenciar o sequestro de carbono;
- Desenvolver uma indústria inovadora e competitiva;
- Garantir uma transição justa, democrática e coesa.

Para o sector dos resíduos, é identificada neste documento, a necessidade de adotar medidas que levem a uma redução de 30% das emissões de GEE.

Para a concretização dessa meta será dada prioridade à redução da produção de resíduos, seguindo-se o reforço da recolha seletiva de RU, com prioridade ao tratamento biológico de biorresíduos e à exploração intensiva de soluções de reutilização e reciclagem de materiais [23].

Mudando de contexto, importa ainda referir que nos sistemas de titularidade estatal geridos por entidades de capitais privados, como é o caso do sistema gerido pela Valorsul, é o Regulamento Tarifário do Serviço de Gestão de Resíduos Urbanos (RTR) [24] que estabelece os termos nos quais são fixadas as TRU.

A fixação das tarifas de tratamento de resíduos em alta é da competência da ERSAR, baseada num modelo regulatório assente na definição dos proveitos permitidos totais, dos proveitos tarifários e das tarifas para cada um dos anos do período regulatório [24].

Segundo a ERSAR, estas tarifas têm, por um lado, de permitir a recuperação económica e financeira dos custos dos serviços em cenário de eficiência e, por outro lado, promover a acessibilidade económica dos utilizadores [24].

O artigo 26º do RTR estabelece que os proveitos permitidos englobam o custo de capital, os custos de exploração, as receitas adicionais, os benefícios das atividades complementares, bem como ajustamentos, incentivos e variação de saldo regulatório nos casos a que a eles houver lugar.

2.1.4. Apresentação da Valorsul

A criação do PERSU I, em meados da década de 90 do século passado, veio dar o impulso decisivo para a implementação em Portugal do conceito de produção de energia a partir de resíduos que se tornou conhecido internacionalmente pelo acrónimo WtE referente a Waste to Energy.

Foi com o objetivo de encontrar uma solução para os milhares de toneladas de RU produzidos por ano em cinco municípios da área da Grande Lisboa, que a Valorsul nasceu no dia 16 de Setembro de 1994, fruto de uma sociedade anónima composta por 7 acionistas: 1) Parque Expo'98, SA; 2) Empresa Geral de Fomento, SA; 3) Câmara Municipal de Lisboa; 4) Energias

de Portugal, SA; 5) Câmara Municipal da Amadora; 6) Câmara municipal de Loures e 7) Câmara Municipal de Vila Franca de Xira, acionistas estes, que ao longo dos anos se foram alterando [25].

Na tabela 2-6 é apresentada a estrutura acionista da Valorsul em 2019, conforme consta no documento de apresentação de relatório e contas da empresa desse ano [26].

Tabela 2-4 - Estrutura acionista da Valorsul em 2019 (Adaptado) [26]

Acionista	%	Nº Ações	Capital
Empresa Geral de Fomento, S.A.	52,93	2667885	13 339 425 €
Município de Lisboa	20,00	1008000	5 040 000 €
Município de Loures	11,51	580263	2 901 315 €
Associação de Municípios do Oeste	5,25	264600	1 323 000 €
Município da Amadora	5,16	259958	1 299 790 €
Município de Vila Franca de Xira	4,61	232105	1 160 525 €
Município de Odivelas	0,54	27189	135 945 €
Total	100,0	5040000	25 200 000 €

Em 1995, é assinado com o Ministério do Ambiente um contrato de concessão por 25 anos, que torna a Valorsul como responsável pela conceção, construção e gestão de todas as instalações necessárias ao tratamento de RU gerados na sua área de influência.

Na figura 2.5 pode observar-se uma vista aérea CVE da Valorsul ainda em fase de construção.



Figura 2.5 - Vista aérea da CTRSU ainda em fase de construção [27]

Em 1998 é inaugurado o Aterro Sanitário de Mato da Cruz (ASMC), que passa a ser o destino final dos resíduos urbanos produzidos na área de intervenção da Valorsul.

Na figura 2.6 pode observar-se uma vista aérea do ASMC.



Figura 2.6– Vista aérea do ASMC [27]

Já em 1999 a CVE entra em fase de testes e começa a receber os resíduos urbanos que estavam a ser encaminhados para o ASMC.

Na figura 2.7 pode-se observar o momento simbólico da primeira descarga de RSU na fossa de armazenagem da CVE da Valorsul.

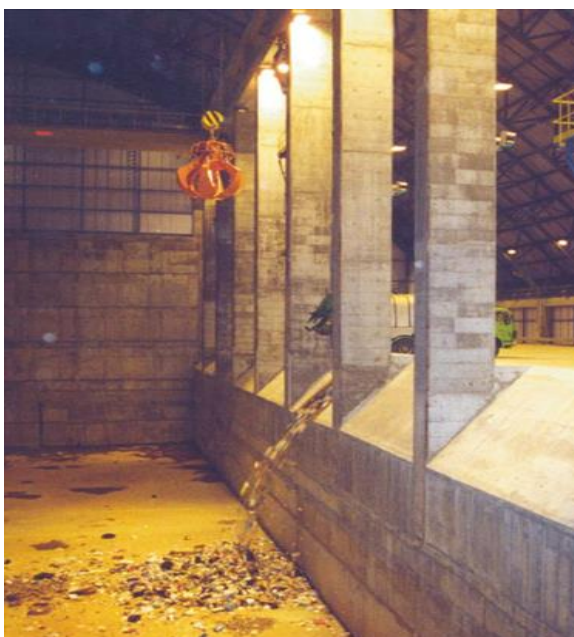


Figura 2.7- Primeira descarga de resíduos urbanos na Central de Valorização Energética [27]

Após a conclusão do período de testes, em fevereiro de 2000, é inaugurada oficialmente a Central de Valorização Energética da Valorsul.

Na figura 2.8 pode-se observar uma panorâmica geral da CVE da Valorsul e do restante edifício de apoio.



Figura 2.8 – CVE da Valorsul [27]

Ainda no mesmo ano é inaugurada a Instalação de Tratamento e Valorização de Escórias (ITVE), localizada no ASMC.

Na figura 2.9 pode observar as instalações da ITVE localizada no ASMC.



Figura 2.9- Instalação de Tratamento e Valorização de Escórias [27]

Dando sequência ao projeto, no ano de 2002 é inaugurada a maior Central de Triagem de Embalagens (CTE) do país, situada na freguesia do Lumiar em Lisboa, o que veio dar um impulso importante à reciclagem em Portugal.

Na figura 2.10 pode-se observar uma vista aérea das instalações do CTE.



Figura 2.10 – Vista aérea do CTE [27]

Finalmente em 2008 é inaugurada a Estação de Tratamento e Valorização Orgânica (ETVO), situada no concelho da Amadora, com objetivo de tratar e valorizar os resíduos orgânicos recolhidos seletivamente nos sectores da restauração, hotelaria, mercados abastecedores e retalhistas, limpeza de jardins, entre outros.

Através de um processo de digestão anaeróbica esta unidade produz fertilizante para uso agrícola e doméstico (composto), e energia a partir do aproveitamento do biogás produzido no processo.

Na figura 2.11 pode-se observar uma vista aérea das instalações da ETVO e o momento simbólico da primeira descarga de matéria orgânica naquela unidade de valorização energética.



Figura 2.11– Vista aérea da ETVO, e a primeira descarga de matéria orgânica [27]

Em 2010 ocorre a fusão entre a Valorsul e a Resioeste, empresa até aí responsável pelo SGRU da região oeste, numa só empresa e assistimos assim ao nascimento de uma nova Valorsul no dia 20 de Julho de 2010, que tem a concessão da exploração dos sistemas de triagem, recolha seletiva, valorização e tratamento de RSU das regiões de Lisboa e do Oeste, integrando como utilizadores originários os municípios de Alcobaça, Alenquer, Amadora, Arruda dos Vinhos, Azambuja, Bombarral, Cadaval, Caldas da Rainha, Lisboa, Loures, Lourinhã, Nazaré, Óbidos, Odivelas, Peniche, Rio Maior, Sobral de Monte Agraço, Torres Vedras e Vila Franca de Xira.

Na figura 2.12 pode-se observar as vistas aéreas Aterro Sanitário do Oeste (ASO) e da Estação de Transferência (ET) e Ecocentro do Sobral de Monte Agraço.



Figura 2.12– Vista aérea do ASO e da ET e Ecocentro do Sobral de Monte Agraço [27]

Na figura 2.13 mostra-se o mapa com a área de intervenção da Valorsul, bem como a localização e o tipo de instalações existentes.



Figura 2.13 - Área de intervenção e localização das instalações da Valorsul [27]

Atualmente a Valorsul opera em dezanove municípios onde se incluem a maioria dos municípios da região de Lisboa e Oeste, onde vivem 1,6 milhões de pessoas e onde são produzidos 20% dos RSU em Portugal [27].

Na tabela 2-5 apresentam-se alguns indicadores demonstrativos da atividade da Valorsul, referentes ao ano de 2019.

Tabela 2-5- Indicadores referentes a 2019 (Adaptado) [26]

INDICADORESTÉCNICOS E FINANCEIROS	2019	UNIDADE
Municípios servidos	19	
População servida	1,6	Milhões de habitantes
RU municipais indiferenciados	658.044	ton
RU indiferenciados grandes produtores	28.853	ton
RU recolhido seletivamente multi-material	94.137	ton
Venda de reciclável fração embalagem	69.132	ton
Venda de reciclável fração não embalagem	16.305	ton
Venda de energia	344	GWh

O volume de negócios da Valorsul compreende os rendimentos obtidos com a venda de energia e de recicláveis, as receitas das prestações de serviços de tratamento de resíduos e do abastecimento de gás natural carburante.

Em 2019 o volume de negócios totalizou 54 M€, dos quais 31 M€ foram provenientes da venda de energia. A venda de energia elétrica gerada na CVE é a maior fonte de receita da empresa, cifrando-se nesse mesmo ano em 28,4 M€, um valor que representa uma percentagem ligeiramente superior a 52% do volume total das receitas de toda a empresa [26].

Na figura 2.14 evidencia-se, percentualmente e em valor monetário, em milhões de euros, a contribuição de cada uma das fontes de receita no volume total das receitas da Valorsul no 2019.

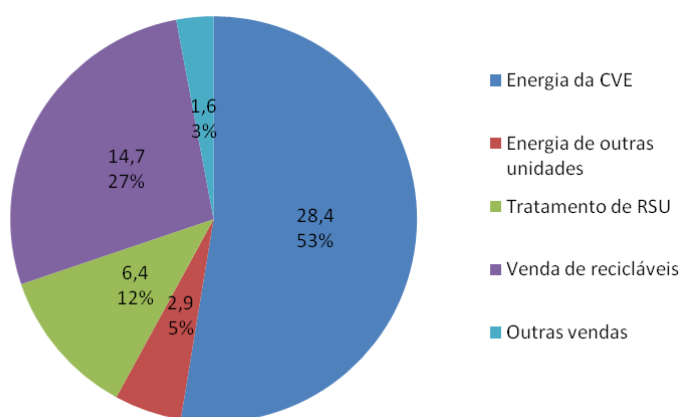


Figura 2.14 - Receitas da Valorsul em 2019 [26]

Acrescenta-se ainda que, conforme está regulamentado pelo Decreto-lei 108/2014, a exploração e gestão do Sistema de Lisboa e do Oeste estão atribuídas em regime de concessão exclusiva à VALORSUL S. A., até 31 de dezembro de 2034 [28].

2.2. Produção de Eletricidade a partir de RSU

2.2.1. Conceito Waste to Energy

Foi estabelecido pela UE uma meta de 10% da quantidade total de RSU para ser depositado em aterros, para os seus estados-membros até 2035 [15]. Esta meta poderá ser alcançada encaminhando parte desses resíduos, que não têm potencial para a reciclagem, para a produção de energia, o chamado processo Waste to Energy.

WtE é um termo amplo que inclui diversos processos de tratamento de resíduos que têm como subproduto a energia, entre eles a incineração de RSU. Esta energia pode ser na forma de eletricidade ou calor, ou na forma de CDR, que tem potencial na economia circular [29].

De acordo com a Diretiva Europeia sobre Fontes Renováveis de Energia, o WtE é classificado como fonte de energia renovável, cuja definição de biomassa inclui a parte biodegradável dos RU e industriais [30].

Podemos considerar a existência de 4 grupos de diferentes tecnologias WtE, tratamento biológico dos resíduos, que consagra as tecnologias de digestão anaeróbica, o tratamento térmico dos resíduos onde inclui a pirólise, a gasificação e a incineração, a exploração de gás de aterro e as bio refinarias [31].

A incineração é uma tecnologia WtE utilizada como tratamento para uma vasta gama de resíduos, e por norma faz parte de um elaborado sistema de tratamento de resíduos que, em conjunto com outras tecnologias, pretende dar resposta à gestão dos resíduos produzidos pela sociedade.

O primeiro objetivo da incineração de resíduos é tratar os resíduos de modo a reduzir seu volume e perigo. Complementarmente a incineração pode também permitir a recuperação do conteúdo energético, mineral ou químico dos resíduos [32].

Na prática, a incineração de resíduos é a oxidação dos materiais combustíveis contidos nesses mesmos resíduos.

Esses resíduos são geralmente um material altamente heterogéneo, constituído essencialmente por substâncias orgânicas, minerais, metais e água [32].

Na tabela 2-6 apresenta-se a composição típica do RSU na Alemanha.

