



TÉCNICO
LISBOA

Análise Tecno-Económica de Soluções de Preparação de CDR

João Neves Catarino

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente

Júri

Presidente: Prof. Tiago Morais Delgado Domingos

Orientador: Prof. Paulo Manuel Cadete Ferrão

Co-Orientador: Eng. António Maria Raso da Cunha Lorena

Vogal: Prof.^a Susete Maria Martins Dias

Dezembro 2016

Agradecimentos

Aos meus orientadores, Professor Doutor Paulo Ferrão e Eng. António Lorena, pela oportunidade dada, pelos desafios colocados e pelo imenso conhecimento transmitido. Ao António, em particular, pela disponibilidade permanente graças a uma grande ginástica horária e de agenda, pela possibilidade de verdadeiro debate e troca de ideias, no geral, por todas as conversas e motivação.

Aos meus pais Luís e Cristina, aos meus avós Catarino, Ilda, Zé Pedro, Lurdes e Heriete, aos meus tios Carlos e Sofia e aos putos Bernardo, Beatriz e Tiago, pela contribuição única para aquilo que sou e para o meu percurso, pelo apoio e preocupação constantes e pela admiração mútua, de todos para comigo e de mim para cada um de vocês.

À Ema por distinguir como ninguém os momentos em que preciso de apoio e motivação e aqueles nos quais me faz falta um calduço e um puxão de orelhas, esta qualidade entre muitas outras tiveram uma grande influência para o fecho desta etapa no tempo certo.

Ao Alex, Joana e Rita, por todos os momentos, cafés, cervejas, discussões e conversas, desde aquelas com maior elevação e intelecto às que não acrescentaram absolutamente nada, garanto-vos que esta minha dívida para convosco é muito superior aos vários 23 cêntimos desta vida.

À Bruna, Carlos, Cláudia, Daniela C., Daniela S., Dinis, Flávio, Joana, Margarida, Mariana, Rita P., por terem sido os meus companheiros de guerra durante estes 5 anos em que passei do brinco para a camisa. Temos todos obrigação moral de manter os jantares! Ao Luís pelos constantes debates (quase sempre sem conclusão) e pela tradição alentejana de pagar consumos aos demais.

A todos aqueles que, mal ou bem, participaram durante muitos meses ou apenas durante um minuto, nestes últimos cinco anos e que, a necessidade de ser conciso ou o simples esquecimento, não me permitem agradecer nominalmente.

A todas as barreiras, obstáculos e percalços por insistirem em mostrar-me que tudo é ultrapassável, contornável e superável, desde que com trabalho, força de vontade, determinação, confiança nas minhas capacidades e sem nunca deixar de ser o que sou.

Resumo

Até hoje não foi ainda possível dissociar o crescimento económico do aumento de impactes ambientais, nomeadamente ao nível da produção de resíduos, tornando imperativa a procura de estratégias que fomentem a valorização de resíduos. A utilização de CDR representa um dos possíveis contributos para a resolução desta problemática. Apesar do desenvolvimento de vários programas legislativos e estratégicos, não são ainda claras quais as condições que garantem a viabilidade do CDR no panorama nacional, e este estudo pretende ser uma contribuição para o esclarecimento destas condições. Para tal foi realizada uma análise tecnológica, com base numa revisão bibliográfica, que permitiu conhecer quais os tratamentos aos quais a fracção de rejeitados precisa de ser sujeita para garantir as características necessárias à produção de um CDR com mercado e escoamento económico, em particular para a indústria cimenteira. A partir desta análise concluiu-se quanto à necessidade de trituração e secagem da fracção, podendo esta ser realizada através de bio-secagem ou secagem térmica. Assim, estudou-se os benefícios e custos dos processos de secagem, através de *Low Belt Temperature Dryer*, para diferentes fontes de calor, e da Bio-Secagem com Telas, para diferentes necessidades de investimento, recorrendo à metodologia de *Cost Benefit Analysis*. O estudo destas tecnologias permitiu concluir quanto às desvantagens e incertezas associadas à bio-secagem, apesar da viabilidade financeira desta tecnologia, bem como, à viabilidade da secagem térmica e do mercado associado aos CDR mediante a cobrança dum acréscimo de tarifa.

Palavras-Chave:

Combustíveis Derivados de Resíduos (CDR); Análise Custo-Benefício; Combustível Sólido Recuperado (CSR); Combustíveis de Resíduos; Tratamento Mecânico e Biológico (TMB).

Abstract

Until today, it was not possible to decouple the economic growth from the increase of environmental impacts, namely through waste production, making imperative the search for strategies that promote the waste valorisation. The use of Refuse Derived Fuel (RDF) represents one of the possible contributes for the resolution of this problematic. Although several strategic and legislative programs developed, it is not clear which are the conditions that guarantee the RDF sustainability on the national perspective, and this study intends to be a contribution for the clarification of these conditions. With this objective a technical analysis was performed, based on an extensive literature review, which allowed to know which are treatments that the reject fraction needs, to ensure the necessary characteristics to produce a RDF with economic value and market flow, namely for the cement industry. Based on this analysis it was concluded that the reject fraction needs to be shredded and dried, which can be performed through bio-drying or thermal drying. It was studied the benefits and costs of drying processes through the Low Temperature Belt Dryer, for different heat sources, and Bio-drying with canvas, for different needs of investment, using the Cost Benefit Analysis methodology. This study allowed the identification of disadvantages and uncertainties with bio-drying, despite the financial viability of this technology, as well as the feasibility of thermal drying and market associated with RDF through a tariff rise.

Keywords:

Refuse-Derived Fuels (RDF); Cost-Benefit Analysis (CBA); Solid Recovered Fuel (SRF); Waste Fuels; Mechanical-Biological Treatment (MBT).

Índice

1.	Introdução	1
1.1	Objectivos	1
1.2	Definição do Âmbito	1
1.3	Organização da Tese	2
2.	Estado de Arte.....	4
2.1	Caracterização dos Sistemas de Gestão de Resíduos.....	4
2.2	Descrição Geral dos CDR	9
2.3	Enquadramento Legal e Estratégico	11
2.4	Exemplos e Estratégias Internacionais	15
3.	Análise Tecnológica	18
3.1	Processo de Preparação de CDR	18
3.2	Alterações possíveis para aumento da eficiência	22
3.3	Sugestões de Melhoria do Processo.....	25
	Trituração	25
	Secagem	26
4.	Análise Económica.....	37
4.1	Metodologia	37
4.2	Pressupostos de Cálculo.....	41
4.3	Resultados.....	45
	Low Temperature Belt Dryer	45
	Bio-Secagem com Telas	54
5.	Conclusões.....	63
6.	Bibliografia.....	66
	Anexos.....	i
	A.1 - Fluxograma de Desenvolvimento da CBA	i
	A.2 – Esquemas Exemplificativos de TMB em Portugal	ii
	A.3 – Folhas de Cálculo: <i>Low Temperature Belt Dryer</i> – Gás Natural	v
	A.4 – Folhas de Cálculo: <i>Low Temperature Belt Dryer</i> – Calor Disponível.....	viii
	A.5 – Folhas de Cálculo: <i>Low Temperature Belt Dryer - Pellets</i>	xi
	A.6 – Folhas de Cálculo: Bio-Secagem com Telas – Cenário Bio-Secagem.....	xiv

A.7 – Folhas de Cálculo: Bio-Secagem com Telas – Cenário Bio-Secagem (V)	xviii
A.8 – Folhas de Cálculo: Bio-Secagem com Telas – Cenário Bio-Secagem (A)	xxii
A.9 – Folhas de Cálculo: Bio-Secagem com Telas – Cenário Bio-Secagem (VA).....	xxvi

Índice de Figuras

Figura 2.1: Variação da Produção de RU em Portugal. Fonte: APA 2015	5
Figura 2.2: Caracterização Física Média dos RU em Portugal Continental. Fonte: APA 2014a	5
Figura 2.3: Distribuição do Tratamento de RU em Portugal Continental. Fonte: APA 2014a	6
Figura 2.4: Distribuição dos SGRU em Portugal Continental. Fonte: MAOTE 2014	7
Figura 2.5: Hierarquia de Gestão de Resíduos. Fonte: MAOT 2011	11
Figura 3.1: Diagrama de Blocos do TMB alimentado por resíduos de recolha indiferenciada. Adaptado: Piedade e Aguiar 2010	19
<i>Figura 3.2: Balanço de Massas do Processo. Fonte: Montejo et al. 2011; Rotter et al. 2004.....</i>	<i>19</i>
Figura 3.3: Distribuição do Conteúdo Energético dos CDR. Fonte: Nasrullah et al. 2015	20
Figura 3.4: Exemplo de pilha de CDR sujeita a Bio-Secagem em Túneis. Fonte: Mendes 2014	28
Figura 3.5: Exemplo de pilha de CDR sujeita a Bio-Secagem com Telas. Fonte: Mendes 2014.....	29
Figura 3.6: Exemplo de pilha de CDR sujeita a Bio-Secagem com Baías. Fonte: Mendes 2014	29
Figura 3.7: Ilustração de um Tambor Rotativo de Secagem. Adaptado: FEECO International 2015...	32
Figura 4.1: Comparação dos CAPEX (LTBD)	46
Figura 4.2: Comparação dos OPEX (LTBD)	46
Figura 4.3: Comparação dos Custos Totais (LTBD)	47
Figura 4.4: Comparação das Receitas (LTBD)	48
Figura 4.5: Comparação de EBIDTA e Resultados Líquidos (LTBD)	48
Figura 4.6: Análise da Viabilidade Financeira do Gás Natural (LTBD)	49
Figura 4.7: Análise da Viabilidade Financeira do Calor Disponível (LTBD)	49
Figura 4.8: Análise da Viabilidade Financeira dos Pellets (LTBD)	50