Tabela 2-6- Composição típica do RSU na Alemanha (Adaptado) [32]

Parâmetro	RSU
Poder calorífico superior (MJ/kg)	7-15
Água (%)	15-40
Cinzas	20-35
Carbono (% sólido seco)	18-40
Hidrogénio (% sólido seco)	1-5
Azoto (% sólido seco)	0,2-1,5
Oxigénio (% sólido seco)	15-22
Enxofre (% sólido seco)	0,1-0,5
Flúor (% sólido seco)	0,001-0,0035
Cloro (% sólido seco)	0,1-1
Bromo (% sólido seco)	Sem informação
Iodo (% sólido seco)	Sem informação
Chumbo (mg/kg sólido seco)	100-2000
Cádmio (mg/kg sólido seco)	1-15
Cobre (mg/kg sólido seco)	200-700
Zinco (mg/kg sólido seco)	400-1400
Mercúrio (mg/kg sólido seco)	1-5
Tálio (mg/kg sólido seco)	<0,1
Manganês (mg/kg sólido seco)	250
Vanádio (mg/kg sólido seco)	4-11
Níquel (mg/kg sólido seco)	30-50
Cobalto (mg/kg sólido seco)	3-10
Arsénico (mg/kg sólido seco)	2-5
Cromo (mg/kg sólido seco)	40-200
Selénio (mg/kg sólido seco)	0,21-15
PCB (mg/kg sólido seco)	0,2-0,4
PCDD/F (ng I - TEQ/kg)	50-250

O RSU pode ser caracterizado como uma fonte de energia altamente heterogénea, bruta, contaminada e decrépita [33], da qual durante o processo de incineração, são criados gases de combustão que irão conter a maior parte da energia do combustível disponível na forma de calor. As substâncias orgânicas do combustível nos resíduos, em contacto com o oxigénio, queimarão quando atingirem a temperatura de ignição. O processo de combustão atinge a fase gasosa em frações de segundos e simultaneamente liberta a energia onde o valor calorífico dos resíduos e o

fornecimento de oxigénio é suficiente para levar a uma reação térmica em cadeia e a uma combustão autossustentável, não havendo assim necessidade de adição de outros combustíveis.

Como parte integrante do PAEC, as tecnologias WtE deveram respeitar a hierarquia de resíduos, logo a incineração de resíduos deve ser orientada para garantir que não haja impedimento do aumento da reciclagem e reutilização de resíduos e que não haja risco de sobre capacidade. A este respeito, o financiamento público para aumentar a capacidade de incineração de RSU deve ser limitado e bem justificado [29].

Outro aspeto a ter em conta é o facto de que a quantidade de carbono gerado na produção de eletricidade recorrendo à incineração de resíduos ser superior à quantidade média de carbono da rede [6].

Por fim é importante referir que a sustentabilidade do sector de RSU requer um equilíbrio entre os custos e as receitas permitidas do SGRU e dos municípios, que, se não alcançado, poderá ter como consequência o aumento da tarifa de resíduos paga pelos cidadãos e outros produtores de resíduos ou o não cumprimento das metas estabelecidas pela EU [6]. Muito desse necessário equilíbrio poderá ser alcançado recorrendo às importantes receitas provenientes da venda de energia gerada pelas tecnologias WtE, nomeadamente através da incineração de resíduos sem qualquer potencial para reciclagem que de outra forma irão acabar por ser depositadas em aterro.

2.2.2. Processo de valorização energética

O funcionamento de uma CVE de incineração de RSU pode-se resumir em cinco operações distintas [34]:

- Receção de RSU
- Queima de RSU
- Produção de energia elétrica
- Tratamento dos gases provenientes da combustão dos RSU
- Gestão dos resíduos produzidos

De forma esquemática apresenta-se na figura 2.15 o funcionamento de uma CVE de incineração de RSU.

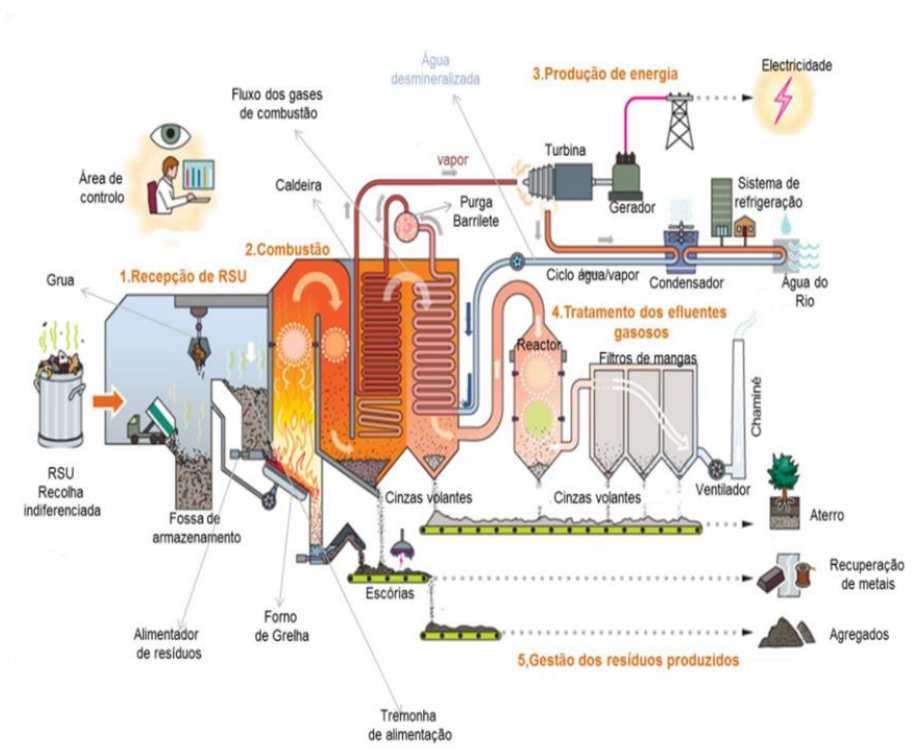


Figura 2.15 - Representação esquemática do funcionamento de uma central de incineração de RSU com valorização energética [34]

Este mesmo processo será detalhado em seguida, tendo como exemplo a CVE de incineração de RSU da Valorsul.

Nesta CVE são rececionados diariamente cerca de 2000 Ton de RSU, proveniente da recolha indiferenciada efetuada pelos municípios da área de influência da unidade e por empresas particulares devidamente autorizadas [27].

O RSU ainda dentro dos veículos é pesado à entrada da CVE e posteriormente é descarregado através de uma das 18 rampas da descarga, colocadas ao longo da fossa de armazenagem de resíduos, com capacidade para armazenar 12500 Ton de RSU [34].

Na figura 2.16 pode-se observar o processo de descarga e armazenamento do RSU na fossa de armazenagem.



Figura 2.16 - Fossa de armazenamento de RSU [27]

A fossa de armazenamento está localizada no interior de um edifício que se encontra em depressão de modo a evitar a propagação de odores e poeiras para o exterior. O ar do edifício é aspirado por um conjunto de ventiladores e utilizado na regulação da queima do RSU no interior da fornalha.

Toda a manipulação do RSU, apoio à descarga, acondicionamento e alimentação das fornalhas é efetuada com recurso a duas garras mecânicas, cada uma acoplada a uma ponte rolante, operada manualmente.

Na figura 2.17 pode-se observar a manipulação do RSU feita por uma garra mecânica.

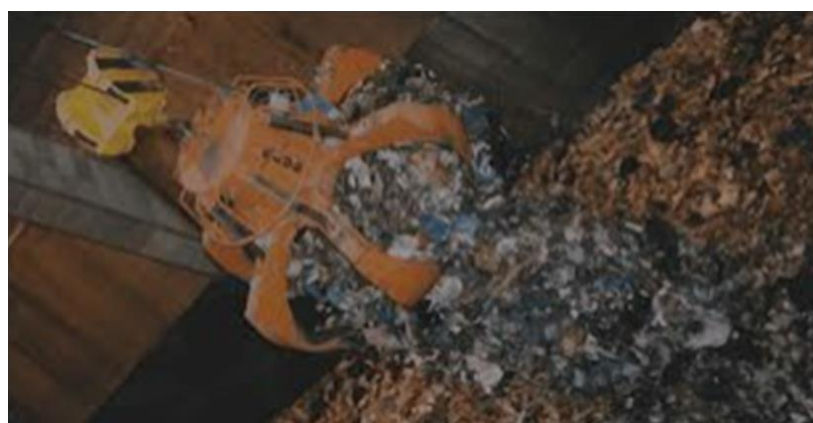


Figura 2.17 - Garra de RSU [35]

A queima dos RSU na CVE é feita em incineradores de grelha. As grelhas encontram-se na parte inferior da câmara de combustão e possuem as funções de transporte dos RSU e de assegurar uma boa distribuição do ar na fornalha.

Na figura 2.18 apresenta-se de forma esquematizada o princípio de funcionamento de um incinerador de grelhas.

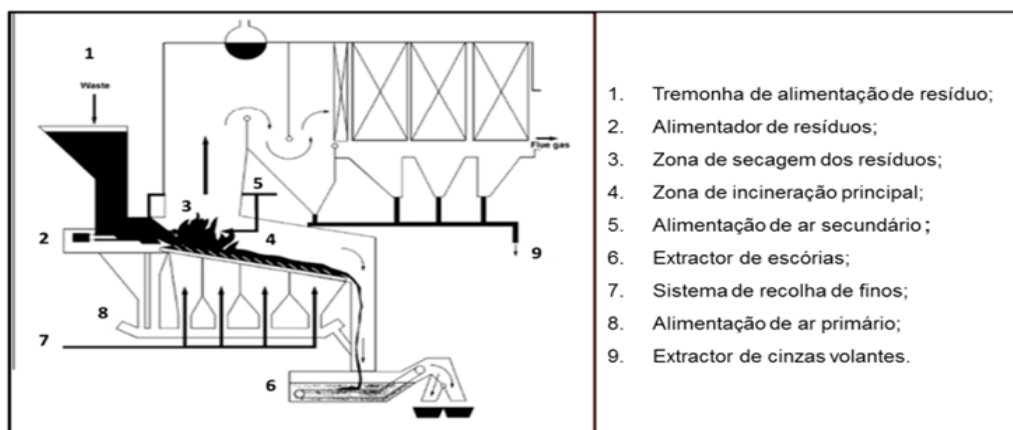


Figura 2.18 - Esquema de princípio do funcionamento de um incinerador de grelha [34]

Os resíduos são queimados dentro de uma câmara de combustão ou fornalha, a uma temperatura na ordem dos 1100°C e nunca inferior a 850 °C de modo a evitar a formação de dioxinas e furanos na fornalha, durante a queima dos resíduos, que têm tendências em formarem-se a temperaturas entre os 200 a 450°C [34].

Na figura 2.19 pode-se observar de forma esquemática o princípio de funcionamento de uma fornalha de incineração de RSU.

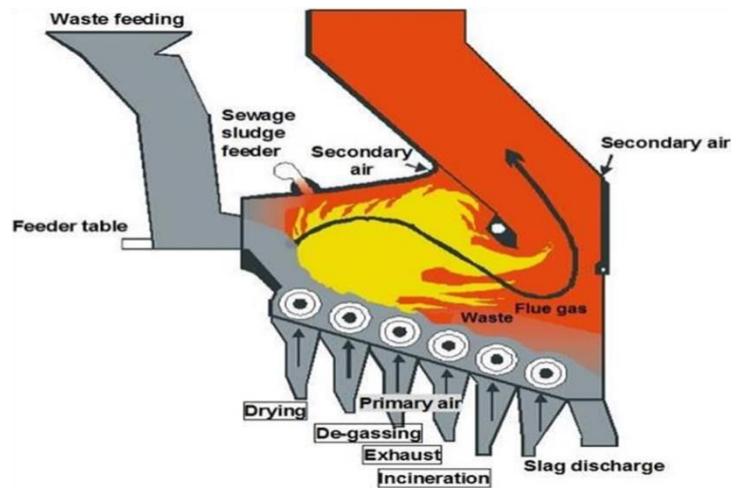


Figura 2.19 - Esquema de princípio do funcionamento da fornalha [32]

Essa temperatura mínima é garantida por queimadores auxiliares, alimentados a gás natural, que são ativados automaticamente sempre que a temperatura dos gases de combustão desça para valores inferiores a 850 °C. Os queimadores auxiliares são ainda obrigatoriamente utilizados durante as operações de arranque e de paragem.

O controlo da queima, para além da velocidade de andamento das grelhas que é regulável, é feito também com recurso à injeção de ar. O ar é injetado em vários pontos da fornalha, sob e sobre as grelhas, e tem como objetivo fornecer o oxidante, misturar os gases de combustão e evitar a formação de escórias na fornalha [34].

Na figura 2.20 pode-se observar o interior de uma fornalha no decorrer do processo de incineração de RSU.



Figura 2.20– Fornalha [36]

Ao longo do processo de queima os finos, resíduos incinerados de pequena dimensão, que daí vão resultando, caem através dos orifícios das grelhas e são posteriormente removidos para o extrator de escórias.

No final do processo o material resultante da queima, a escória, cai para o interior do extrator de escórias, selado com água, que tem o duplo objetivo de fazer o arrefecimento desse material e garantir a selagem de todo o sistema de queima.

Na figura 2.21 pode-se observar de forma esquemática o princípio de funcionamento de um extrator de escórias.

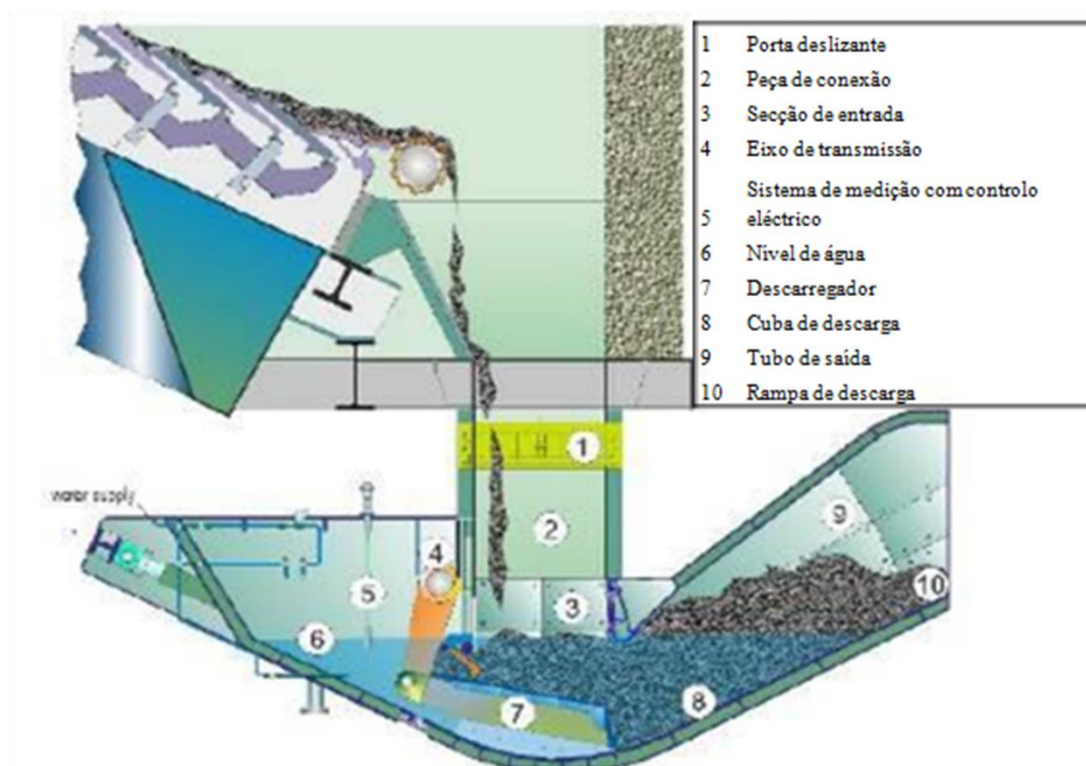


Figura 2.21 - Esquema de princípio do funcionamento de um extrator de escórias (Adaptado) [32]

A energia eléctrica fornecida à rede pela CVE é gerada por um grupo gerador acionado por uma turbina a vapor.

Na figura 2.22 pode-se observar o grupo gerador constituído pela turbina de acionamento e pelo gerador de produção de energia eléctrica.



Figura 2.22- Grupo gerador [35]

O vapor sobreaquecido é produzido na caldeira aproveitando a energia térmica gerada no interior da fornalha durante a combustão.

Após turbinado, o vapor é conduzido para um condensador, onde condensa e a água é alimentada novamente à caldeira, fechando-se assim o ciclo.

O arrefecimento do vapor turbinado no condensador é obtido pela circulação de água em circuito aberto, utilizando a água captada ao Rio Tejo.

Na CVE estão instaladas um conjunto de tecnologias cuja função é o tratamento dos gases gerados durante a combustão do RSU.

Na figura 2.23 pode-se observar o exterior do edifício de tratamento de gases e as linhas de encaminhamento para a atmosfera.



Figura 2.23 - Linhas de tratamento de gases [35]

Este tratamento consiste na remoção das partículas, na eliminação de alguns contaminantes como os metais pesados, dioxinas e furanos, redução do óxido de azoto (NO_x) e na neutralização de gases ácidos como o ácido clorídrico (HCl), o ácido fluorídrico (HF) e o dióxido de enxofre (SO₂) [34].

Na tabela 2-7 são identificados os gases resultantes do processo de incineração de RSU e as respectivas tecnologias de tratamento.

Tabela 2-7 - Tecnologias utilizadas no tratamento dos gases (Adaptado) [34]

Efluentes gasosos	Tecnologias
Partículas	Filtros de mangas
Gases ácidos (SO ₂ , HCL, HF)	Sistema semi-húmido Absorção com leite de sal
NO _x	Redução não catalítica seletiva
Metais pesados	Sistemas de adsorção com carvão ativado
Compostos orgânicos (dioxinas e furanos)	Sistemas de adsorção com carvão ativado

O tratamento dos óxidos de azoto baseia-se no processo de redução não catalítica seletiva por meio da injeção de uma solução aquosa de amónia a 24%, na câmara de combustão.

Para a neutralização dos gases HCl, HF e SO₂ foi adotado o processo semi-húmido, com recurso à utilização de uma suspensão aquosa de leite de cal. A neutralização ocorre num reator, que funciona em co-corrente com fluxo descendente dos gases de combustão e dispõem de dispositivos de atomização do leite de cal e de promotores do efeito de turbilhonamento dos gases.

Na figura 2.24 pode-se observar de forma esquemática o princípio de funcionamento de um sistema de neutralização de gases.

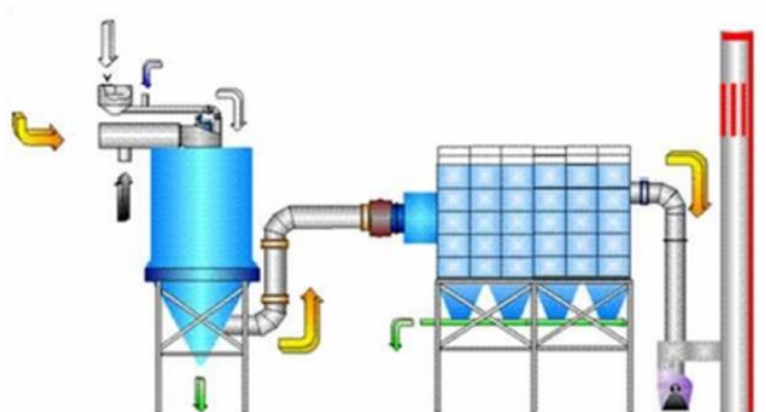


Figura 2.24 - Esquema de princípio de funcionamento de um sistema semi-húmido de neutralização de gases [32]

O sistema de remoção de dioxinas, furanos e metais pesados consiste na injeção de carvão ativado antes do atomizador, à entrada do reator de neutralização dos gases ácidos. O carvão ativado apresenta uma elevada eficiência de remoção das dioxinas, furanos e metais pesados, cerca de 99%, e é filtrado posteriormente a partir do fluxo de gases de combustão utilizando filtros de mangas e farão parte integrante dos resíduos sólidos resultantes do tratamento de gases.

O processo de remoção das partículas contidas nos gases de combustão é feito por intermédio dos filtros de mangas. Os gases de combustão atravessam as mangas de filtração no sentido do exterior para o interior, ficando as partículas, em suspensão, retidas no lado de fora das mangas [34].

Na figura 2.25 pode-se observar de forma esquemática a constituição de um filtro de mangas.



Figura 2.25 - Filtro de mangas [32]

Na sua grande maioria os resíduos sólidos produzidos por uma central de incineração de RSU são as designadas escórias. As escórias consistem no material queimado descarregado pela base da fornalha. Após separação magnética e crivagem são recuperados os metais ferrosos e não ferrosos, que posteriormente serão enviados para reciclagem.

Na figura 2.26 pode-se observar parte do processo de tratamento e valorização de escórias.



Figura 2.26- Tratamento de escórias [35]

Após este processo, o restante material é enviado para aterro sanitário ou pode ainda, após novo processo de tratamento e maturação ficar preparado para ser utilizado como agregados para a construção civil.

Na figura 2.27 pode-se observar o armazenamento de agregado proveniente do processo de valorização de escória.



Figura 2.27 - Agregado produzido a partir de escória [35]

A outra parte importante dos resíduos sólidos produzidos por uma central de incineração, são as cinzas. As cinzas podem ser provenientes do sistema de recuperação do calor ou do sistema de tratamento dos gases.

As cinzas são arrastadas juntamente com os gases de combustão e incluem compostos voláteis condensados do arrefecimento dos gases. Este subproduto requer uma gestão em particular, tendo em conta que possuem um potencial de poluição elevada, devido à presença de metais pesados e por serem compostos por partículas de dimensões muito reduzidas. O seu manuseamento deve ser de tal forma a evitar a sua fuga para o exterior e o encaminhamento para tratamento deve ser feito em contentores apropriados para o efeito.

2.2.3. Características técnicas da CVE da Valorsul

A CVE da Valorsul entrou em funcionamento a 14 de fevereiro de 2000e tem uma capacidade de processamento de 28000 kg de RSU por hora, com um PCI nominal 7820 kJ/kg, recorrendo ao processo de incineração em massa [35].

Junto do gabinete técnico da manutenção da Valorsul foi possível saber as principais características da CVE.

Assim, a instalação é composta por 3 unidades geradoras de vapor, construídas pela Foster Wheeler Energia, de circulação natural do tipo painel de água com sobreaquecimento, cada uma capaz de gerar 74290 kg/h de vapor sobreaquecido à pressão de 52,7 kg/cm² a 420 graus de temperatura.

As unidades geradoras de vapor alimentam uma turbina de condensação com catorze andares de marca Dresser Rand.

A turbina é responsável pelo acionamento de um alternador síncrono trifásico com ligação em estrela de marca Jeumont, com modo de excitação “brushless”, de 63198 kVA de potência nominal, com 1 par de polos a funcionar à tensão nominal de 10000 V e um fator de potência de 0,8.

A exportação de energia é feita através de um transformador de potência de marca Efacec, do tipo concêntrico a óleo, com grupo de ligação YNd11, de 63000 kVA de potência nominal e tensão nominal de 64950 V na AT e 10000 V em MT, com regulador de tomadas em carga com 21 posições.

A ligação à subestação da EDP em Fanhões é feita por 2 linhas AL/AÇO, com o comprimento de 11250m e 10500m e com uma secção de 325mm².

Para além da energia elétrica obtêm-se ainda do processo de valorização energética do RSU, escórias, sucata ferrosa, cinzas volantes e gases de combustão.

2.2.4. Funcionamento do mercado grossista de eletricidade

De modo a se conceber uma opinião mais informada acerca do tema em estudo, importa compreender, ainda que de forma superficial, o funcionamento do mercado grossista de eletricidade, no qual deverá assentar o sistema remuneratório da venda de eletricidade gerada pelas CVE a partir de 2025.

O Mercado Ibérico da Eletricidade (MIBEL), existe em pleno desde julho 2007, e resulta de um processo de cooperação desenvolvido pelos Governos de Portugal e de Espanha com o objetivo de promoverem integração dos sistemas elétricos dos dois países [37].

Neste contexto procedeu-se à criação de um Operador de Mercado Ibérico (OMI) responsável pela gestão dos mercados organizados do MIBEL, sendo que este assentaria numa estrutura bipolar interligada, composta pelo OMIE (Pólo espanhol) com a competência da gestão do mercado diário e Intra diário e pelo OMIP (Pólo português) encarregue da gestão dos mercados a prazo [38].

O mercado grossista de eletricidade funciona através do emparelhamento das ofertas, preço e quantidade, de compra e venda de eletricidade a serem efetuadas por produtores e comercializadores. A cada hora, as ofertas são agrupadas por mérito de preço pelo operador do mercado. O preço de fecho da eletricidade a cada hora é dado pela intersecção das curvas de oferta com as curvas de procura [39].

Na figura 2.28 mostra-se um exemplo do emparelhamento das curvas de ofertas de compra e venda para a primeira hora do dia 26/12/2022.

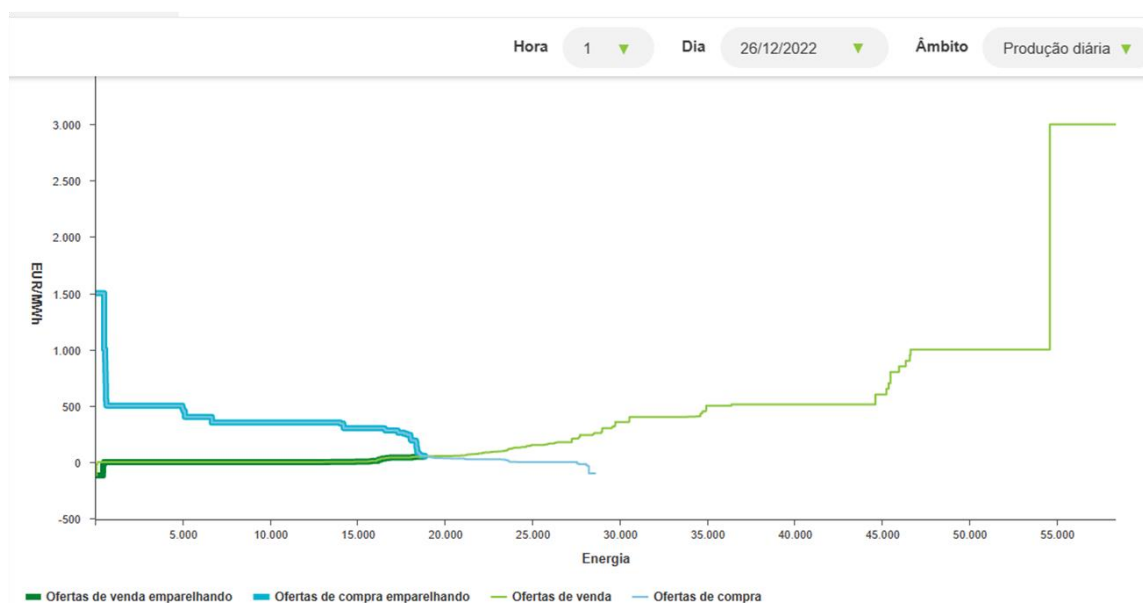


Figura 2.28- Curvas agregadas de oferta e procura [40]

Assim sendo toda a energia que se prevê vir a ser necessária para satisfazer o consumo numa determinada hora, é vendida aos compradores pelo preço de fecho, independentemente do preço de cada licitação de venda, fazendo assim com que o mercado remunere todos os produtores pelo mesmo valor.

Nos mercados grossistas da UE aplica-se o modelo marginalista, que consiste em que os produtores de eletricidade façam as suas ofertas de forma a cobrir os custos marginais de produção ou custo variável de produção. Estes custos incluem os custos com combustíveis, como o gás natural, os custos das emissões, os impostos e outros custos variáveis de manutenção e operação [39].

Em função da aplicação deste modelo, nem todos os produtores têm a mesma estratégia de abordagem do mercado. Essa estratégia depende principalmente do custo variável da fonte de energia e da capacidade de armazenamento dessa mesma fonte.