Índice de Quadros

Quadro 2.1: Produção Total de Resíduos por Região do País (em Milhões de Toneladas). Fonte: APA 2014a.....	5
Quadro 2.2: Infraestruturas relacionadas com CDR existentes em Portugal Continental. Adaptado: APA 2014b.....	8
Quadro 2.3: Quantitativo de CDR e material para CDR produzido em Portugal Continental (toneladas). Fonte: APA 2014b	9
Quadro 2.4: Sistema de Classificação de CDR. Fonte: NP 4486:2008	10
Quadro 3.1: Quadro Comparativo entre Tecnologias de Secagem. Fonte: Stela Drying Technology 2016	35
Quadro 4.1: Pressupostos considerados para o Low Temperature Belt Dryer	41
Quadro 4.2: Pressupostos considerados para a Bio-Secagem com Telas	43
Quadro 4.3: Valores de Acréscimo Tarifário cobrados (por tonelada de resíduos que entram no TMB)	47
Quadro 4.4: Resultados da Viabilidade Financeira (LTBD)	50
Quadro 4.5: Resultados da TIR para tarifa constante.....	51
Quadro 4.6: Custo de Produção de CDR (LTBD)	52
Quadro 4.7: Valor de TGR cobrado em Portugal.....	52
Quadro 4.8: Resultados da Viabilidade Económica (LTBD)	54
Quadro 4.9: Resultados da Viabilidade Financeira (Bio-Secagem).....	59
Quadro 4.10: Receita de Produção de CDR (Bio-Secagem).....	60
Quadro 4.11: Resultados da Viabilidade Económica (Bio-Secagem).....	62

Siglas e Acrónimos

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

CAPEX – Custos de Capital

CBA – *Cost-Benefit Analysis*

CDR – Combustível Derivado de Resíduos

DL – Decreto-Lei

EGF – Empresa Geral de Fomento

GEE – Gases de Efeito de Estufa

INE – Instituto Nacional de Estatística

LTBD – *Low Temperature Belt Dryer*

NP – Norma Portuguesa

OPEX – Custos de Operação

PCI – Poder Calorífico Inferior

PCS – Poder Calorífico Superior

PERSU – Plano Estratégico dos Resíduos Urbanos

PNGR – Plano Nacional de Gestão de Resíduos

REEE – Resíduos de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos

RGGR – Regime Geral de Gestão de Resíduos

RINP – Resíduos Industriais Não-Perigosos

RU – Resíduos Urbanos

RUB – Resíduos Urbanos Biodegradáveis

SGRU – Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos

TGR – Taxa de Gestão de Resíduos

TIR – Taxa Interna de Retorno

TM – Tratamento Mecânico

TMB – Tratamento Mecânico e Biológico

UE – União Europeia

VAL – Valor Actual Líquido

1. Introdução

1.1 Objectivos

A presente dissertação pretende descrever e analisar as soluções de preparação de Combustíveis Derivados de Resíduos (CDR) aplicadas ao contexto da gestão de Resíduos Urbanos (RU) em Portugal, com enfoque na fase do processo entre o Tratamento Mecânico e Biológico (TMB), donde surge a fracção valorizável, e o produto final comerciável, o CDR propriamente dito. A partir duma perspectiva técnica e económica pretende-se concluir sobre qual a solução que permite obter o melhor balanço económico e assim contribuir para a determinação da viabilidade do mercado de CDR.

A pesquisa adoptada nesta dissertação recorre à revisão bibliográfica efectuada de forma a concluir sobre quais os processos e características necessárias a um CDR de qualidade, adaptado aos tratamentos já efectuados pelos Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU) portugueses. Com base nestes pressupostos e numa pesquisa de mercado realizada, foi possível identificar os custos inerentes aos processos e realizar o balanço financeiro associado à preparação de CDR.

Este estudo pretende contribuir para uma melhor compreensão e conhecimento da temática dos CDR, como uma das possíveis estratégias a implementar para enfrentar as crescentes preocupações ao nível da gestão de resíduos. Tendo em conta todos os factores e variáveis subjacentes à temática em causa, pretende-se responder à necessidade de identificar as soluções tecnológicas mais eficientes, a nível económico e de processo, desenvolver sugestões e identificar as oportunidades associadas, e por último, concluir quanto aos benefícios daí resultantes.

1.2 Definição do Âmbito

Apesar da aposta estratégica feita em Portugal na área dos CDR e no mercado a si associado, esta é uma temática que ainda precisa de estudo e discussão no panorama nacional, no que toca à definição das melhores metodologias e tecnologias a aplicar. O sector dos resíduos português está equipado com parte das tecnologias necessárias à potencialização dos CDR, faltando a aposta no desenvolvimento duma linha de processo que, com os menores custos associados, produza o melhor produto possível (3Drivers 2015).

Essa é a lacuna que esta dissertação pretende ajudar a preencher, contribuindo para o estudo das condições de viabilidade do panorama nacional dos CDR. O mesmo concluirá quanto à necessidade de execução de duas fases de tratamento chave para obtenção de um combustível de qualidade, a trituração e a secagem. Dada a pouca variabilidade de opções na fase de trituração, esta não será sujeita a análise económica nem comparativa.

A questão da qualidade do CDR não pode ser dissociada daquela que é a sua utilização expectável, podendo ser entendida de formas diversas pelos agentes. Em Portugal, o destino mais mencionado e provável à utilização deste combustível são as fábricas de cimento. Assume-se assim que o conceito

de qualidade é aquele que tem sido defendido por este sector: um CDR com baixo teor de humidade (<20%) e com composição que permite cumprir os valores limites de emissão para as unidades fabris.

A análise tecnológica irá estudar dois tipos de secagem, secagem térmica e bio-secagem, além de tecnologias específicas inseridas em cada grupo, como a bio-secagem com telas e em túneis e, no caso da secagem térmica, o *low temperature belt dryer* e a secagem em tambor rotativo. A análise económica incidirá sobre as duas tecnologias com maior potencial de utilização pelos SGRU, a bio-secagem com telas e o *low temperature belt dryer*. As várias alternativas de secagem e diferentes resultados, possíveis de obter em cada caso, justificam o foco dado a esta fase de tratamento em específico.

Tendo em conta estas necessidades e oportunidades em aberto, esta dissertação insere-se na realidade actual em Portugal e nas perspectivas futuras em vista, pretendendo-se ir ao encontro do actual paradigma existente, estudá-lo e concluir quanto às opções a tomar.

1.3 Organização da Tese

De acordo com os objectivos e o âmbito enunciado, a tese encontra-se dividida em seis capítulos:

Capítulo 1 – A introdução tem como objectivo enquadrar numa forma generalista o conteúdo da dissertação, passando pelo âmbito e objectivos da mesma.

Capítulo 2 – No estado de arte pretende-se descrever a realidade existente associada aos CDR. Para tal, começam por ser explicadas as características dos sistemas de gestão de resíduos e do sector dos resíduos em Portugal. De seguida, é realizada uma definição cuidada dos CDR e uma descrição de tudo o que lhe está associado, passando por questões fulcrais para este produto como a NP 4486:2008. O Enquadramento Legal e Estratégico pretende completar o subcapítulo anterior através da análise dos mecanismos legais e estratégicos relevantes existentes em Portugal (por exemplo, a Directiva-Quadro dos Resíduos, a Estratégia para os CDR, o PERSU 2020). Por último, pretende-se descrever alguns exemplos e estratégias internacionais, de forma a enquadrar a questão portuguesa dos CDR numa perspectiva comparativa com outros estados.

Capítulo 3 – Após uma cuidada descrição da realidade dos CDR existente, este capítulo analisa as várias tecnologias passíveis de transformar a fracção de rejeitados saída do TMB num CDR de qualidade. Através numa extensa revisão bibliográfica são retiradas várias conclusões quanto às características da fracção valorizável e às características necessárias a um CDR comercializável. O capítulo pode ser dividido em três partes, na primeira é revisto todo o processo de preparação de CDR e as necessidades do mesmo. Na segunda parte feita uma avaliação destas necessidades e realizado um estudo das possíveis alterações tendo em vista um aumento da eficiência tecnológica e económica do processo. Na terceira parte, são realizadas sugestões de melhoria ao processo actual ou definido um processo considerando o rácio qualidade/preço, as instalações existentes, as características actuais e os fins pretendidos.

Capítulo 4 – Neste capítulo é avaliada a componente financeiro-económica das soluções tecnológicas previamente identificadas como mais indicadas, com base na metodologia de *Cost Benefit Analysis*. A mesma é caracterizada, implementada e, na sequência da informação recolhida nos capítulos 3 e 4 e nas várias hipóteses e variáveis consideradas, são apresentados e descritos os resultados do estudo.

Capítulo 6 – Finalmente, neste capítulo apresentam-se as principais conclusões do trabalho e perspectivas de trabalho futuro.