No caso dos produtores renováveis, estes ofertam um preço perto de zero, aumentando assim as probabilidades de vir a injetar energia na rede. Apesar de estes licitarem a zero, recebem o preço de fecho de mercado pela energia que produzem, como referido anteriormente. São, por isso, chamadas tecnologias “tomadoras de preço”, porque adotam o preço de outras tecnologias [39].

Na maioria das horas, o preço de fecho é estabelecido pelos produtores que utilizam fontes não renováveis, e que têm necessariamente de fazer refletir o preço do combustível utilizado na produção de eletricidade, como por exemplo o gás natural ou o carvão e em alguns casos também os custos das licenças de carbono. Apesar desta desvantagem competitiva, estes produtores têm a flexibilidade de produzir quando os recursos renováveis não estão disponíveis. São chamadas tecnologias “estabelecedoras de preço” [39].

Um outro aspeto importante do mercado grossista de eletricidade neste contexto que aqui é abordado é o da valorização dos desvios à programação.

É considerado desvio à programação o resultante da diferença, entre a participação verificada no MIBEL, e o respetivo programa horário de liquidação [41].

A valorização das energias de desvio à programação deve remunerar, através de um jogo de soma nula, todas as valorizações de energia resultantes da mobilização de reserva de potência ativa para resolução de desvios à programação [41].

Assim uma eventual valorização negativa dos desvios à produção levará a uma penalização na receita pela venda da energia elétrica.

Este mecanismo obriga a que os produtores tenham um grande controlo sobre as tecnologias que utilizam para produzir energia elétrica, privilegia os processos de produção mais estáveis, e pode-se tornar bastante penalizadora para as unidades onde o processo de geração de energia elétrica é secundário e tecnicamente mais difícil de controlar, como é o caso das CVE.

2.2.5. Regulamentação da remuneração da venda de eletricidade gerada nas CVE

O Decreto-lei 189/1988 estabeleceu as regras aplicáveis à produção de energia elétrica a partir de recursos renováveis e à produção combinada de calor e eletricidade [42].

Posteriormente o Decreto-lei 168/1999 [1], complementado pelo Decreto-lei 33-A/2005 [43] e posteriormente pelo Decreto-lei 225/2007 [44], estabelece os princípios necessários à internalização dos benefícios ambientais proporcionados por essas instalações, permitindo a implementação de tarifas para a produção de eletricidade habitualmente designadas por Produção em Regime Especial (PRE), estabelecendo assim a expressão para o cálculo da remuneração pelo fornecimento da energia entregue à rede pelas instalações licenciadas ao abrigo desta legislação, apresentada de seguida:

$$VRD_m = KMHO_m \times [PF(VRDM)_m + PV(VRDM)_m + PA(VRDM)_m \times Z] \times \frac{IPC_{m-1}}{IPC_{ref}} \times \frac{1}{(1-LEV)} \quad (2)$$

Onde,

VRD_m é a remuneração aplicável a centrais renováveis, no mês m ;

$KMHO_m$ é um coeficiente facultativo, que modula os valores de $PF(VRD)_m$ e de $PV(VRD)_m$ em função do posto horário em que a energia tenha sido fornecida;

$PF(VRD)_m$ é a parcela fixa da remuneração aplicável a centrais renováveis, no mês m ;

$PV(VRD)_m$ é a parcela variável da remuneração aplicável a centrais renováveis, no mês m ;

$PA(VRD)_m$ é a parcela ambiental da remuneração aplicável a centrais renováveis, no mês m ;

IPC_{m-1} é o índice de preço no consumidor, sem habitação, no continente, referente ao mês $m-1$;

IPC_{ref} é o índice de preços no consumidor, sem habitação, no continente, referente ao mês anterior ao do início do fornecimento de eletricidade à rede pela central renovável;

LEV representa as perdas, nas redes de transporte e distribuição, evitadas pela central renovável;

Z é o coeficiente adimensional que traduz as características específicas do recurso endógeno e da tecnologia utilizada na instalação licenciada.

No ano de 2005, o Decreto-Lei nº 33-A/2005 veio determinar que a tarifa de entrega, calculada nos termos da fórmula acima referida, teria a duração de 15 anos a contar do início de fornecimento de eletricidade à rede, para as CVE de resíduos sólidos urbanos, na vertente de queima [43]. O que no caso da CVE da Valorsul, remeteria a duração da tarifa até março de 2015.

Em 2013 o Decreto-Lei nº 35/2013 veio estabelecer que no caso dos centros electroprodutores não hídricos que já se encontrassem em exploração à data de entrada em vigor do Decreto-Lei n.º 33 -A/2005, a tarifa de entrega fosse mantida por um prazo de 15 anos a contar dessa data [45]. O que prolongou o período de vigência da tarifa de entrega da CVE da Valorsul até fevereiro de 2020.

Em 2020, a 13 de fevereiro seria publicada a Portaria nº41/2020 que estabeleceria uma extensão da tarifa de entrega por 6 meses até agosto de 2020 [46].

A 15 de Outubro é publicada a Portaria nº 244/2020, que vem determinar um novo modelo remuneratório para a venda de energia elétrica proveniente das CVE assente na participação no mercado grossista de venda de energia elétrica [2].

A mesma Portaria determina que a tarifa aplicável corresponde ao preço de fecho do mercado diário, afeto à área portuguesa do MIBEL, nas horas de produção dos centros electroprodutores abrangidos, acrescido de uma bonificação correspondente à diferença entre este e a tarifa fixada no Decreto-Lei 189/88 [47].

A bonificação referida é progressivamente reduzida mediante a aplicação dos seguintes coeficientes:

- a) 1 em 2020;
- b) 0,75 em 2021;
- c) 0,50 em 2022;
- d) 0,25 em 2023.

Está ainda prevista uma penalização em 50% no valor da bonificação caso o titular do centro electroprodutor não cumpra as metas que lhe estejam fixadas no PERSU em vigor, nomeadamente as metas relacionadas com o desvio de biorresíduos [2].

Finalmente a 30 de dezembro é publicada a Portaria nº 308-C/2020 que prolonga os prazos de vigência das bonificações pelo período de um ano, remetendo a entrada em mercado da energia produzida pelas CVE para o ano de 2025 [3].

2.2.6. Implantação de WtE pelo mundo

Será graças à utilização das tecnologias WtE, que parte dos 2.2 bilhões de Ton de RSU que se estima venham a ser produzidas anualmente em todo o mundo já em 2025, virão a ser transformados em recursos importantes para a comunidade como por exemplo composto orgânico, materiais recicláveis, energia térmica e energia elétrica [31].

A utilização de tecnologias associadas ao conceito WtE pelo mundo ainda não ocorre de forma homogênea, havendo grandes disparidades mesmo entre países vizinhos. O empenho político dos diversos governos e a disponibilidade financeira dos estados parecem ser os fatores com maior influência nessa disparidade.

Na China a aposta na incineração como modo de valorização energética dos RSU é uma realidade fortemente implantada.

A incineração como método de valorização de RSU foi introduzida neste país na década de oitenta, ao qual se seguiu um forte crescimento durante toda a década de noventa, crescimento esse que se viria a manter na primeira década do século vinte um, durante a qual o número de CVE aumentou de quarenta e sete em 2003 para cento e sessenta e seis em 2013, traduzindo-se num acréscimo de capacidade de valorização de resíduos de mais de 40 milhões de ton/ano, situando-se nesse mesmo ano de 2013, essa capacidade em 46,3 milhões de ton [48].

No ano de 2014, do trabalho conjunto destas CVE resultou na produção de 18700 GWh de energia, que representou 1,2% do total de energia renovável produzida no país durante esse ano [48].

Apesar de grandes, estes números continuam a crescer, em 2018 foram contabilizadas um total de trezentas e trinta e uma CVE de incineração de RSU em funcionamento, estando ainda no mesmo ano oitenta unidades em construção por toda a China [49].

Panorama bem diferente é o da Malásia. Neste país do Sudeste Asiático o recurso a CVE pelo método da incineração de RSU é muitíssimo limitado.

Num país onde quase 90% do RSU produzido ainda vai diretamente para aterro, e apesar de em 2011 ter sido implementado pelo governo um plano que permitiu a construção de cinco pequenas centrais de incineração, apenas uma delas se dedica à valorização energética, oferecendo à rede elétrica 1 MW de potência instalada, a partir da queima diária de aproximadamente 100 Ton de RSU [50].

Também na Europa o posicionamento dos países em relação às tecnologias WtE em geral, e em particular à incineração como forma de valorização do RSU não é uniforme.

A Suíça é um dos países de Europa onde a valorização energética de RSU recorrendo ao método da incineração está solidamente implementada.

Neste país, em 2019, estavam em funcionamento trinta incineradoras, todas com capacidade para fazer o aproveitamento energético dos resíduos e que no total teriam a capacidade de valorizar 3,55 milhões de Ton/ano, sendo que destes, 80% correspondem a RSU. Este conjunto de CVE foi responsável pela produção anual de energia elétrica de aproximadamente 1824 GW representando aproximadamente 5% das necessidades energéticas do país.

A elevada taxa de reciclagem que se regista no país obriga a um planeamento apurado da operação das CVE devido ao risco do RSU disponível não ser suficiente para alimentar todas as unidades existentes, planeamento esse, que, no entanto, não evitou o aparecimento de um mercado de importação de RSU proveniente de países vizinhos como são os casos da Alemanha, Áustria, França e Itália.

Alvo de uma política de constantes melhoramentos nas tecnologias usadas, com especial incidência no tratamento dos gases de combustão, na Suíça, a energia elétrica injetada na rede pelas CVE é considerada renovável, e vista como parte integrante do reforço energético necessário para a substituição da energia nuclear, prevista após um referendo realizado em 2013 [51].

Por sua vez na Alemanha, o panorama da WtE é vasto e diversificado englobando tecnologias que vão desde a incineração diferenciada de diversos tipos de resíduo (RSU, resíduos perigosos, e refugos de madeira), passando pela digestão anaeróbica e pelas centrais de biomassa [52].

No que diz respeito às CVE de incineração de RSU, existiam em 2018 um total de sessenta e seis unidades com capacidade para incinerar 20 milhões Ton/ano [52].

Na sua maioria estas CVE dedicam-se à produção conjunta de calor e energia elétrica, havendo, no entanto, uma pequena parte, seis unidades, que se dedicam exclusivamente à produção de energia elétrica [52].

No ano de 2015 as WtE na Alemanha foram responsáveis pela produção de aproximadamente 3,7% do consumo energético desse ano, produzindo no total 320 PJ de energia, sendo 225 PJ sob a forma de calor e 90 PJ sob a forma de energia elétrica, da qual as CVE de incineração de RSU foram responsáveis pela produção de 29,76 PJ [52].

Apesar de uma tendência de crescimento da utilização da capacidade de recepção de RSU instalada e de algumas unidades estarem em diversos anos a exceder a sua capacidade de projeto, até ao ano de 2019 não estava prevista a construção de nenhuma nova CVE de incineração de RSU, estando, no entanto, aprovada a expansão de uma já existente [52].

A Itália, é um dos países europeus com maior número de incineradoras instaladas, num total de quarenta e uma. No entanto apenas vinte e quatro têm capacidade para gerar energia elétrica [53].

Em Espanha, no ano de 2007, existiam dez unidades de incineração, das quais sete eram consideradas CVE, e que foram responsáveis pela valorização de 1,7 milhões de Ton de RSU e pelo fornecimento à rede elétrica de 1600 GWh de energia elétrica, números, que continuaram a aumentar, e em 2012 nestas mesmas unidades foram valorizadas 2,3 milhões de Ton de RSU correspondendo a um aumento de 11% num período de cinco anos [53].

A Grécia é um dos poucos países da UE em que o conceito WtE ainda não se encontra implementado nos SGRU.

Apesar da lei grega se encontrar alinhada com as diretivas da UE para a incineração, prevendo inclusive uma taxa bonificada de entrega à rede de eletricidade proveniente das CVE, constrangimentos de ordem legal e burocrática e a pouca qualidade da informação ambiental com as consequentes dificuldades na aceitação da opinião pública, têm atrasado a implementação deste tipo de unidades naquele país [53].

Na Noruega o RSU é visto como um recurso, e neste contexto a integração de unidades de WtE nos SGRU e de energia é prática comum naquele país.

Em 2015 existiam na Noruega dezassete CVE, das quais a maioria utiliza a tecnologia da incineração para a geração de vapor e energia elétrica, para abastecimento das comunidades locais e também para a indústria, constituindo-se em determinadas regiões do país como um elo decisivo na cadeia de fornecimento de energia [53].

No Reino Unido, em 2014 existiam vinte e nove CVE, das quais 5 dedicam-se à valorização de aproximadamente 2,3 milhões de Ton de RSU por ano. No entanto a capacidade instalada de CVE que utilizam a tecnologia da incineração neste país fica muito aquém das necessidades e apenas 8 a 9% do RSU produzido neste país é valorizado energeticamente, havendo uma larga maioria de RSU que é incinerado sem haver qualquer tipo valorização energética [53].

Nos estados Bálticos, de uma forma geral o conceito WtE ainda se encontra pouco enraizado e o custo da construção das CVE é considerado demasiado elevado para a dimensão dos países, mesmo levando em conta os apoios da UE.

Em 2015 na Letónia ainda não existia qualquer unidade CVE e o conceito ainda era muito pouco conhecido no país [53].

Por sua vez na Estónia, em 2013, foi inaugurada a primeira e única CVE do país, com capacidade para anualmente valorizar 220 000 Ton de RSU, e de gerar 138 GWh de energia. A instalação desta unidade foi considerada um sucesso contribuindo decisivamente para a redução da quantidade de RSU enviada para aterro e revelando-se ainda, mais económica que a solução anterior. No entanto problemas com a operacionalidade da unidade, que por vezes tem sido obrigada a importar RSU para se manter em serviço, têm vindo a ensombrar esta opção, gerando discussão na sociedade e inviabilizando a implementação de mais soluções deste tipo [53].

Paralelamente na Lituânia, tendo como referência o ano de 2015, existia também uma única CVE dedicada à valorização energética de RSU com potência instalada de 20 MW de energia elétrica e 50 MW de energia térmica. Ainda neste país estava prevista a construção até 2020 de mais duas CVE com capacidade para em conjunto valorizarem 360 000 Ton/ano de RSU [53].

Na Polónia a indústria WtE tem-se revelado bastante dinâmica com principal destaque para as CVE destinadas à valorização de RSU aplicando a tecnologia da incineração.

Até 2015 existia apenas uma CVE em toda a Polónia com capacidade para valorizar 60 000 Ton/ano. Posteriormente, nos dois anos seguintes, entraram em serviço mais seis unidades que

operam este tipo de tecnologia, aumentando de forma decisiva a capacidade de o país valorizar os seus RSU para quase 1 milhão de Ton/ano, o equivalente a quase 9% do RSU produzido em todo o seu território.

No entanto este crescimento abrupto tem levado a que os governantes equacionem reconsiderar a autorização para a construção de novas unidades, de modo a evitar situações que possam vir a revelar-se contraproducentes para os objetivos globais da gestão dos RSU do país [53].

Numa visão mais geral, em 2016 foram contabilizadas quinhentas e doze unidades na Europa, das quais duzentas e cinquenta e uma dedicam-se à produção combinada de calor e energia elétrica, cento e sessenta e uma dedicam-se à valorização dos RSU exclusivamente através da produção de energia elétrica e noventa e quatro em exclusivo à produção de calor.

Em 2015 aproximadamente 27% do RSU produzido foi incinerado, e o país que mais energia elétrica gerou a partir da valorização do RSU na Europa, recorrendo à tecnologia da incineração, foi a Alemanha com 5768 GWh, seguido de longe pelo Reino Unido com 2782 GWh, e da Itália que produziu 2344 GWh, já abaixo da barreira dos 2000 GWh ficaram a França e a Holanda com 1999 GWh e 1997 GWh respetivamente, sendo estes os países com maior produção de um total de vinte e um países com capacidade instalada de produção de energia elétrica recorrendo a esta tecnologia [54].

No Brasil, apesar do enorme potencial de valorização de RSU, onde são produzidas em média 192 000 Ton por dia e cuja valorização energética poderia gerar entre 35 e 50 TWh de energia elétrica por ano, o recurso à tecnologia da incineração ainda é muito pouco usado, sendo apenas destino de resíduos perigosos, deixando por isso de fora o potencial do RSU [55].

Já nos Estados Unidos da América, em 2019, foram contabilizadas oitenta e seis unidades que operam sobre o conceito WtE, sendo a sua maioria CVE que utilizam a tecnologia da incineração, para a valorização de apenas 13% do RSU gerado naquele país. Um dado interessante é que apenas trinta e quatro dos cinquenta estados que compõem o país consideram a energia proveniente de unidades WtE como energia renovável [56].

Referência a África, nomeadamente à região Sub Sariana, na qual a utilização de tecnologias WtE é baixíssima. Naquela região as Ilhas Maldivas são o único país que recorre à tecnologia da incineração [57].

Em Portugal, existem atualmente quatro CVE que se dedicavam à valorização do RSU com recurso à incineração [58].

São elas a CVE da Valorsul em Bobadela distrito de Lisboa, a CVE da Lipor II situada na Maia, distrito do Porto, a CVE da Meia Serra na região autónoma da Madeira e a CVE da TERAMB na ilha Terceira na região autónoma dos Açores [58].

A de maior capacidade é a CVE da Valorsul, esta unidade processa em média 2000 Ton de RSU por dia e em 2018, o valor da venda de energia elétrica à rede ascendeu aos 24,5M€.

A CVE da Lipor II processa diariamente uma média 1100 Ton RSU e no mesmo ano de 2018 o valor da venda de energia à rede elétrica foi de 15 M€ [30].

Por sua vez a CVE da Meia Serra tem uma capacidade de processamento de RSU de 8 Ton/h e à potência nominal produz 8MWh de energia elétrica. Como exemplo no ano de 2016 esta unidade recebeu e tratou aproximadamente 108 000 Ton de RSU e produziu 47,5 GWh de energia elétrica [30].

Finalmente a CVE da TERAMB, tem uma capacidade de processamento de RSU de 40000 Ton/Ano de RSU, e quanto à produção de energia tem uma potência instalada de 2620 kW [59].

Em comum estas 4 unidades têm o facto de serem autossuficientes em termos energéticos, entregando ainda à RESP uma parte bastante significativa da energia elétrica por elas produzida [30].

2.2.7. Impacto da CVE no ambiente

A pegada ambiental das unidades WtE é frequentemente discutida e normalmente pouco consensual.

Uma conclusão importante que se pode tirar é que para o ambiente a escolha da tecnologia WtE a implementar não é indiferente.

Em 2020, uma análise do desempenho ambiental de 3 diferentes tecnologias usadas para o tratamento e valorização de biorresíduos, a compostagem, a fermentação e a incineração, conclui que para este tipo de resíduo as opções pela compostagem e pela fermentação são mais favoráveis para o ambiente do que a incineração, sendo que os benefícios desta apenas se podem

comparar com as restantes quando a CVE se dedica apenas ao fornecimento de energia térmica [60].

Já em 2021, um outro estudo, propõem-se a fazer uma análise comparativa entre diferentes tecnologias WtE de tratamento térmico, a saber, pirólise, gasificação, incineração e deposição em aterro [61].

Para tal é analisado o desempenho de dezanove CVE localizadas em países como Itália, Reino Unido, Japão, Finlândia, Noruega e Alemanha [61].

Os critérios analisados foram, a quantidade de energia produzida, a concentração de poluentes medida à saída da chaminé, a quantidade de CO₂ emitida pelo processo e finalmente os resultados económicos [61].

A primeira grande conclusão deste estudo é que qualquer uma das soluções de valorização por tratamento térmico, pirólise, gasificação ou incineração é melhor em comparação com a hipótese de deposição em aterro [61].

Entre as soluções de tratamento térmico, a incineração parece ser a que obtém melhor desempenho, sendo, no entanto, realçado que os desempenhos das CVE parecem estar muito dependentes de 3 fatores, a composição do RSU, os critérios de aceitação da energia térmica e elétrica e o sistema de tratamento de gases implementado nas unidades de valorização energética [61].

Num outro caso de estudo de uma CVE em concreto, realizado em 2018, pretendeu-se compreender os efeitos ambientais provocados pela unidade de incineração e valorização energética responsável pelo tratamento dos RSU no grande Porto [62].

Neste estudo foram considerados um conjunto de indicadores ambientais, tais como, o Potencial de Aquecimento Global, o Potencial de Acidificação, o Potencial de Toxicidade Humana, o Potencial de Eutrofização e o Potencial de Esgotamento de Recursos Abióticos, como meio para avaliar os impactos desta unidade de WtE nas populações vizinhas e na área circundante [62].

Dos resultados obtidos, os autores do estudo concluem que na maioria dos indicadores, esta CVE está em linha com os padrões europeus, demonstrando um perfil ambiental verdadeiramente favorável [62].

Referência ainda à inevitável comparação entre o desempenho de uma central térmica de produção de energia elétrica alimentada a gás natural e uma CVE que utiliza a tecnologia da incineração de RSU também para produzir energia elétrica, neste caso, ambas as unidades localizadas em Teerão no Irão [63].

As duas unidades foram avaliadas de modo a aferir os seus desempenhos ao nível energético, económico e ambiental.

As conclusões deste estudo apontam no sentido de que a CVE possui uma maior eficiência e ser causadora de um menor impacto ambiental. É, no entanto, importante fazer uma ressalva ao facto das unidades serem de épocas e terem dimensões bem diferentes, a central térmica foi construída em 1966 e tem uma potência instalada de 247,5 MW, por sua vez a CVE foi construída em 2015 com uma potência instalada de 3MW [63].

2.2.8. Impacto das CVE na saúde

Uma discussão sempre recorrente em torno das unidades WtE e em particular das CVE que utilizam a tecnologia da incineração é a gerada acerca dos efeitos dessas unidades de valorização energética na saúde das populações suas vizinhas e dos seus trabalhadores.

De uma forma geral os resultados obtidos em sucessivos estudos que se têm realizado ao longo do tempo são pouco conclusivos acerca de uma eventual relação entre a incineração de RSU e eventuais efeitos adversos à saúde.

No entanto parecem existir evidências que a redução das emissões poluentes ocorrida nas unidades mais recentes, fruto do uso de tecnologias mais eficazes no controlo dessas emissões, reduz o perigo do aparecimento de efeitos adversos à saúde das populações, nomeadamente de doenças respiratórias e do foro oncológico [64].

Para além da antiguidade das unidades, também a falta de manutenção adequada parece estar associada à existência de problemas de saúde nas populações vizinhas e nos seus trabalhadores [65].

De forma quase unânime, e em função das incertezas científicas existentes é sugerida a implementação de programas de vigilância da saúde das populações vizinhas das CVE e dos seus

trabalhadores, nomeadamente na área da toxicologia a curto prazo, na saúde reprodutiva e no risco de doenças do foro crónico degenerativo [64].

2.2.9. Impacto económico das CVE

A par com as questões relacionadas com o ambiente e com a saúde, a sustentabilidade financeira das CVE e o seu impacto económico na sociedade onde se inserem, são aspetos relevantes a serem analisados sempre que este tipo de unidades de valorização energética está em discussão.

Em 2021 foi estudado o papel do WtE no crescimento da sustentabilidade económica e no desenvolvimento ambiental de um conjunto de dezoito países da União Europeia [66].

Com base em dados do Banco Mundial e do Eurostat os países estudados foram divididos em dois diferentes grupos, em função do Índice de Desenvolvimento Sustentável e concluiu-se que nos países onde este índice é mais elevado as tecnologias WtE são um fator chave para a redução das emissões poluentes [66].

Por sua vez nos países onde esse índice é mais baixo essas mesmas tecnologias contribuem de forma negativa para a economia do país, principalmente devido há pouca eficiência energética das tecnologias WtE o que resulta em elevados custos de produção de energia [66].

Ainda neste contexto económico, importa identificar modelos de negócio que possam incentivar a participação das WtE no mercado de remoção de carbono,

Num estudo realizado em 2021, são apresentados quatro tipos de incentivos que poderão levar os gestores das CVE a avançar para os elevados custos de investimento e operação das tecnologias de captura de carbono [67].

São elas, o aumento da tarifa de tratamento de resíduos a pagar pelos consumidores domésticos e empresas às CVE que invistam nesse tipo de tecnologias, um preço garantido pelos governos pelo carbono capturado, um sistema de certificados de emissões negativas de carbono com um valor monetário e finalmente a concessão de créditos fiscais em função do carbono capturado, sendo ainda possível considerar a aplicação conjunta de duas ou mais destas medidas de incentivo que foram apresentadas.

No caso concreto de uma CVE na Noruega (Fortum Oslo Varmes's Waste-To-Energy Plant), conclui-se que pelo menos uma parte do investimento em tecnologias de captura de carbono,

poderia ser compensado recorrendo a um aumento na taxa de tratamento de resíduos paga pelos consumidores domésticos e pelas empresas [67].

Finalmente, e ainda neste contexto económico, importa referenciar que para a construção de uma CVE com as características determinadas num estudo realizado em 2018, seja necessário um investimento inicial de 152,2 milhões de euros, e que após o início de operação serão gastos anualmente 4,16 milhões de euros em manutenção e 21,4 milhões de euros em custos fixos [68].

3 - Metodologia

Neste capítulo apresenta-se de forma fundamentada e com detalhe toda a metodologia utilizada na obtenção dos resultados apresentados no quarto capítulo deste trabalho, bem como todo o seu enquadramento no contexto da regulamentação vigente no sector dos RSU.

3. Metodologia

Neste trabalho pretende-se avaliar o impacto da variação do preço da eletricidade na TRU estipulada pela ERSAR.

A cada período regulatório, com base no RTR [24], a ERSAR faz publicar um documento onde justifica as suas decisões acerca dos proveitos permitidos aos concessionários, e em função disso estabelece a TRU que os utilizadores deverão pagar pelo tratamento de RSU a esses mesmos concessionários. Esse valor é calculado com base em perspetivas de mercado, e quantidades em função do registo histórico das unidades de tratamento de resíduos.

O cálculo da TRU, em euros por tonelada, corresponde ao quociente entre o valor dos Proveitos Permitidos Totais (PPT) do serviço de gestão de resíduos para o ano t , em euros, e a quantidade total de resíduos indiferenciados a receber das entidades utilizadores, estimada para esse mesmo ano, em toneladas, conforme se apresenta na expressão número 3:

$$TRU_t = \frac{PPT_t}{QT_{RI,t}} \quad (3)$$

Onde:

TRU_t – é o valor da tarifa do serviço de gestão de resíduos urbanos, para o ano t , em euros por tonelada;

$QT_{RI,t}$ – é a quantidade total de resíduos urbanos resultantes da recolha indiferenciada a receber pela entidade gestora, estimada para o ano t , em toneladas;

PPT_t – são os proveitos permitidos totais do serviço de gestão de resíduos urbanos, para o ano t , em euros;

Por sua vez, os proveitos permitidos totais do serviço de gestão de resíduos urbanos, são dados pela expressão número 4:

$$PPT_t = PP_{TI,t} + PP_{RS,t} + PP_{TS,t} + CEX_{est,t} + Aj_{t-2} + It_{t-2} - \Delta SR_t \quad (4)$$

Onde:

$PP_{TI,t}$ – são os proveitos permitidos da atividade de tratamento de resíduos resultantes da recolha indiferenciada, no ano t, em euros;

$PP_{RS,t}$ – são os proveitos permitidos da atividade de recolha seletiva, no ano t, em euros;

$PP_{TS,t}$ – são os proveitos permitidos da atividade de tratamento de resíduos resultantes da recolha seletiva, no ano t, em euros;

$CEX_{est,t}$ – são os custos de exploração associados à estrutura, aceites no ano t, em euros;

Aj_{t-2} – são os ajustamentos aos proveitos permitidos totais, referentes ao ano t-2;

It_{t-2} – são os proveitos permitidos dos incentivos, reportados ao ano t-2, em euros;

ΔSR_t – Variação positiva ou negativa do saldo regulatório respeitante ao diferimento ou antecipação de receitas tarifárias, no ano t, em euros;

Os custos de exploração incorporam os custos operacionais associados a cada uma das atividades de gestão de resíduos, bem como os custos associados à estrutura da entidade gestora, como são os casos dos custos com o fornecimento de consumíveis, custos com serviços prestados por entidades externas e custos com o pessoal [4].