2. Estado de Arte

2.1 Caracterização dos Sistemas de Gestão de Resíduos

O crescimento económico nas várias partes do globo está, desde que existem registos, directamente relacionado com o consumo de recursos e, por consequência, um expectável aumento da produção de resíduos. Apesar de ser esse o objectivo, não foi ainda possível dissociar o crescimento económico dos impactes ambientais decorrentes da produção de resíduos, em particular em Portugal (APA 2013).

Dado o desenvolvimento urbano e a crescente concentração da população nas cidades, os resíduos urbanos e a necessidade de prevenir ou diminuir a sua produção e de incentivar a sua reciclagem ou reutilização, tornaram-se em duas das grandes metas associadas à gestão de resíduos. Esta situação é uma realidade não só em Portugal, mas em praticamente todo o mundo, estando a ser realizados esforços que permitam uma diminuição dos impactes daí decorrentes, uma maior eficiência na utilização de recursos e, consequentemente, contribuir para a protecção do ambiente e saúde pública.

De entre as várias estratégias que podem ser levadas a cabo para atingir estes objectivos está a utilização de CDR como substitutos de combustíveis fósseis, em particular de CDR a partir de RU. Para tal é necessário conhecer aquela que é a realidade do sistema de gestão de resíduos em Portugal, dada a influência que o funcionamento e resultados deste sistema têm sobre a questão dos CDR em estudo.

Segundo o RGGR, definido pelo Decreto-Lei nº73/2011, de 17 de Julho (MAOT 2011), um RU é definido como “o resíduo proveniente de habitações bem como outro resíduo que, pela sua natureza ou composição, seja semelhante ao resíduo proveniente de habitações”. Na sequência desta definição, podem ser considerados RU os resíduos produzidos (APA 2016):

- Pelos agregados familiares (resíduos domésticos);
- Por pequenos produtores de resíduos semelhantes (produção diária inferior a 1 100 L);
- Por grandes produtores de resíduos semelhantes (produção diária igual ou superior a 1 100 L).

No ano de 2014, em Portugal Continental existiu uma produção diária de 1,24 kg de RU per capita, o que se traduz, numa capitação anual de RU de 452 kg/(hab.ano), totalizando uma produção de RU a nível continental de 4,474 milhões de toneladas. O resultado do ano de 2014 demonstra um aumento da produção de resíduos de 2,5% relativamente ao ano anterior. No entanto, como é possível verificar na figura 2.1 e no quadro 2.1, verifica-se uma tendência de redução desde 2010, tendo existido um decréscimo de 13,7% entre 2010 e 2014 (APA 2015). Os dados relativos à produção de resíduos em Portugal nos últimos anos estão representados na figura 2.1 e quadro 2.1.

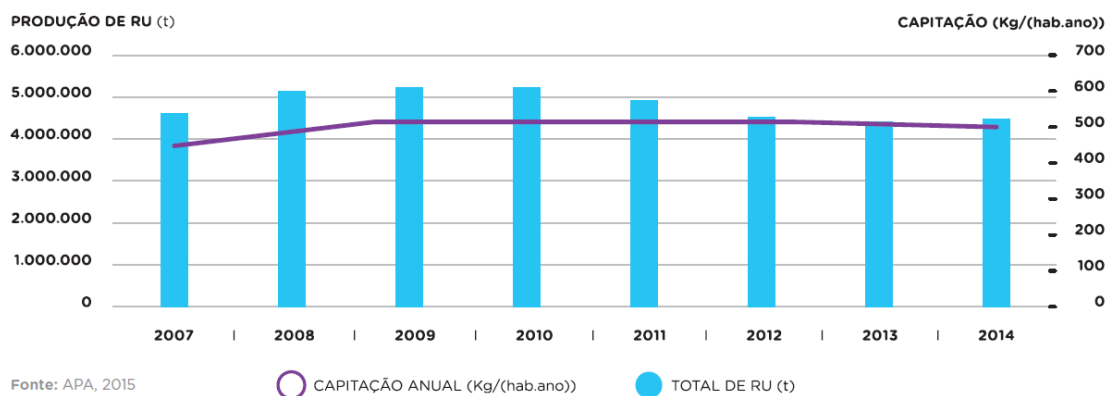


Figura 2.1: Variação da Produção de RU em Portugal. Fonte: APA 2015

Quadro 2.1: Produção Total de Resíduos por Região do País (em Milhões de Toneladas). Fonte: APA 2014a

Região	2011	2012	2013	2014
Portugal Continental	4,888	4,525	4,363	4,747
Região Autónoma da Madeira	124	114	106	110
Região Autónoma dos Açores	147	143	139	136
Total	5,159	4,782	4,608	4,719
Variação face ao ano anterior	-6%	-7%	-4%	+2%

Com base nas especificações técnicas da Portaria nº 851/2009, de 7 de Agosto (MAOTDR 2009), pode ser feita uma caracterização física média dos RU produzidos, em Portugal continental, presentes na figura 2.2 (APA 2014a).

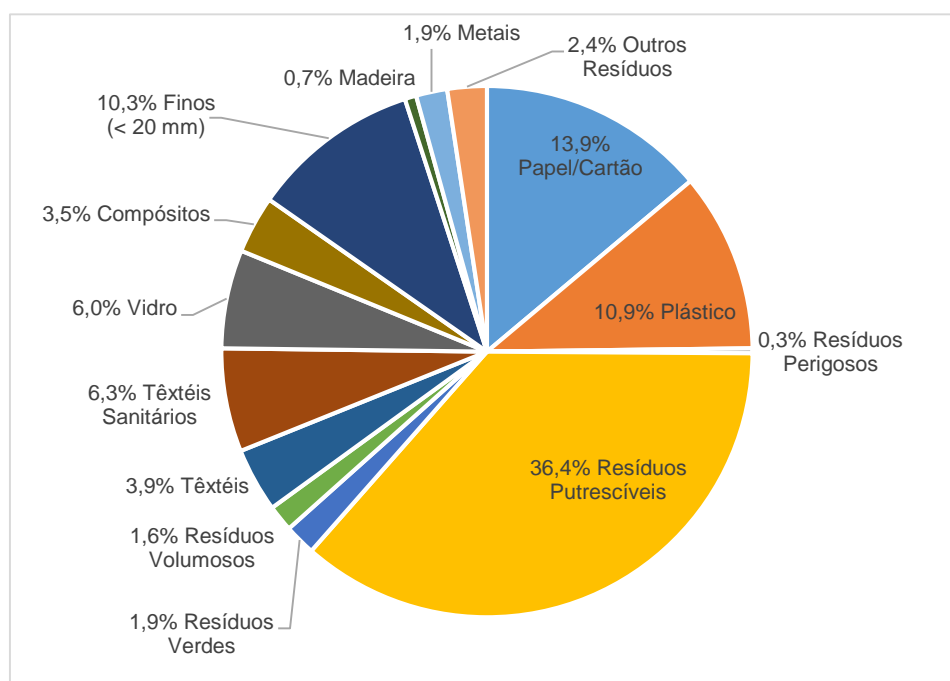


Figura 2.2: Caracterização Física Média dos RU em Portugal Continental. Fonte: APA 2014a

Para o estudo em causa, tão relevantes como os dados referentes à produção de resíduos, são aqueles que incidem sobre a forma de tratamento dos mesmos. Embora estes apontem para uma evolução positiva no que toca ao cumprimento da hierarquia dos resíduos, destaca-se a existência duma estagnação da fracção recolhida selectivamente tendo em vista a valorização multimaterial (APA 2014a).

Apesar de serem identificadas pelos SGRU razões para este facto, esta tendência é contrária à estratégia nacional e comunitária para os RU e, simultaneamente, demonstra a ineficácia das políticas promovidas junto da população de promoção da separação na fonte. Tendo em conta as ambiciosas metas subscritas para o ano de 2020, nomeadamente, no caso de preparação para reutilização e reciclagem e de retomas de recolha selectiva, é necessário avaliar as acções implementadas e considerar possíveis alternativas para inverter esta situação (APA 2014a).

Ainda mais evidente é a redução da quantidade de resíduos colocados directamente em aterro dado o aumento de resíduos encaminhados para TMB. A deposição directa em aterro registou uma descida em 2014 de 42% face a 2010 e 1,4% face a 2013. Já no caso do TMB, a quantidade de RU encaminhada para este tratamento aumentou 102% em 2014 em relação ao ano de 2010. Este último dado é especialmente relevante, pois a preparação de CDR é feita a partir duma fracção resultante do TMB ou do tratamento mecânico (TM). Assim sendo, pode considerar-se este facto como um indicador do potencial de produção de CDR existente em Portugal (APA 2015). A distribuição do tratamento de RU em Portugal Continental está representada na figura 2.3.

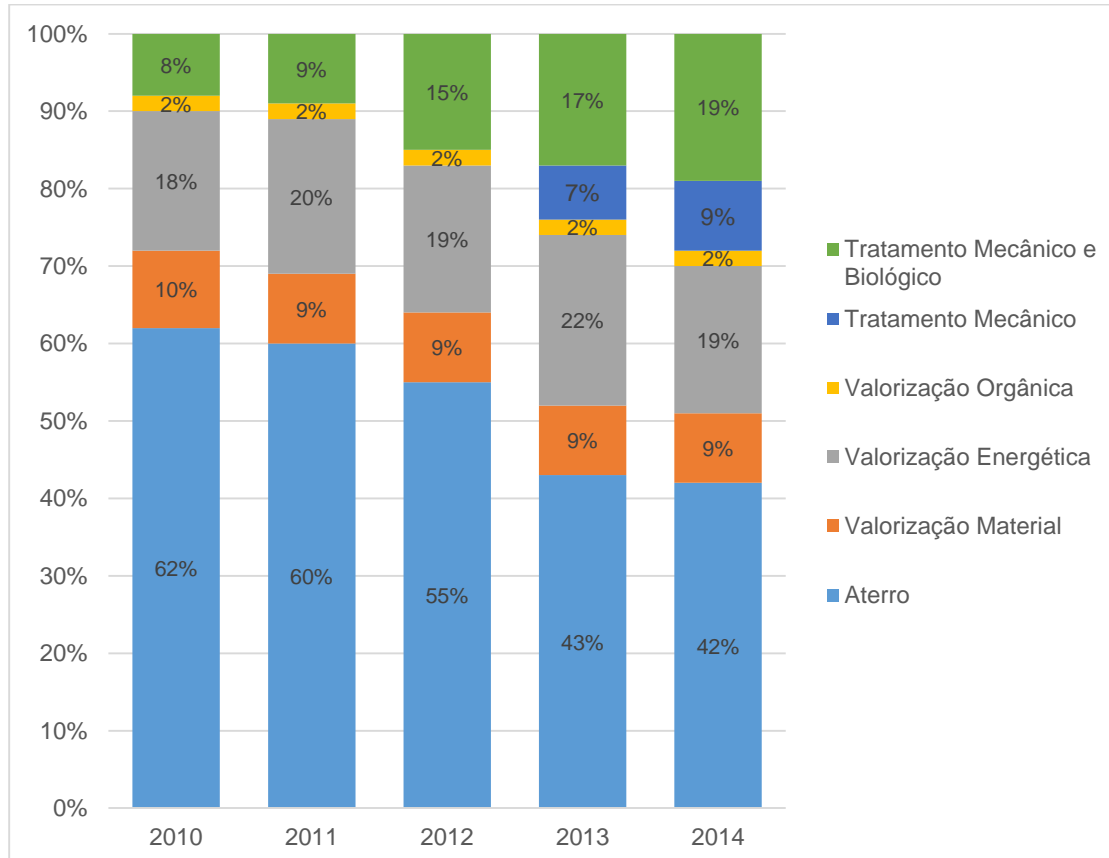


Figura 2.3: Distribuição do Tratamento de RU em Portugal Continental. Fonte: APA 2014a

Quanto ao funcionamento e organização do sistema de gestão de resíduos, numa rápida descrição sobre o mesmo, o território de Portugal Continental está dividido em 23 sistemas de gestão de RU (representados na figura 2.4), dos quais 12 são multimunicipais e 11 intermunicipais. Estes sistemas possuem, entre si, acentuadas diferenças, desde o número de municípios que cada estrutura incorpora, a área e população abrangida por cada sistema e até as condições socioeconómicas do território. Estas discrepâncias reflectem-se no fluxo de resíduos produzidos e, por inerência, nas estratégias e opções adoptadas para os sistemas de recolha e tratamento de RU (MAOTE 2014).



Figura 2.4: Distribuição dos SGRU em Portugal Continental. Fonte: MAOTE 2014

No sector de água e resíduos, normalmente interligados em Portugal, os sistemas são caracterizados consoante as actividades realizadas como “alta” ou “baixa”. Esta classificação esteve na base da criação dos sistemas multimunicipais, maioritariamente responsáveis pela “alta”, e dos sistemas municipais, maioritariamente responsáveis pela “baixa”. Para o caso de estudo interessa referir que

das 259 entidades gestoras em “baixa”, todas têm a responsabilidade de recolha indiferenciada de resíduos para os 23 SGRU referidos. Mas apenas 27 realizam a recolha selectiva multimaterial, principalmente nas áreas da Grande Lisboa e Grande Porto, nas restantes áreas essa responsabilidade recai directamente sobre o respectivo SGRU (MAOTE 2014).

As restantes diferenças entre os sistemas estão relacionadas com o modelo jurídico praticado e da titularidade estatal ou municipal dos sistemas. Perante a recente privatização da Empresa Geral de Fomento (EGF), representante estatal nos SGRU, é possível que existam mudanças futuras neste sector e na respectiva organização. Os sistemas municipais com participação da EGF abrangem 60% da população e dos resíduos produzidos em Portugal Continental.

No ano de 2014, cinco SGRU registaram a produção de material para CDR, foram estes: Amarsul (TM), ERSUC (TMB), Resitejo (TM), Tratolixo (TM, TMB e Triagem) e Valnor (TMB e Triagem). No entanto, apenas a Valnor produziu realmente CDR. Apesar disso, existiam mais sistemas capacitados de infraestruturas para produção de material para CDR ou do próprio combustível (APA 2014b). As infraestruturas disponíveis estão representadas no quadro 2.2.

Quadro 2.2: Infraestruturas relacionadas com CDR existentes em Portugal Continental. Adaptado: APA 2014b

SGRU	TM	TMB	CDR
Resinorte	1	1	
Suldouro		1	
Resíduos do Nordeste		1	
Valorlis		1	
ERSUC		2	2
Ecobeirão	1		
Resiestrela		1	
Resitejo	1		
Tratolixo	1	1	
Amarsul	1	2	1
Gesamb		1	
Ambilital		1	
Valnor		1	1
Resialentejo		1	
Algar	1	1	
Total	6	15	4

Dada a falta de especificidade no perfil do produtor de CDR, a APA não tem capacidade para aferir, de forma diferenciada, quais os sistemas que produziram material para CDR e quais os que realmente

produziram CDR. Assim, apresenta-se um combinado destes quantitativos e a sua evolução ao longo dos últimos anos no quadro 2.3.

Quadro 2.3: Quantitativo de CDR e material para CDR produzido em Portugal Continental (toneladas). Fonte: APA 2014b

Classificação da Unidade	2011	2012	2013	2014
Estações de Triagem	-	-	120	757
Unidades de TM	-	5 709	11 484	69 996
Unidades de TMB	5 412	27 153	20 498	34 198
Total	5 412	32 862	32 102	104 951

A produção de CDR a partir de RU foi registada pela primeira vez, em Portugal, no ano de 2011. Esta produção teve um aumento significativo em 2012 e manteve-se constante no ano seguinte a este. Em 2014, com a contribuição dos SGRU Tratolixo e Resitejo, verificou-se um novo aumento significativo da produção de CDR (APA 2014b).

2.2 Descrição Geral dos CDR

O termo CDR provém do inglês *RDF, Refuse Derived Fuel*, sendo esta a designação genérica atribuída aos combustíveis produzidos a partir de resíduos não perigosos. De forma a garantir os critérios de qualidade desta tipologia de combustíveis e, simultaneamente, promover a aceitação do CDR no mercado europeu foram publicadas normas europeias sobre a matéria. Esta norma comunitária, define o *SRF, Solid Recovered Fuel*, como um combustível também originário de resíduos, mas em conformidade com critérios técnicos específicos e classificado segundo um conjunto de normas, publicadas pelo Comité Europeu de Normalização (CEN). Assim a designação CSR, Combustível Sólido Derivado (tradução literal do termo anglo-saxónico), define o CDR que é preparado de acordo com o previsto na norma CEN.

A Estratégia para os CDR (MAOTDREI 2009) define o CDR como um combustível sólido de características homogéneas, significativo poder calorífico e conteúdo biogénico, preparado a partir de resíduos não perigosos e com o objectivo de ser utilizado para valorização energética em instalações de incineração e co-incineração. Actualmente, a produção de CDR é vista como uma possível via para o aproveitamento de refugos e rejeitados provenientes de unidades de triagem, de TM e de TMB de RU, podendo ainda envolver a mistura de fracções não recicláveis de resíduos não perigosos de origem não urbana. Assim, o CDR e o seu processo de preparação poderão constituir um importante contributo para a gestão sustentada de resíduos e recursos, nomeadamente, através do desvio de resíduos de aterro e da utilização dos mesmos enquanto combustível alternativo, bem como para a sustentabilidade económica dos SGRU tendo em conta a dinamização do mercado de CDR e a utilização de recursos energéticos endógenos (MAOTDREI 2009).

O potencial de aplicação dos CDR são os seguintes (Piedade e Aguiar 2010):

- Co-combustível para combustão directa em instalações produtoras de energia;
- Co-combustível em cimenteiras;
- Co-combustível em caldeiras industriais;
- Combustível para unidades de incineração dedicadas;
- Co-combustível em unidades de incineração;
- Combustível para instalações de gaseificação dedicada.

A confiança na qualidade do produto é da maior importância e com esse objectivo têm sido desenvolvidas normas com o propósito de tornar os critérios mais horizontais. Um exemplo destas medidas é o código de classe estabelecido em Portugal pela NP 4486:2008. Contudo, os potenciais consumidores de CDR poderão estabelecer outros requisitos de natureza ambiental ou de processo. Este facto ganha mais peso quando se observa que o CDR proveniente de RU terá de competir com outros combustíveis alternativos proveniente de fluxos de resíduos tendencialmente mais viáveis. Por exemplo, o caso de fracções específicas de resíduos industriais não perigosos, que são relativamente mais vantajosos no que toca ao poder calorífico, caracterização química e homogeneidade (Mendes 2014).