A aplicação de ajustamentos tem como objetivo mitigar as diferenças entre os resultados da atividade estipulada previamente pela ERSAR e os resultados efetivamente concretizados pela entidade gestora.

Os incentivos são estabelecidos no sentido de induzir desempenhos eficientes e ambientalmente sustentáveis, com vista à superação de objetivos previamente fixados.

O saldo regulatório deve-se manter num nível tendencialmente nulo, e corresponde ao valor da diferença acumulada, de um ou vários anos, entre os proveitos permitidos totais definidos para cada ano e os que a entidade competente autoriza a repercutir nas tarifas desse mesmo ano, visando a estabilidade das trajetórias tarifárias e tendo em conta a liquidez e estabilidade financeira das entidades gestoras.

Os proveitos permitidos da atividade de tratamento de resíduos resultantes da recolha indiferenciada são dados pela expressão número 5:

$$PP_{TI,t} = CC_{TI,t} + CE_{TI,t} - RAd_{TI,t} - AC_{TI,t} \quad (5)$$

$CC_{TI,t}$ – são os custos de capital, dado pela remuneração e amortização do investimento em ativos associados à atividade de tratamento de resíduos resultantes da recolha indiferenciada, no ano de t, em euros;

$CE_{TI,t}$ – são os custos de exploração diretamente associados à atividade de tratamento de resíduos resultantes da recolha indiferenciada, aceites no ano t, em euros;

$RAd_{TI,t}$ – são as receitas adicionais alocadas à atividade de tratamento de resíduos resultantes da recolha indiferenciada, no ano t, em euros;

$AC_{TI,t}$ – são os benefícios das atividades complementares à atividade de tratamento de resíduos resultantes da recolha indiferenciada, de serviço público ou outras, no ano t, em euros;

Os custos de capital são apurados com base na soma da remuneração da base de ativos regulados, das amortizações do exercício e do incentivo à manutenção de ativos em fim de vida útil.

Os custos de exploração incorporam os custos operacionais, incorridos e aceites associados à atividade de tratamento de resíduos resultantes da recolha indiferenciada;

São receitas adicionais as que não resultam da tarifa da TRU, mas que resultem das atividades principais através da venda de produtos de cada uma delas, tais como a energia resultante da incineração dos resíduos resultantes da recolha indiferenciada.

São considerados benefícios das atividades complementares, aqueles que não se integrando na atividade principal, utilizam ativos afetos a esta, como são exemplo a receção e tratamento de RSU provenientes de outras entidades gestoras do serviço de gestão de resíduos ou de produtores particulares.

No caso em estudo, as receitas adicionais alocadas à atividade de tratamento de resíduos resultantes da recolha indiferenciada são compostas por 5 componentes conforme se detalha na expressão número 6:

$$RAd_{TI,t} = RVE + RVAE + RVAIE + RVMFNE + RVMNFNE \quad (6)$$

RVE – é a receita da venda de energia, em euros

RVAE – é a receita da venda de aço escórias, em euros;

RVAIE – é a receita da venda de alumínio escórias, em euros;

RVMFNE – é a receita da venda de materiais ferrosos não embalagem, em euros;

RVMNFNE – é a receita da venda de materiais não ferrosos não embalagem, em euros.

Ainda para o caso em estudo, a receita da venda de energia é composta por duas componentes, conforme se detalha na expressão número 7:

$$RVE = RVEA + RVEI \quad (7)$$

RVEA – é a receita da venda de energia, proveniente do aterro sanitário, em euros

RVEI – é a receita da venda de energia, proveniente da unidade de incineração, em euros

As expressões apresentadas ao longo deste capítulo foram detalhadas de modo a evidenciar a receita da venda de energia, proveniente da unidade de incineração (*RVEI*).

A TRU será calculada considerando a *RVEI* como única variável, mantendo todas as outras componentes constantes.

Por sua vez a *RVEI* será calculada pelo produto entre um volume constante de energia elétrica a ser gerado pela CVE, e que foi estimado pela ERSAR para o ano de 2019, e uma gama alargada de hipotéticos preços de venda dessa energia, obtidos no âmbito da participação no mercado grossista.

Com esta metodologia pretende-se analisar qual será o impacto do preço da energia elétrica no valor da TRU.

4 - Resultados e Discussão

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos, e faz-se o respectivo enquadramento com as características técnicas da unidade de valorização energética e com a regulamentação em vigor.

4. Resultados e Discussão

Os resultados que serão apresentados têm como base as decisões tomadas pela ERSAR relativamente aos proveitos permitidos e à TRU a ser paga à Valorsul para o período regulatório 2019-2021 [4], e serão obtidos recorrendo à metodologia apresentada no terceiro capítulo deste trabalho.

Desta forma pretende-se avaliar qual o impacto da variação do preço pago à Valorsul pela energia elétrica produzida na CVE na TRU paga pelos utilizadores do SGRU.

Numa primeira observação, generaliza-se a tendência da relação entre a TRU e o preço da energia elétrica produzida na CVE, para uma gama alargada de hipotéticos preços de venda dessa mesma energia elétrica em mercado.

Posteriormente são estudados cinco cenários concretos, onde se avaliará a evolução da TRU em função do preço médio anual obtido pela venda da energia no âmbito do MIBEL, no período compreendido entre Janeiro de 2019 e Julho de 2022, publicados pela REN na sua síntese anual [69], em comparação com um cenário de referência onde será considerado o preço estipulado pela ERSAR para o ano de 2019 [4].

4.1. Apresentação dos resultados

Na figura 4.1 está representada a evolução da TRU em função do preço obtido pela venda de energia elétrica gerada pela CVE.

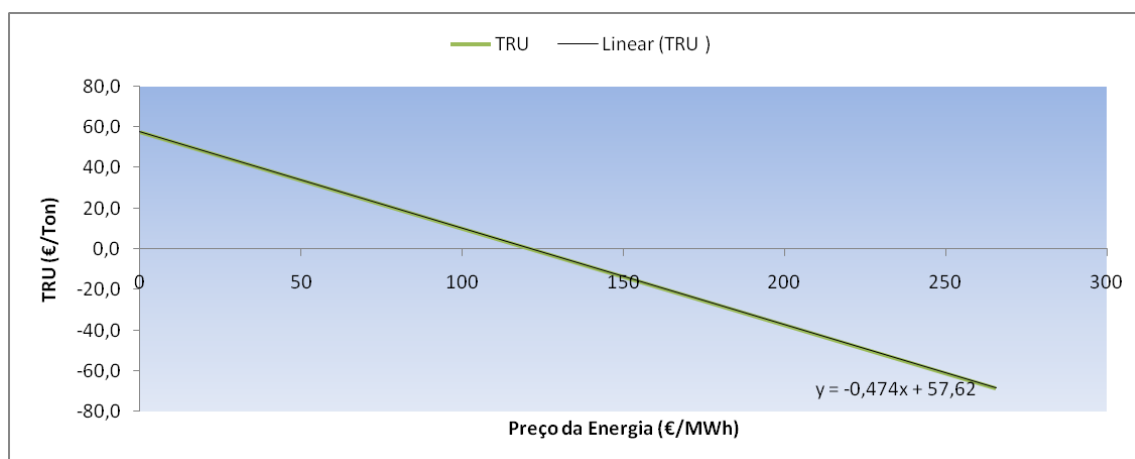


Figura 4.1 - Evolução da TRU em função do preço obtido pela venda de energia elétrica

Em complemento aos resultados observados na figura 4.1, foram considerados cinco cenários para os preços obtidos em mercado pela remuneração da energia elétrica, a saber:

- Cenário de referência: Preço considerado pela ERSAR no cálculo da TRU, para o ano de 2019, de 88,5 €/MWh, valor muito aproximado aos valores praticado durante o período de vigência do sistema remuneratório anterior.
- Cenário Muito Baixo: Valor médio do preço da eletricidade obtido no âmbito do MIBEL em 2020. Este valor foi o mais baixo dos últimos 5 anos e foi de 33,99 €/MWh.
- Cenário Baixo: Valor médio do preço da eletricidade obtido no âmbito do MIBEL em 2019. Este valor foi o 2º mais baixo dos últimos 5 anos e foi de 47,87 €/MWh.
- Cenário Alto: Valor médio do preço da eletricidade obtido no âmbito do MIBEL em 2021. Este valor foi o 2º mais alto dos últimos 5 anos e foi de 112,01 €/MWh.
- Cenário Muito Alto: Valor médio do preço da eletricidade obtido no âmbito do MIBEL de janeiro a julho de 2022. Este valor foi o mais alto dos últimos 5 anos e foi de 197,04 €/MWh.

Conforme a metodologia apresentada no terceiro capítulo são calculados separadamente os proveitos permitidos para cada uma das atividades de gestão de resíduos urbanos, Tratamento de Resíduos Resultantes da Recolha Indiferenciada (TI), Recolha Seletiva (RS) e Tratamento de Resíduos Resultantes da Recolha Seletiva (TS), de acordo com a expressão número 5.

Posteriormente, conforme a expressão número 4, são calculados os proveitos permitidos totais para todo o SGRU.

Por fim, com a aplicação da expressão número 3, obtêm-se a tarifa de gestão de resíduos urbanos.

Em cada um dos cinco cenários verifica-se a variação da componente das receitas adicionais provenientes da atividade de tratamento de resíduos resultantes da recolha indiferenciada, na qual incide a receita de eletricidade gerada pela CVE.

Para cada cenário de preço de energia será calculada a correspondente TRU.

A Tabela 4-1 apresenta os resultados para o cenário referência.

Tabela 4-1 - TRU calculada pela ERSAR como cenário de referência

Tratamento de Resíduos Resultantes de Recolha Indiferenciado		
1	Custo de capital (k€)	10307
2	Custo de exploração directamente associados à actividade (k€)	20412
3	Receitas adicionais (k€)	31784
4	Benefícios de actividades complementares (k€)	1900
5	Proveitos Permitidos TI (k€)	-2965
		(1)+(2)-(3)-(4)
Recolha Selectiva		
6	Custo de capital (k€)	738
7	Custo de exploração directamente associados à actividade (k€)	9800
8	Receitas adicionais (k€)	0
9	Benefícios de actividades complementares (k€)	0
10	Proveitos Permitidos RS (k€)	10538
		(6)+(7)-(8)-(9)
Tratamento de Resíduos Resultantes de Recolha Selectiva		
11	Custo de capital (k€)	1857
12	Custo de exploração directamente associados à actividade (k€)	8369
13	Receitas adicionais (k€)	15463
14	Benefícios de actividades complementares (k€)	0
15	Proveitos Permitidos TS (k€)	-5237
		(11)+(12)-(13)-(14)
16	Proveitos Permitidos TI (k€)	-2965
17	Proveitos Permitidos RS (k€)	10538
18	Proveitos Permitidos TS (k€)	-5237
19	Custos de exploração associados à estrutura (k€)	1701
20	Ajustamentos (k€)	2037
21	Incentivos (k€)	0
22	Utilização de saldo / passivo regulatório (k€)	-4500
23	Proveitos Permitidos Totais (k€)	10574
		(16)+(17)+(18)+(19)+(20)+(21)-(22)
24	Proveitos Permitidos Totais (k€)	10574
25	Quantidade de resíduos indiferenciados (t)	676438
26	TRU (€/t)	15,63
		(24)÷(25)

A Tabela 4-2 apresenta os resultados para o cenário de preço muito baixo.

Tabela 4-2 - TRU estimada para o cenário de preço Muito Baixo

Tratamento de Resíduos Resultantes de Recolha Indiferenciado		
1	Custo de capital (k€)	10307
2	Custo de exploração directamente associados à actividade (k€)	20412
3	Receitas adicionais (k€)	14280
4	Benefícios de actividades complementares (k€)	1900
5	Proveitos Permitidos TI (k€)	14539
		(1)+(2)-(3)-(4)
Recolha Selectiva		
6	Custo de capital (k€)	738
7	Custo de exploração directamente associados à actividade (k€)	9800
8	Receitas adicionais (k€)	0
9	Benefícios de actividades complementares (k€)	0
10	Proveitos Permitidos RS (k€)	10538
		(6)+(7)-(8)-(9)
Tratamento de Resíduos Resultantes de Recolha Selectiva		
11	Custo de capital (k€)	1857
12	Custo de exploração directamente associados à actividade (k€)	8369
13	Receitas adicionais (k€)	15463
14	Benefícios de actividades complementares (k€)	0
15	Proveitos Permitidos TS (k€)	-5237
		(11)+(12)-(13)-(14)
16	Proveitos Permitidos TI (k€)	14539
		(5)
17	Proveitos Permitidos RS (k€)	10538
		(10)
18	Proveitos Permitidos TS (k€)	-5237
		(15)
19	Custos de exploração associados à estrutura (k€)	1701
20	Ajustamentos (k€)	2037
21	Incentivos (k€)	0
22	Utilização de saldo / passivo regulatório (k€)	-4500
23	Proveitos Permitidos Totais (k€)	28078
		(16)+(17)+(18)+(19)+(20)+(21)-(22)
24	Proveitos Permitidos Totais (k€)	28078
		(23)
25	Quantidade de resíduos indiferenciados (t)	676438
26	TRU (€/t)	41,51
		(24)÷(25)

A Tabela 4-3 apresenta os resultados para o cenário de preço baixo.