O mencionado código de classe trata-se de uma importante ferramenta de classificação do CDR estabelecida em Portugal pela NP 4486:2008, a mesma classifica os CDR tendo por base três parâmetros fundamentais:

- Poder Calorífico Inferior (PCI) – Parâmetro Económico;
- Teor em Cloro (Cl) – Parâmetro Tecnológico;
- Teor em Mercúrio (Hg) – Parâmetro Ambiental.

O sistema de classificação é baseado em valores limite para cada um dos três parâmetros mencionados, dividindo cada um deles em cinco classes possíveis. A classificação é feita segundo a atribuição de um número de 1 a 5, em cada parâmetro em função da respectiva performance, como se pode verificar no quadro 2.4.

Quadro 2.4: Sistema de Classificação de CDR. Fonte: NP 4486:2008

Parâmetro	Medida Estatística	Unidades	Classes				
			1	2	3	4	5
PCI	Média	MJ/kg (tal como recebido)	≥ 25	≥ 20	≥ 15	≥ 10	≥ 3
Teor em Cl	Média	% (base seca)	≤ 0,2	≤ 0,6	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 3,0
Teor em Hg	Mediana	mg/MJ (tal como recebido)	≤ 0,02	≤ 0,03	≤ 0,08	≤ 0,15	≤ 0,50
	Percentil 80	mg/MJ (tal como recebido)	≤ 0,04	≤ 0,06	≤ 0,16	≤ 0,30	≤ 1,00

O sistema por código de classes considera as seguintes características como ideias para um CDR:

- Maximização do rendimento térmico da combustão (PCI);
- Baixa corrosão dos componentes da caldeira de combustão (CI);
- Baixos níveis de emissões atmosféricas (Hg).

2.3 Enquadramento Legal e Estratégico

A Directiva-Quadro de Resíduos (Directiva 2008/98/CE, de 19 de Novembro) é o instrumento legal de referência sobre a gestão de resíduos a nível comunitário, transposta para o DL nº 73/2011, de 17 de Junho (MAOT 2011). Esta norma legal define os principais conceitos associados à temática, como os de resíduos, valorização e eliminação, estabelecendo ainda os requisitos base para a gestão de resíduos. Além disto, apresenta-nos ainda a hierarquia dos resíduos, bem como, princípios como o do poluidor-pagador ou a obrigação de não existirem impactes negativos sobre o ambiente ou sobre a saúde decorrentes do tratamento de resíduos, entre outras premissas, servindo como base legal para todo o sector dos resíduos em Portugal.

Até ao final do século passado, as lixeiras a céu aberto eram uma realidade totalmente aceite a nível nacional. No ano de 1994, apenas 46% dos RU produzidos tinham um destino final adequado, valor este que disparou para os 100% em 2002, mantendo-se desde então (Piedade and Aguiar 2010). No ano anterior, uma avaliação à situação do sector dos resíduos em Portugal considerou a mesma totalmente inaceitável e sem capacidade de responder aos desafios colocados pela UE a este nível (ERSAR 2014). Até este período, a maioria dos RU produzidos tinham como destino a deposição (descontrolada) em lixeiras. Os desafios europeus a este nível, juntamente com a crescente produção de RU e aumento da preocupação com a matéria, motivou mudanças drásticas no sector no período seguinte.

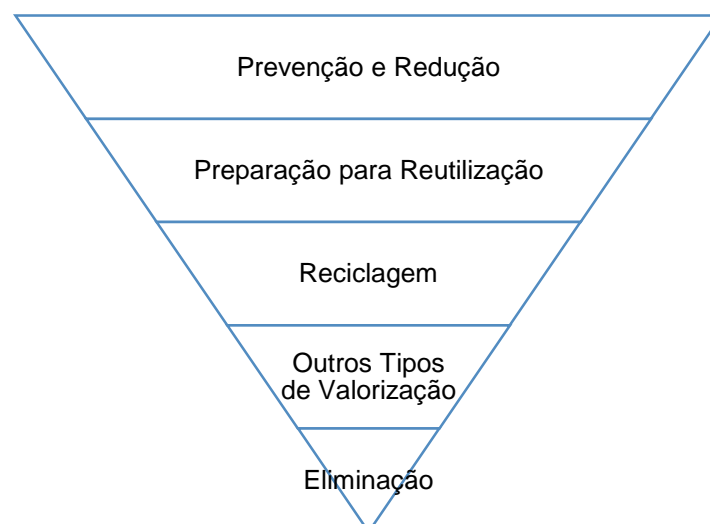


Figura 2.5: Hierarquia de Gestão de Resíduos. Fonte: MAOT 2011

No ano de 1997, foi elaborado o primeiro PERSU, principal contribuidor da grande mudança estrutural ocorrida. Este plano definia os seguintes principais objectivos:

- Erradicar a totalidade das lixeiras existentes (até ao ano 2000);
- Substituir as lixeiras por uma rede de aterros sanitários, devidamente certificados ambientalmente;
- Apoiar a gestão dos RU através da criação dos sistemas multimunicipais e intermunicipais;
- Construir infraestruturas para recolha e tratamento de RU, como ecocentros, estações de transferência, estações de triagem e unidades de valorização orgânica;
- Criar sistemas de recolha selectiva e dinamizar a valorização multimaterial, com recurso aos ecopontos.

Com a aplicação deste plano foi possível verificar, em Portugal Continental, uma clara inversão da situação negativa do ponto de vista da gestão de resíduos e, em última instância, ambiental.

Após este período de reestruturação, é aprovado em 2007 o PERSU II, através da Portaria nº 187/2007, de 12 de Fevereiro, aplicável ao período entre 2007 e 2016 (MAOTDR 2007). Este segundo plano estratégico além de dar continuidade à política integrada de gestão de resíduos, seguindo os parâmetros legislativos nacionais e directrizes comunitárias, estabelecia como principais objectivos o desvio dos RUB de aterro e de processos de reciclagem e a valorização de resíduos de embalagens.

O PERSU II mostrou uma preocupação adicional para com a valorização dos subprodutos provenientes das unidades de TM e TMB, nomeadamente, o composto, os materiais recicláveis e a fracção valorizável via CDR (MAOTDR 2007). O PERSU II foi o primeiro instrumento a impulsionar o CDR como combustível alternativo e, por consequência, a construção de unidades de preparação de CDR.

Em complemento ao PERSU II surge a Estratégia para os CDR, aprovada pelo Despacho nº 21295/2009, de 22 de Setembro. As premissas da Estratégia para os CDR assentam numa visão de valorização do CDR como recurso ou “produto”, considerando os CDR como um importante contributo para uma gestão sustentada de resíduos e recursos (MAOTDREI 2009). Através do desvio de aterro de fracções valorizáveis de resíduos, da diversificação de fontes de energia e da utilização de recursos energéticos endógenos. Como foi referido na definição presente no subcapítulo anterior, a estratégia aplica-se tanto aos CDR provenientes de RU como aos que provêm de resíduos industriais não-perigosos (RINP).

Esta valorização energética, além da potencial redução da dependência energética externa, teria um efeito de substituição positivo relativamente a alguns combustíveis fósseis no que toca aos gases de efeito de estufa (GEE). Esta possível vantagem para o balanço de emissões de GEE é função do teor biogénico do próprio CDR e do combustível fóssil a substituir (MAOTDREI 2009). Por esta mesma razão, as autoridades europeias consideram apenas a energia proveniente desta fracção de origem biológica como energia renovável. De qualquer forma, a valorização energética por via dos CDR destes resíduos, mediante a impossibilidade de reciclagem ou reutilização dos mesmos, é considerada uma opção válida do ponto de vista da política de gestão de resíduos e de energia.

A Estratégia para os CDR menciona a possibilidade de serem produzidos diversos tipos de CDR, com menor ou maior qualidade, focando como essencial a devida especificação das suas propriedades. É destacada a importância dos CDR estarem de acordo com as condicionantes colocadas pela indústria, de natureza económica, de processo e ambiental, como forma de garantir o escoamento do mesmo e valorização do produto.

Por último, com base em todos os objectivos que se pretendem atingir, prevê-se a instalação de plataformas de preparação de CDR que, recebendo resíduos de diferentes origens, assegurem a produção de um CDR de elevada qualidade, com o objectivo de valorização pela indústria. Assim, a Estratégia para os CDR incide em quatro eixos definidos pela própria:

- Eixo I - Potenciar a valorização dos resíduos e utilização de recursos energéticos endógenos de modo a minimizar a quantidade de resíduos a depositar em aterro;
- Eixo II – Assegurar a harmonização na oferta e procura de CDR;
- Eixo III – Concretizar os princípios da auto-suficiência e da proximidade;
- Eixo IV – Desenvolver o conhecimento e a inovação tecnológica promovendo a competitividade e a qualificação dos intervenientes.

Em 2014, foi aprovado o PERSU 2020, através da Portaria nº 187-A/2014, de 17 de Setembro, revogando assim a Portaria nº 187/2007, de 12 de Fevereiro. O PERSU 2020 define novas metas para a gestão dos RU, algumas destas directamente relacionadas com os CDR, com a sua preparação e respectiva utilização. Entre estes objectivos destacam-se os mais relevantes:

- Resíduos geridos como recursos endógenos, minimizando os seus impactes ambientais e aproveitando o seu valor socioeconómico;
- Eficiência na utilização e gestão de recursos primários e secundários, dissociando o crescimento económico do consumo de materiais e da produção de resíduos;
- Eliminação progressiva da deposição de resíduos em aterro, com vista à erradicação da deposição directa de RU em aterro até 2030.

A avaliação do fim do estatuto de resíduo aplicado ao CDR, quando proveniente de RU (hipótese já mencionada na Estratégia para os CDR), além da necessidade de garantir valor económico e escoamento para os CDR (e de outros materiais provenientes do tratamento de RU) foram algumas das motivações para a elaboração deste novo plano estratégico. Ambas as questões não estavam abrangidas pelo PERSU II e foram consideradas relevantes para a política de gestão de resíduos nacional.

Tendo por base o panorama de gestão de resíduos existente em 2013, e considerando a sua manutenção no ano de 2020, sem qualquer investimento adicional em instalações, métodos ou pessoal. A aposta já realizada representaria um total de 2 milhões de toneladas de resíduos por ano sujeito a TM e TMB, de acordo com o PERSU 2020, que levaria a uma diminuição da deposição directa em aterro na ordem dos 20% do total de RU produzidos. Esperando-se um aumento da quantidade de refugos e rejeitados desviados de aterro de aproximadamente 300 mil toneladas por ano, referentes à produção de CDR (MAOTE 2014).

Considerando as metas assumidas pelo PERSU para o ano de 2020, prevê-se um aumento significativo da produção de CDR dado aumento da capacidade de TM e TMB. Segundo a previsão, no ano de 2020 serão recuperadas 490 mil toneladas de material para CDR, enquanto que no ano de 2012 apenas foram recuperadas 33 mil toneladas (MAOTE 2014).

Tendo em vista a valorização económica dos CDR, o PERSU identifica duas possibilidades estratégicas, numa perspectiva de auto-suficiência, os SGRU utilizarem unidades dedicadas ou centralizadas para valorização energética dos CDR. Numa perspectiva mais economicista, negociar o CDR com actividades do sector industrial (cimento, cerâmica ou pasta de papel) ou do sector energético (por exemplo, centrais de biomassa). Tanto o PERSU 2020 como a Estratégia para os CDR, identificam como uma ameaça à comercialização dos CDR a falta de capacidade instalada para consumo do mesmo. Além disso, é expressa a preocupação quanto à valorização económica do CDR, tanto na perspectiva da sustentabilidade financeira dos SGRU, como do fecho do ciclo dos materiais e diminuição do consumo de recursos.

A meta final será a garantia de escoamento e valorização económica dos CDR (MAOTE 2014). Instrumentos, como por exemplo a TGR, podem ser utilizados com o objectivo de projectar o mercado associado ao combustível. A desclassificação do CDR como resíduo é também considerada importante como forma de atingir a meta mencionada. Esta acção, a realizar mediante o cumprimento de requisitos de qualidade, produziria uma significativa redução da carga administrativa associada à utilização dos CDR, e assim potenciar a utilização do CDR.

A revisão da Estratégia para o CDR, uma vez que a mesma foi realizada em função do PERSU II e que actualmente existe um novo PERSU em execução, bem como o desenvolvimento de um mercado de resíduos, especialmente através de plataformas electrónicas, são outras duas medidas propostas. Considerando que o seu conjunto teria a capacidade para dar um renovado impulso às actividades de reciclagem e valorização de materiais e resíduos (MAOTE 2014).

Além dos factores estritamente relacionados com a gestão de resíduos ou valorização económica do recurso, o PERSU reforça o impacto positivo que os CDR poderão ter sobre os objectivos relacionados com as alterações climáticas. Nomeadamente, através da redução de emissões de GEE decorrentes do efeito de substituição positivo, em relação aos combustíveis fósseis, além da diminuição de emissões poluentes provenientes de aterros dada a expectável diminuição de deposição. Por estas razões, o documento identifica o fomento deste combustível alternativo como um contributo adicional para outras estratégias já desenvolvidas.

Em suma, congregando os vários sectores sobre os quais os CDR poderão ter influência, o PERSU 2020 identifica as seguintes medidas ou estratégias:

- Incentivar a construção de linhas de preparação/secagem de CDR;
- Articular a contratualização de escoamento de CDR na indústria, nomeadamente a cimenteira;
- Avaliar, com o sector industrial e SGRU, a viabilidade de instalar unidades de co-geração com recurso a CDR para fornecimento de electricidade e calor;
- Rever a Estratégia para os CDR;

- Promover a contratualização do escoamento remunerado dos CDR no sector e com sectores industriais fora do sector de gestão de RU (co-processamento em cimenteiras e valorização em unidades de co-geração);
- Avaliar a viabilidade do fim de estatuto de resíduo para os CDR;
- Promoção da substituição de combustíveis fósseis por CDR produzido a partir de RU, nos casos em que tal é exequível.

De entre as acções estratégicas para promoção dos CDR, o fim do estatuto de resíduos deste combustível alternativo é das mais relevantes. Este objectivo está contemplado no DL nº 73/2011, de 17 de Junho, que define a possibilidade de desclassificação de determinados resíduos mediante a submissão destes a uma operação de valorização, por exemplo reciclagem, e satisfaçam critérios específicos a estabelecer nos termos das seguintes condições (MAOT 2011):

- A substância ou objecto ser habitualmente utilizado para fins específicos;
- Existir um mercado ou procura para essa substância ou objecto;
- A substância ou objecto satisfazer requisitos técnicos para os fins específicos e respeitar a legislação e as normas aplicáveis aos produtos;
- A utilização da substância ou objecto não acarretar impactes globalmente adversos do ponto de vista ambiental ou da saúde humana.

Tais critérios mencionados podem conter valores limite para os poluentes e ter em linha de conta possíveis impactes ambientais negativos, por parte da substância ou objecto. Não existindo definição destes critérios a nível comunitário, os mesmos poderão ser definidos pelo responsável pela pasta governamental em causa, sob proposta da Autoridade Nacional de Resíduos e tendo em conta questões de jurisprudência (MAOT 2011).

2.4 Exemplos e Estratégias Internacionais

A nível europeu, ainda antes da implementação das estratégias comunitárias ligadas aos CDR já alguns países tinham desenvolvido esforços para dinamização deste combustível. Após a implementação das medidas europeias a preparação de CDR tornou-se uma prática comum na UE. Tal facto verifica-se, por exemplo, na Áustria, Alemanha, Finlândia, Itália, Holanda e Suécia. Neste último a incineração de RU possui uma elevada quota, quando comparamos os tratamentos de resíduos utilizados.

No caso finlandês, a preparação de CDR é feita a partir de RU, sendo estes separados na fonte através dum sistema de recolha selectiva que varia em função da zona do país. Aos RU são, normalmente, adicionados resíduos comerciais, industriais e de construção e demolição. Na Suécia, o combustível tem como base as fracções de RU com maior potencial calorífico, sendo estas separadas e encaminhadas para a linha de preparação de CDR. Já na Holanda, o CDR é constituído, essencialmente, pelas fracções de papel e plástico presentes nos RU (Dias et al. 2006).

Os casos apresentados são diferentes daqueles que se verificam na Áustria, Alemanha e Itália. Nestes países, mais próximos daquilo que acontece no caso português, a produção de CDR resulta de fluxos,

a grande escala, provenientes das unidades de TMB. Estas unidades recebem resíduos de diversas origens, como resíduos de madeira, comerciais, industriais e lamas de ETAR, além dos RU, que são tratados e a fracção valorizável é encaminhada para a preparação de CDR. No Reino Unido, o CDR é preparado a partir do fluxo valorizável de RU, após ser sujeito a TMB, bem como de outras fracções secas provenientes da separação na fonte. Além dos casos já explicitados, Dinamarca e França já tiveram sistemas de produção de CDR implementados, no entanto, abandonaram estes projectos por razões económicas. Apesar disso, ambos os países continuam a incinerar uma elevada quantidade de RU (Dias et al. 2006).

As próprias estratégias de regulação da qualidade do CDR podem ser bastante diferentes, em função do país em causa. Nas respectivas transposições estatais da EN 15359, países como Alemanha, Itália e Finlândia definem os seus próprios requisitos de qualidade para os CDR. Já nos casos de Espanha, Suíça e Reino Unido são definidos parâmetros de qualidade para utilizações específicas do combustível (por exemplo, para o caso específico das cimenteiras) (Gallardo et al. 2014). Estes consideram outras características relevantes, tais como a forma e dimensões das partículas, humidade, teor em cinzas e conteúdo em matéria orgânica, normalmente de cumprimento obrigatório. Além de outras características de carácter sugestivo e totalmente voluntárias como a densidade das partículas, conteúdo em substâncias voláteis e a presença ou teor de determinados elementos (Di Lonardo et al. 2016).

A realidade europeia mostra que o TMB além de se tratar duma opção acertada quando se pretende investir na produção de CDR, principalmente para fins de utilização industrial, é também uma opção de pré-tratamento antes da deposição em aterro ou incineração. Este facto explica-se pelo desvio de resíduos biodegradáveis ocorridos durante o mesmo, contribuindo assim para a maximização do aproveitamento destes resíduos. Sendo este um dos objectivos europeus ao nível dos resíduos, nomeadamente a redução da deposição dos resíduos biodegradáveis em aterro, a utilização de CDR demonstra-se importante neste contexto. Assim, verifica-se que os Estados-Membros e os Estados com ambições de adesão à UE têm investido fortemente no TMB (Rada and Andreottola 2012).