Tabela 4-3 - TRU estimada para o cenário de preço Baixo

Tratamento de Resíduos Resultantes de Recolha Indiferenciado		
1	Custo de capital (k€)	10307
2	Custo de exploração directamente associados à actividade (k€)	20412
3	Receitas adicionais (k€)	18737
4	Benefícios de actividades complementares (k€)	1900
5	Proveitos Permitidos TI (k€)	10082
		(1)+(2)-(3)-(4)
Recolha Selectiva		
6	Custo de capital (k€)	738
7	Custo de exploração directamente associados à actividade (k€)	9800
8	Receitas adicionais (k€)	0
9	Benefícios de actividades complementares (k€)	0
10	Proveitos Permitidos RS (k€)	10538
		(6)+(7)-(8)-(9)
Tratamento de Resíduos Resultantes de Recolha Selectiva		
11	Custo de capital (k€)	1857
12	Custo de exploração directamente associados à actividade (k€)	8369
13	Receitas adicionais (k€)	15463
14	Benefícios de actividades complementares (k€)	0
15	Proveitos Permitidos TS (k€)	-5237
		(11)+(12)-(13)-(14)
16	Proveitos Permitidos TI (k€)	10082
17	Proveitos Permitidos RS (k€)	10538
18	Proveitos Permitidos TS (k€)	-5237
19	Custos de exploração associados à estrutura (k€)	1701
20	Ajustamentos (k€)	2037
21	Incentivos (k€)	0
22	Utilização de saldo / passivo regulatório (k€)	-4500
23	Proveitos Permitidos Totais (k€)	23621
		(16)+(17)+(18)+(19)+(20)+(21)-(22)
24	Proveitos Permitidos Totais (k€)	23621
25	Quantidade de resíduos indiferenciados (t)	676438
26	TRU (€/t)	34,92
		(24)÷(25)

A Tabela 4-4 apresenta os resultados para o cenário de preço alto.

Tabela 4-4 - TRU estimada para o cenário de preço Alto

Tratamento de Resíduos Resultantes de Recolha Indiferenciado		
1	Custo de capital (k€)	10307
2	Custo de exploração directamente associados à actividade (k€)	20412
3	Receitas adicionais (k€)	39334
4	Benefícios de actividades complementares (k€)	1900
5	Proveitos Permitidos TI (k€)	-10515
		(1)+(2)-(3)-(4)
Recolha Selectiva		
6	Custo de capital (k€)	738
7	Custo de exploração directamente associados à actividade (k€)	9800
8	Receitas adicionais (k€)	0
9	Benefícios de actividades complementares (k€)	0
10	Proveitos Permitidos RS (k€)	10538
		(6)+(7)-(8)-(9)
Tratamento de Resíduos Resultantes de Recolha Selectiva		
11	Custo de capital (k€)	1857
12	Custo de exploração directamente associados à actividade (k€)	8369
13	Receitas adicionais (k€)	15463
14	Benefícios de actividades complementares (k€)	0
15	Proveitos Permitidos TS (k€)	-5237
		(11)+(12)-(13)-(14)
16	Proveitos Permitidos TI (k€)	-10515
17	Proveitos Permitidos RS (k€)	10538
18	Proveitos Permitidos TS (k€)	-5237
19	Custos de exploração associados à estrutura (k€)	1701
20	Ajustamentos (k€)	2037
21	Incentivos (k€)	0
22	Utilização de saldo / passivo regulatório (k€)	-4500
23	Proveitos Permitidos Totais (k€)	3024
		(16)+(17)+(18)+(19)+(20)+(21)-(22)
24	Proveitos Permitidos Totais (k€)	3024
25	Quantidade de resíduos indiferenciados (t)	676438
26	TRU (€/t)	4,47
		(24)÷(25)

A Tabela 4-5 apresenta os resultados para o cenário de preço muito alto.

Tabela 4-5 - TRU estimada para o cenário de preço Muito Alto

Tratamento de Resíduos Resultantes de Recolha Indiferenciado		
1	Custo de capital (k€)	10307
2	Custo de exploração directamente associados à actividade (k€)	20412
3	Receitas adicionais (k€)	66639
4	Benefícios de actividades complementares (k€)	1900
5	Proveitos Permitidos TI (k€)	-37820
		(1)+(2)-(3)-(4)
Recolha Selectiva		
6	Custo de capital (k€)	738
7	Custo de exploração directamente associados à actividade (k€)	9800
8	Receitas adicionais (k€)	0
9	Benefícios de actividades complementares (k€)	0
10	Proveitos Permitidos TS (k€)	10538
		(6)+(7)-(8)-(9)
Tratamento de Resíduos Resultantes de Recolha Selectiva		
11	Custo de capital (k€)	1857
12	Custo de exploração directamente associados à actividade (k€)	8369
13	Receitas adicionais (k€)	15463
14	Benefícios de actividades complementares (k€)	0
15	Proveitos Permitidos RS (k€)	-5237
		(11)+(12)-(13)-(14)
16	Proveitos Permitidos TI (k€)	-37820
17	Proveitos Permitidos RS (k€)	10538
18	Proveitos Permitidos TS (k€)	-5237
19	Custos de exploração associados à estrutura (k€)	1701
20	Ajustamentos (k€)	2037
21	Incentivos (k€)	0
22	Utilização de saldo / passivo regulatório (k€)	-4500
23	Proveitos Permitidos Totais (k€)	-24281
		(16)+(17)+(18)+(19)+(20)+(21)-(22)
24	Proveitos Permitidos Totais (k€)	-24281
25	Quantidade de resíduos indiferenciados (t)	676438
26	TRU (€/t)	-35,90
		(24)÷(25)

A figura 4.2 apresenta a TRU e o preço da energia, resultantes para cada um dos cenários considerados nesta análise, evidenciando o impacto da variação dos preços do mercado de eletricidade nessa mesma tarifa.

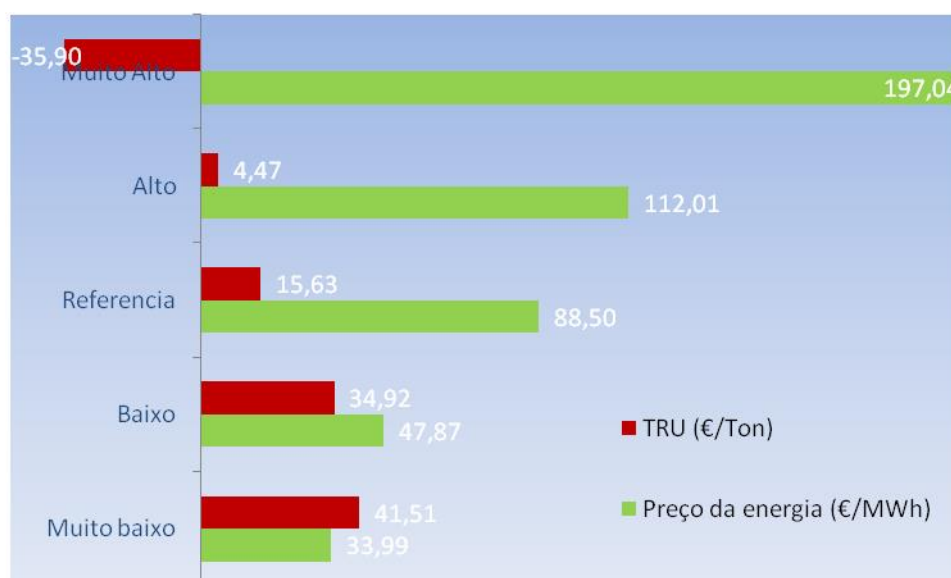


Figura 4.2 - Variação da TRU para cada um dos cenários apresentados

4.2. Discussão

Da observação dos resultados apresentados no gráfico da figura 4.1 verifica-se a existência de uma relação linear entre a receita obtida pela venda de energia elétrica gerada pela CVE e a TRU a pagar pelos utilizadores à empresa responsável pelo SGRU, evidenciando uma troca negativa entre o preço da eletricidade e a TRU.

Essa relação demonstra que cada euro de variação na remuneração da energia elétrica gerada pela CVE terá um impacto de 0,47 €/Ton no valor da TRU.

Da mesma forma verifica-se também que, mantendo a atual metodologia de cálculo, o valor da TRU será nulo quando o preço obtido em mercado pela remuneração da energia elétrica se situar nos 121,56 €/MWh.

Por outro lado, constata-se que sem a receita obtida pela venda da energia gerada pela CVE o valor TRU seria de 57,62 €/Ton, ou seja, mais do triplo do valor estipulado pela entidade reguladora para o ano de 2019 que foi de 15,63 €/Ton [4].

Da análise dos resultados obtidos nas tabelas 4-1, 4-2, 4-3, 4-4 e 4-5 sintetizados no gráfico apresentado na figura 4.2, conclui-se que em cenários em que o preço de mercado da eletricidade é baixo, ocorre uma diminuição significativa do valor dos PP.

Essa diminuição poderá ter como consequência um aumento no valor da TRU a ser paga pelos municípios como forma de compensar a diminuição da receita obtida pela venda de eletricidade.

Inversamente, em cenários de preços de mercado mais elevados, as receitas adicionais geradas pela venda de energia elétrica produzida pela CVE da Valorsul aumentam, o que leva a uma diminuição da TRU paga pelos municípios e que pode mesmo, em certos cenários, ser negativa.

Assim, no contexto dos resultados aqui apresentados, parece ficar evidente a importância das receitas geradas pela venda energia elétrica gerada na CVE, não só para estabilidade da TRU a ser paga pelos utilizadores, mas também para a necessária sustentabilidade económica do SGRU de Lisboa e Oeste.

O novo regime remuneratório, sem o devido enquadramento, virá colocar a estabilidade dessa receita em causa, tornando a sustentabilidade económica do SGRU mais dependente da TRU.

De forma a não pôr em causa o serviço essencial de dar uma solução e um destino aos milhares de toneladas de RU produzidos em dezanove municípios da área da Grande Lisboa e Oeste, o novo regime remuneratório deverá ser enquadrado de forma a ter em conta algumas características específicas desta unidade de valorização energética.

Em primeiro lugar dever-se-á ter em conta que, na obstante do RSU não ter qualquer custo para o produtor de energia, equiparando neste particular a energia produzida pela CVE à energia produzida pelas fontes renováveis, haverá que considerar a necessidade de se privilegiar a correta incineração de RSU em detrimento da produção de energia, o que aliado ao facto de o RSU ter uma qualidade inferior aos combustíveis tradicionais, com um PCI baixo, pouco homogéneo, que varia em função de fatores como, a pluviosidade, o tempo de armazenamento e a sua composição quase aleatória, constituirá um forte entrave à previsibilidade da produção de energia por parte da CVE, o que poderá vir a tornar-se bastante penalizador, se forem consideradas determinadas regras impostas pelo mercado de eletricidade, nomeadamente no que diz respeito à valorização dos desvios à programação [41].

Outro aspeto que poderá revelar-se importante é o eventual incremento da complexidade da gestão da atividade da CVE da Valorsul, devido à necessidade de harmonizar a regulamentação decorrente da participação no MIBEL, com a regulamentação existente no âmbito da atividade exercida no sector dos RSU.

Para além de tentar prevenir o possível aumento da atividade burocrática associada à participação no MIBEL, será também importante perceber em que medida se irá compatibilizar a regulamentação existente no âmbito dos RSU, como são os casos do PERSU2020+ [20] e do RTR [24], com a regulamentação existente para o sector elétrico, como é o caso do Manual de Procedimentos da Gestão Global do Sistema [41].

De um ponto de vista estratégico, é imperativo levar em conta a relevância dada pelo PNGR 2030 à necessidade de “Promover a autossuficiência, competitividade e sustentabilidade do sector dos resíduos”, onde se considera essencial garantir receitas, nomeadamente com a valorização de resíduos num contexto de economia circular, como é o caso de eletricidade [22].

Também no PERSU 2030 é dada a devida relevância a este assunto. Neste documento é reconhecido que a produção de eletricidade a partir de RSU tem um papel extremamente relevante no âmbito da gestão dos SGRU, dado o impacto que tem na valorização de resíduos, bem como na geração de receita e, portanto, no valor da TRU a ser paga pelos utilizadores dos sistemas. Além disso, dá especial relevância ao facto do peso financeiro da eletricidade produzida a partir de resíduos não ser significativo no contexto da produção de eletricidade em regime especial e o mesmo se aplicar ao respetivo custo sobre o preço de mercado, no entanto as contribuições ambientais serem significativas [6].

De acordo com as orientações europeias em matéria de valorização energética a partir de resíduos e do regulamento de taxonomia de financiamento sustentável associada ao PEE, não há previsão de financiamento para aumentar a capacidade de recuperação de energia através da incineração de resíduos [6].

No entanto, as atuais orientações não põem em causa a necessária manutenção das capacidades nacionais para recuperação de energia por incineração, e a sua eficiência pode ser maximizada por meio de sinergias com outras indústrias e/ou tecnologias, ou através do encaminhamento da fração não reciclável proveniente de outros SGRU que não possuam outra solução para esta fração do RSU que não seja a deposição em aterro.

Em suma, com a necessidade do aumento de recolha seletiva, e a imposição da meta segundo a qual a quantidade de RSU depositada em aterros deve ser reduzida a um máximo de 10% da quantidade total de RSU produzidos até 2035, as CVE constituem-se como destino lógico para este tipo de resíduos, tirando vantagem de seu conteúdo energético. No entanto, deve ser responsabilidade das autoridades reguladoras estabelecer mecanismos que assegurem que a relação entre incineração e reciclagem de resíduos ocorra de forma a evitar o desvio de resíduos recicláveis para a incineração.

Parece assim lógico argumentar que a recuperação de energia utilizando recursos das CVE deve ser considerada como um complemento à política de reciclagem, contribuindo para a economia circular, valorizando os resíduos da fração não reciclável, complementando assim a cumprimento das metas de prevenção e preparação para reutilização e reciclagem e evitando o aterro de resíduos, de forma a contribuir positivamente para a meta muito ambiciosa de um máximo de 10% de aterro em 2035.