Antes da concertação duma estratégia europeia para os CDR, Itália era dos países que já tinha desenvolvido mais legislação com o objectivo de desenvolver o mercado associado a este combustível. Os CDR foram regulados pela primeira vez em Itália no ano de 1998, apesar de muitas das normas em causa já serem aplicadas desde 1992. O CDR era definido como um combustível derivado de RU, sujeitos a tratamentos com o objectivo de remover substâncias perigosas para a combustão, garantir um PCI mínimo definido e cumprir todas as especificações técnicas para a sua caracterização. Além disto, poderiam existir na sua composição até 50% de “resíduos especiais” e existia um controlo dos seguintes aspectos: risco ambiental e sanitário, presença de metais, vidros, inertes, matéria putrescível e conteúdo em água, além da presença de substâncias perigosas.

A legislação italiana classificava os CDR com base em duas nomenclaturas distintas, o *RDF* e o *RDF_Q*. A diferença fixava-se no facto do segundo ser considerado uma fonte de energia renovável, dada a maior proporção de matéria orgânica. Com a implementação das estratégias europeias sobre esta temática, Itália decidiu fortalecer a legislação já implementada. Esta alteração baseou-se na

introdução do termo CSR, como garantia de qualidade do CDR e promoção deste como um produto, e no aumento da burocracia e documentação relacionada com o combustível alternativo. Por último, manteve as denominações *RDF* e *RDF_Q*, mas estas passaram a depender doutras variáveis relevantes, como a poder calorífico do CDR (>15 e 20 MJ/kg_{CDR}, respectivamente), humidade (<25% e 18%, respectivamente) e conteúdo em cinzas (<20% e 15%, em função da matéria seca, respectivamente), além das 125 classes de CDR possíveis já presentes na directiva europeia (Rada and Andreottola 2012).

Esta política de reforço do sistema de classificação e qualidade do CDR tem por objectivo influenciar positivamente o uso deste combustível alternativo para fins industriais. Além disto, foram desenvolvidas normas específicas para a utilização industrial. Através de um sistema que aconselha o uso do CDR para diferentes áreas industriais, em função de combinações chave de propriedades do combustível. Um sistema idêntico é utilizado na Alemanha, onde várias indústrias utilizam os CDR em actividades de co-combustão.

O caso alemão é bom exemplo de desenvolvimento do mercado e estratégia de CDR. Nomeadamente, através das indústrias de utilização intensiva de energia, como a indústria do papel, produção de químicos ou geração de energia (como centrais eléctricas), além das cimenteiras, que se mostraram interessadas na utilização de CDR (Nithikul, Karthikeyan, and Visvanathan 2011; Rotter et al. 2004). Esta utilização é realizada em regime de co-processamento, em instalações já existentes modificadas e adaptadas, ou mesmo de combustão única, principalmente no caso de caldeiras industriais especialmente desenhados para o efeito.

A questão do escoamento do CDR produzido é um problema identificado não apenas em Portugal, mas em toda a escala europeia. Esta problemática é potenciada pelo facto de a crise financeira ter diminuído a actividade na construção civil e, por consequência, a actividade das cimenteiras, além da progressiva diminuição de combustíveis sólidos na indústria termoeléctrica, factos que diminuem a procura de CDR. A Alemanha e a Polónia apresentam-se como excepções à regra, dada a percentagem significativa de produção eléctrica baseada em carvão, onde o CDR poderá ser utilizado como co-combustível (Rada and Andreottola 2012). Apesar de todas problemáticas identificadas o interesse nos CDR a nível europeu cresceu substancialmente, com o apoio das várias medidas tomadas ao nível comunitário e de cada Estado.

3. Análise Tecnológica

3.1 Processo de Preparação de CDR

O caso em estudo pretende avaliar o processo tecnológico utilizado em Portugal para preparação de CDR, a partir da fracção de rejeitados do TMB. Nestas condições específicas, o fluxo de RU alocado a este processo provém de uma recolha indiferenciada, cujo sistema de recolha é baseado em quatro fluxos de resíduos (indiferenciados, papel e cartão, plástico e metal e vidro). Recorrendo apenas a este tratamento, em Portugal e noutros países europeus, os RU têm condições de incineração imediata com valores caloríficos de aproximadamente 10 MJ/kg (Bessi et al. 2016). No entanto, estas condições não satisfazem aquilo que é requerido pelas cimenteiras.

A heterogeneidade dos RU recolhidos de forma indiferenciada torna o processo de produção de CDR mais complexo. No entanto, no modelo que se espera desenvolver em Portugal, o CDR resulta da fracção resto, que não é mais do que rejeitados e refugos de vários processos de separação mecânica.

Os resíduos que dão entrada na fase de produção de CDR são uma fracção de rejeitados com características combustíveis resultantes dum processo de TMB.

O TMB é um processo de tratamento de resíduos composta por várias operações unitárias, sendo a componente mecânica baseada em operações de redução de tamanho, separação ou triagem dos vários materiais (recicláveis, fracção orgânica e outros rejeitados como metais ou contaminantes), podendo esta classificação ocorrer por tamanho, forma, peso ou outras características mais específicas. O tratamento biológico é caracterizado pela compostagem ou digestão anaeróbia, em função da inclusão ou não de oxigénio no processo. No anexo A.2 pode ser observado um exemplo português duma unidade de TMB. Um esquema simplificado deste processo é apresentado na figura 3.1.

Devido à execução de todas as fases e processos que promovem a separação dos componentes para valorização multimaterial e orgânica, o potencial de reciclagem fracção de rejeitados é bastante reduzido. Assim sendo, a mesma teria como destino o aterro, no entanto, dadas as suas características, em especial as termodinâmicas, pode ser ainda lucrativa, do ponto de vista ambiental e económico, através da transformação em CDR e valorização energética.

Para tal é necessário separar a fracção não-combustível, sem qualquer potencial de valorização, e que terá como destino o aterro, conferindo ao CDR as especificações necessárias à sua combustão nas condições pretendidas. O aproveitamento da fracção combustível de rejeitados leva a uma diminuição da massa de resíduos encaminhada para aterro, visto que é evitada a deposição de toda esta fracção. O diagrama seguinte mostra uma visão geral e sumária do processo de TMB:

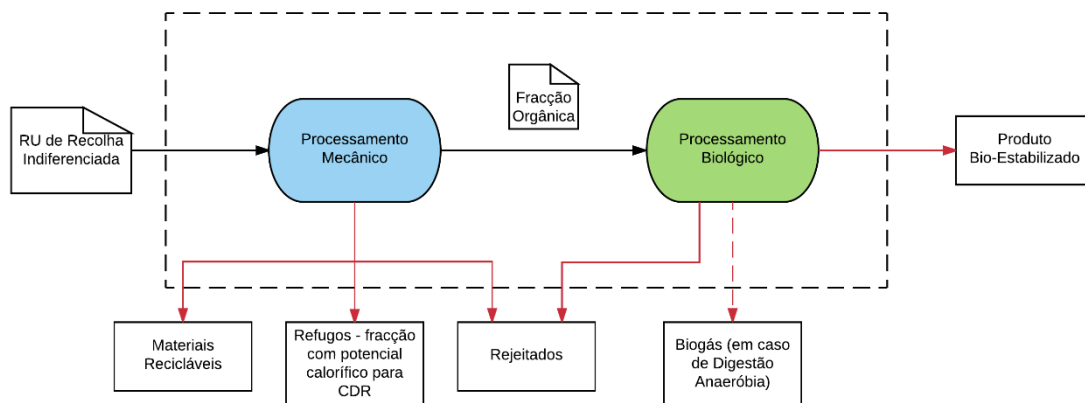


Figura 3.1: Diagrama de Blocos do TMB alimentado por resíduos de recolha indiferenciada. Adaptado: Piedade e Aguiar 2010

O próprio processo de TMB poderia ser sujeito a alterações, tendo em vista o melhoramento de determinadas características da fracção obtida. O balanço de massas expectável de todo o processo está reproduzido na figura 3.2. Pois uma vez conhecida a composição dos resíduos a tratar, as instalações de TMB podem ser modificadas e adaptadas, para obter um incremento da performance geral dos CDR. No entanto, espera-se que no caso português, o tratamento utilizado seja altamente eficaz e completo a fim de ser obtida uma fracção com uma constituição bastante satisfatória.

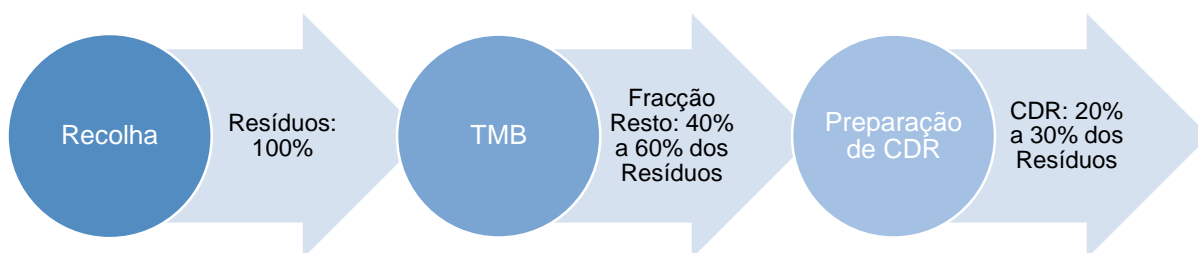


Figura 3.2: Balanço de Massas do Processo. Fonte: Montejo et al. 2011; Rotter et al. 2004

Idealmente, a fracção combustível que originará o CDR deverá ser constituída por plásticos (mistos), papel e cartão, compósitos de embalagens, filmes e têxteis (celuloses), outras fracções de materiais leves, madeira e uma componente orgânica nativa (onde podem estar inseridos resíduos alimentares e de jardim) (Rotter et al. 2004). Materiais estes que não satisfazem os requisitos de qualidade necessários para serem recuperados ou reciclados.