Neste contexto, também o sistema remuneratório da eletricidade produzida pelas CVE, deve ser visto como parte integrante e fundamental para o alcance deste objetivo, e assim, ser adequado às necessidades dos SGRU, sobe pena de vir tornar-se mais um obstáculo ao cumprimento desta tão ambiciosa meta.

5 - Conclusões

Neste capítulo faz-se um breve enquadramento e são apresentadas as conclusões retiradas dos resultados obtidos e apresentados no quarto capítulo, e ainda são identificadas matérias relevantes a serem estudadas em complemento a este trabalho.

5. Conclusões

Em 2020 foi publicada legislação que veio alterar o modelo remuneratório da venda de energia elétrica produzida nas CVE, na vertente de queima de RSU.

O anterior modelo que visava a internalização dos benefícios ambientais proporcionados por estas unidades, foi substituído por um novo modelo assente na participação no mercado grossista de venda de energia.

Este trabalho teve como objetivo perceber qual seria o impacto desta alteração legislativa na TRU paga pelos utilizadores do SGRU concessionado à Valorsul.

Tendo como base o modelo de determinação de tarifas previsto no RTR, a TRU foi calculada em função de uma gama alargada de hipotéticos preços de venda energia elétrica, a ser obtidos no âmbito da participação no mercado grossista.

Dos resultados obtidos observa-se que a remuneração da eletricidade gerada pela CVE, salvo qualquer ajustamento, tem um forte impacto na TRU, verificando-se uma troca negativa entre o preço da eletricidade e a TRU.

Desta troca constata-se que cada euro de variação na remuneração da energia elétrica gerada pela CVE terá um impacto de 0,47 €/Ton no valor da TRU.

Verificou-se ainda que o valor da TRU será nulo quando o preço obtido em mercado pela remuneração da energia elétrica se situar nos 121,56 €/MWh, e que sem a receita obtida pela remuneração da energia elétrica gerada pela CVE a TRU teria um valor de 57,62 €/Ton.

Os cenários particulares estudados vieram confirmar os resultados obtidos pela generalização dos resultados.

Assim, no contexto em que o valor médio obtido pela remuneração da energia no MIBEL se situe nos 33,99 €/MWh conforme se registou em 2020, o valor da TRU ascenderia aos 41,51 €/Ton.

Em sentido inverso, com o valor do patamar médio do preço de energia obtido no MIBEL a situar-se nos 197,04 €/MWh conforme foi praticado nos primeiros sete meses do ano de 2022, a TRU teria um valor negativo de 35,90 €/Ton.

Da análise do RTR verificou-se ainda, que está contemplada na expressão do cálculo dos PPT pelo menos uma parcela que permite a entidade reguladora fazer os ajustamentos que venha a entender serem necessários para o cumprimento dos objetivos propostos por esse mesmo regulamento.

Assim o artigo 39º prevê que a ERSAR realize ajustamentos aos montantes das componentes dos PPT fixados em cada período regulatório nomeadamente na parcela dos rendimentos adicionais das atividades principais, na medida do desvio originado por alterações face aos preços previstos [24].

Assim conclui-se, que face ao enquadramento regulatório vigente para o sector dos RSU em Portugal, a receita proveniente da venda de eletricidade gerada pela CVE da Valorsul tem um impacto decisivo no valor da TRU a ser pago pelos utilizadores do SGRU.

Tendo em conta os resultados obtidos no capítulo 4.1 e as considerações feitas no capítulo 4.2 será importante em termos de futuro estudar de forma aprofundada as causas das oscilações na produção de energia habituais nesta unidade, não só para que possam ser mitigadas, mas também para que se possa prever com maior fiabilidade a produção diária de energia elétrica.

Complementarmente será importante estudar e implementar, à semelhança do que existe para outro tipo de unidades de produção de energia elétrica, um modelo, onde estejam refletidos todos os custos inerentes a este tipo de unidades, para que se possa de uma forma expedita e uniformizada estabelecer o preço da venda da energia para este tipo de unidades.

6. Bibliografia

- [1] *Decreto-Lei n.º 168/99*, 1999.
- [2] *Portaria n.º 244/2020*, 2020.
- [3] *Portaria n.º 308-C/2020*, 2020.
- [4] “Decisão sobre os proveitos permitidos e tarifas reguladas para o período regulatório 2019-2021,” Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR), 2018.
- [5] Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos (ERSAR), “Caracterização,” [Online]. Available: <https://www.ersar.pt/pt/setor/caracterizacao>. [Acedido em 2022 12 28].
- [6] “Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos 2030,” Agência Portuguesa do Ambiente (APA), 2021.
- [7] *Directiva 2008/98/CE*, 2008.
- [8] C. F. Cardoso, “Valoração Energética de um Processo de Incineração de Resíduos,” Universidade de Aveiro, Departamento de Ambiente e Ordenamento, 2018.
- [9] “Pacto Ecologico Europeu,” Comissão Europeia (CE), 2019.
- [10] “Pacto Ecológico Europeu,” Comissão Europeia (CE), 2021.
- [11] “Um Novo Plano de Ação para a Economia Circular Para uma Europa mais Limpa e Competitiva,” Comissão Europeia (CE), 2020.
- [12] Guia Para Uma Gestão Sustentável de Resíduos - Edição para Autarcas, *Lipor*, 2009.
- [13] *Diretiva 2018/851*, 2018.
- [14] *Directiva 1999/31*, 1999.
- [15] *Directiva 2018/850*, 2018.
- [16] Agência Portuguesa para o Ambiente (APA), “Antecedentes,” [Online]. Available: <https://apambiente.pt/residuos/plano-estrategico-para-os-residuos-urbanos-persu>. [Acedido em 30 11 2022].
- [17] Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos II (PERSU II), *Portaria n.º 187/2007*, 2007.

- [18] *Portaria n.º 187-A/2014*, 2014.
- [19] *Resolução do Conselho de Ministros n.º 11-C/2015*, 2015.
- [20] “Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos (PERSU2020+),” Ministério do Ambiente e Transição Energética, 2019.
- [21] *Despacho n.º 4242/2020*, 2020.
- [22] “Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2030 (PNGR 2030),” Agência Portuguesa do Ambiente (APA), 2021.
- [23] Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC 2030), *Resolução do Conselho de Ministros n.º 53/2020*, 2020.
- [24] “Revisão do regulamento tarifário do serviço de gestão de resíduos urbanos,” Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos (ERSAR), 2018.
- [25] 20 anos a cuidar do ambiente, *Valorsul*, 2014.
- [26] “Relatório e contas 2019 - Valorsul,” PricewaterhouseCoopers & Associados, 2020.
- [27] Valorsul, “20 anos a cuidar do ambiente,” [Online]. Available: <https://www.valorsul.pt/pt/valorsul/historia/>. [Acedido em 11 02 2023].
- [28] *Decreto-Lei n.º 108/2014*, 2014.
- [29] Comissão Europeia (CE), “The Role of Waste-to-Energy in the Circular Economy,” em *Commission for the Environment, Climate Change and Energy*, Tallinn , 2017.
- [30] J. Fonseca, “Valorização energética de resíduos para uma economia circular: O estado da arte em Portugal,” Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, Departamento de Engenharia Eletrotécnica, 2020.
- [31] D. e. a. Moya, “Municipal solid waste as a valuable renewable energy resource: a worldwide opportunity of energy recovery by using Waste-to-Energy technologies,” *Procedia Engineering*, pp. 287-288-289-290-291, 2017.
- [32] F. I. e. a. Neuwah, “Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration,” Joint Research Centre, Comissão Europeia, 2019.
- [33] H. I. D. I. e. a. Muri, “Sensor technology options for municipal solid waste characterization for optimal operation of Waste-to-Energy plants,” *MDPI Energies*, p. 1, 02 02 2022.
- [34] S. G. Furtado, “Análise do sistema de tratamento de efluentes gasosos de uma Central de

Valorização Energética de Resíduos Sólidos Urbanos,” Instituto Superior Engenharia de Lisboa, Lisboa, Área departamental Engenharia Química, 2014.

- [35] Valorsul, “Áreas de Negócio,” [Online]. Available: <http://www.valorsul.pt>. [Acedido em 16 11 2022].
- [36] Wikipédia, “Incineração,” [Online]. Available: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Incinera%C3%A7%C3%A3o>. [Acedido em 26 12 2022].
- [37] Mibel, “Inicio,” [Online]. Available: <https://www.mibel.com>. [Acedido em 28 11 2022].
- [38] Redes Energéticas Nacionais (REN), “MIBEL,” 05 12 2022. [Online]. Available: <https://mercado.ren.pt/PT/Electr/InfoMercado/InfOp/MercOmel/Paginas/default.aspx>. [Acedido em 05 12 2022].
- [39] Iberdrola, “Como funciona a mecânica de formação do preço diário no MIBEL,” [Online]. Available: <https://www.iberdrola.pt/informacao-util/blog/iberdrola/mecanica-formacao-preco-mibel>. [Acedido em 28 11 2022].
- [40] OMIE, “Curvas Agregadas de Oferta e Demanda,” [Online]. Available: <https://www.omie.es/pt/market-results/daily/daily-market/aggragate-suply-curves>. [Acedido em 26 12 2022].
- [41] Manual de Procedimentos de Gestão Global do Sistema, *Diretiva ERSE n.º 8 /2020*, 2020.
- [42] *Decreto-Lei n.º 189/88*, 1988.
- [43] *Decreto-Lei n.º 33-A/2005*, 2005.
- [44] *Decreto-Lei n.º 225/2007*, 2007.
- [45] *Decreto-Lei n.º 35/2013*, 2013.
- [46] *Portaria n.º 41/2020*, 2020.
- [47] *Portaria n.º 244/2020*, 2020.
- [48] D. e. a. Zhang, “Waste-to-Energy in China: Key Challenges and Opportunities,” *MDPI Energies*, pp. 14185-14186, 16 9 2015.
- [49] C. e. a. Cui, “Overview of public-private partnerships in the waste-to-energy incineration industry in China: Status, opportunities, and challenges,” *Energy Strategy Reviews*, pp. 4-5, 28 11 2020.
- [50] Z. J. e. a. Yong, “Sustainable Waste-to-Energy Development in Malaysia: Appraisal of

Environmental, Financial, and Public Issues Related with Energy Recovery from Municipal Solid Waste,” *MDPI Processes*, pp. 3-11, 1 10 2019.

- [51] S. Gomes, “Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos: Incineração e Sustentabilidade - Caso de Estudo,” Universidade Aberta, Departamento de Ciências e Tecnologia, 2019.
- [52] K. e. a. Weber, “Status of Waste- To -Energy in Germany, Part I - Waste Treatment Facilities,” *Waste Management & Research*, vol. 38, pp. 24-42, 2019.
- [53] J. e. a. Malinauskaite, “Municipal solid waste management and Waste-to-Energy in the context of a circular economy and energy recycling in Europe,” *Energy*, pp. 2023-2024-2026-2030-2032-2034-2036-2038, 23 11 2017.
- [54] N. e. a. Scarlat, “Status and opportunities for Energy Recovery from municipal solid waste in Europe,” *Springer*, 19 04 2018.
- [55] F. R. e. a. Soares, “Desempenho ambiental da destinação e do tratamento de resíduos sólidos urbanos com reaproveitamento energético por meio do ciclo de vida na Central de Tratamento de Resíduos - Caieiras,” *ResearchGate*, pp. 994-996, 10 2017.
- [56] C. e. a. Mukherjee, “A review on municipal solid Waste-to-Energy trends in the USA,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, pp. 1-3, 06 11 2019.
- [57] I. e. a. Khan, “Waste to Energy in developing countries - A rapid review: Opportunities, challenges, and policies in selected countries of Sub-Saharan Africa and South Asia towards sustainability,” *MDPI Sustainability*, p. 8, 22 03 2022.
- [58] Valorização Energética de Resíduos Urbanos - Economia Circular e Descarbonização, *Associação de Entidades de Valorização Energética de Resíduos Sólidos Urbanos (AVALER)*, 2023.
- [59] Valorização Energética dos Resíduos, *Empresa Municipal de Gestão e Valorização Ambiental da Ilha Terceira, EM (TERAMB)*, 2019.
- [60] M. e. a. Pavlas, “Biowaste treatment and Waste-to-Energy - Environmental benefits,” *MDPI Energies*, p. 14, 17 04 2020.
- [61] D. e. a. Panepinto, “Technical and environmental comparison among different municipal solid waste management scenarios,” *MDPI Sustainability*, p. 9, 13 03 2021.
- [62] A. Ramos, “Environmental analysis of Waste-to-Energy - A Portuguese case study,” *MDPI Energies*, p. 22, 04 03 2018.
- [63] S. e. a. Yazdani, “A comparison between a natural gas power plant and a municipal solid waste incineration power plant based on an energy analysis,” *Journal of Cleaner*

Production, pp. 1-2-9, 17 07 2020.

- [64] M. e. a. Vinceti, “Health risk assessment of municipal solid waste incineration,” *WIT Transactions on The Built Environment*, vol. 82, p. 694, 2005.
- [65] P. W. e. a. Tait, “The health impacts of waste incineration: a systematic review,” *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, vol. 44, pp. 41-46-47, 2020.
- [66] W. e. a. Yamaka, “The dynamic linkages among environment, sustainable growth, and energy from waste in circular economy of EU countries,” *Energy Reports*, p. 197, 2021.
- [67] A. Torvanger, “Business models for negative emissions from Waste-to-Energy plants,” *Frontiers in Climate*, vol. 3, pp. 1-4-7, 04 08 2021.
- [68] S. L. Camacho, “Planta de incineration de residuos sólidos urbanos a partir da tecnologia de parrilla,” Escola Técnica Superior de Engenharia da Universidade de Sevilha, Sevilha, Departamento de Engenharia Química e Ambiental, 2018.
- [69] Rede Eléctricas Nacionais, SGPS (REN), *Sintese anual 2018 Jan. - Jul. 2022*, 2022.