Os vários tipos de resíduos que constituem o fluxo podem ser agrupados numa fracção combustível e fracção não combustível (Gallardo et al. 2014). A fracção não-combustível (materiais pouco caloríficos) é constituída pelo vidro, metais, solo, cinzas e cerâmicas, além da categoria outros. Já a fracção combustível incorpora todas as restantes categorias listadas. Além da classificação dos resíduos quanto ao seu potencial de recuperação de energia (componente económica), os fluxos de combustíveis também podem ser classificados quanto ao seu benefício para o ambiente (Rotter et al. 2004):

- Combustível pouco poluente: papel, plástico de embalagens, têxteis, resíduos orgânicos;
- Combustível bastante poluente: plásticos de longa duração e outros materiais compósitos de longa duração;

Por diferentes razões, a quantidade de resíduos orgânicos, vidro e metais têm uma grande influência na qualidade do combustível obtido, quer sobre o poder calorífico do mesmo, como na concentração de contaminantes. Apesar da totalidade do processo de preparação de CDR levar a uma perda de parte do conteúdo em massa e energia existente na fracção combustível dos RU, espera-se que esta perda seja compensada pelo aumento da eficiência de combustão, além das vantagens ambientais e económicas decorrentes desta transformação (Velis and Cooper 2013).

Os plásticos têm o poder calorífico mais elevado (Rotter et al. 2004), seguidos das fracções de espumas, componentes têxteis e fracções de celulose (papel e cartão). O poder calorífico mais baixo é representado pela fracção de finos e material inerte, como metais, vidro e pedras (Nasrullah et al. 2015). Nasrullah estudou o balanço energético e de massa de CDR produzido a partir de TM, cujos resíduos foram sujeitos a separação na fonte sendo constituídos em mais de 75% de conteúdo em massa por componentes energéticos. Nestas condições, o autor concluiu quanto à distribuição do conteúdo energético do CDR, como expressa na figura 3.3 (Nasrullah et al. 2015).

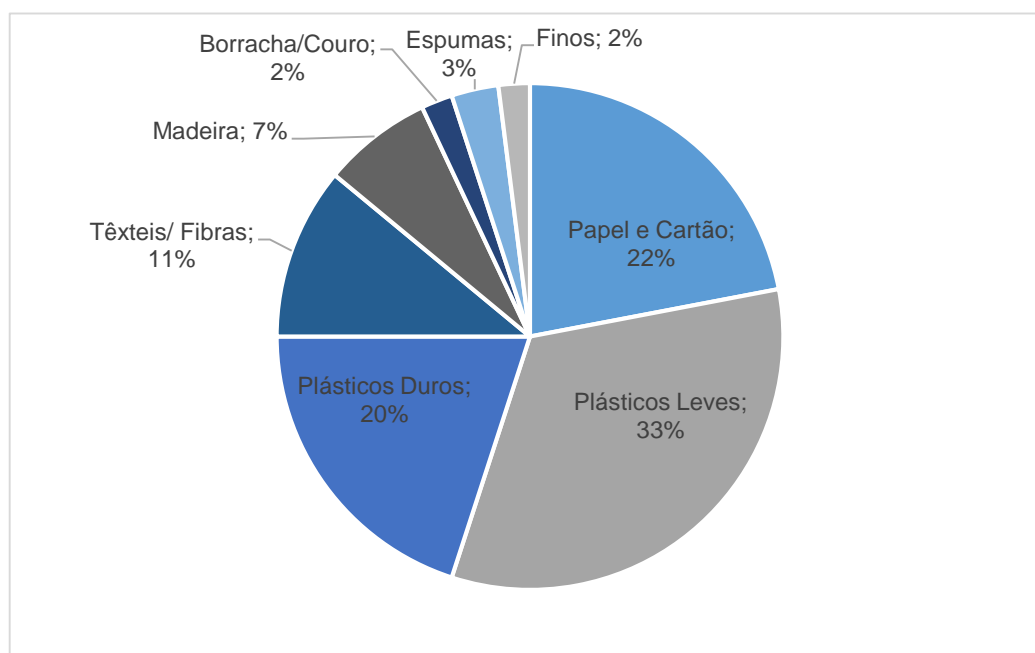


Figura 3.3: Distribuição do Conteúdo Energético dos CDR. Fonte: Nasrullah et al. 2015

Do ponto de vista elementar, os componentes de carbono e hidrogénio influenciam positivamente o poder calorífico, enquanto o conteúdo em cinzas tem uma influência negativa sobre o mesmo (Garcés et al. 2016). Este conteúdo em cinzas provém do material inerte já mencionado, como a fracção de metais pesados, de finos e outros rejeitados, que contêm um elevado conteúdo em massa de impurezas não-combustíveis (Nasrullah et al. 2015). Resíduos como os alimentares e de jardim ou papel, que possuem um elevado teor em humidade são aceitáveis, desde que passem por um processo de

secagem. Quando secos, o papel e a componente orgânica nativa atingem um PCI de aproximadamente 17 MJ/kg (Rotter et al. 2004).

Com base no anteriormente referido, é fácil perceber o porquê da influência do tipo de recolha realizada sobre os níveis de poder calorífico posteriormente obtidos. A recolha de resíduos porta-a-porta proporciona a obtenção de um CDR com um PCI de aproximadamente 15 MJ/kg (Bessi et al. 2016), dada a influência da tipologia de recolha sobre a constituição do fluxo de resíduos. Reforça-se assim a preponderância da constituição do fluxo de resíduos como a principal influência sobre a classificação final do CDR, principalmente no que toca ao PCI obtido, juntamente com a extensão, intensidade e diversidade dos processos de tratamento e recuperação de resíduos aplicados (Sarc and Lorber 2013).

Como já foi mencionado, este estudo incide sobre a valorização do CDR enquanto produto com escoamento comercial, por essa razão não é considerada a possibilidade de queima directa por parte do sector dos resíduos. No entanto, a queima directa de resíduos é uma opção utilizada em vários países europeus (incluindo em Portugal). Comparando as duas possibilidades de valorização energética, a combustão directa de RU (provenientes de recolha indiferenciada ou selectiva) é menos vantajosa a praticamente todos os níveis, dadas as características das amostras (Chang, Chen, and Chang 1998).

A incineração directa é usualmente utilizada para redução do volume dos resíduos, o seu controlo higiénico e, tipicamente, para a recuperação de energia. No entanto, são várias as vantagens decorrentes de um sistema de valorização energética assente nos CDR (Chang, Chen, and Chang 1998), ao invés da incineração directa de RU. As principais razões para este facto são:

- Os RU têm menor conteúdo em combustível (e menor PCS) que os CDR;
- Os RU têm maior conteúdo em humidade que os CDR (o que se traduz num PCI também ele inferior);
- A queima directa de RU produz maiores danos para o ambiente, ao nível das emissões atmosféricas (gases de combustão), metais pesados e cinzas, relativamente ao CDR.

Nos casos de combustão em instalações industriais, os CDR são essencialmente utilizados como co-combustíveis, para não influenciarem negativamente e de forma relevante a eficiência do processo. Segundo Akdag, Atimaty e Sanin, o aumento da fracção de CDR correlaciona-se negativamente com a eficiência da combustão (Akdag, Atimtay and Sanin 2016). Tais conclusões foram retiradas a partir duma amostra de CDR constituída por plásticos, papel e têxteis, utilizando o mesmo como co-combustível em processos de combustão de carvão e petcoque. No entanto, a adição de CDR à mistura é também sinónimo de diminuição das emissões de SO₂, apesar de manter intactos os níveis de emissões de NO_x (Akdag, Atimtay and Sanin 2016).

No que toca às emissões produzidas (m³/MJ) pelo processo de combustão, o CDR produz menos emissões de SO₂, em comparação com a antracite e a lignite. Já para as emissões de CO₂, estas são maiores na combustão do CDR do que na lignite, mas ambas inferiores quando comparadas com a antracite (Gallardo et al. 2014). A amostra de CDR utilizada pelo autor provém de um TMB, tal como aquele que é objecto deste trabalho.

Toda esta informação permite fazer uma descrição geral do actual paradigma dos processos de preparação de CDR, além de identificar várias características, factores e agentes limitantes que desempenham um importante papel sobre o mesmo. Todos estes dados, informações e experiências serão utilizados seguidamente na identificação de melhoramentos a executar a este processo.

3.2 Alterações possíveis para aumento da eficiência

As alterações ou adições possíveis de serem realizadas ao processo de preparação de CDR devem passar pela potenciação da classificação do CDR obtido. Esta classificação é obtida recorrendo à NP 4486:2008, que assenta na classificação da qualidade do CDR em função de três parâmetros em particular:

- Poder Calorífico Inferior (PCI) - Factor Económico;
- Teor em Mercúrio (Hg) - Factor Ambiental;
- Teor em Cloro (Cl) - Factor Tecnológico.

O objectivo é o de basear a qualidade e adequabilidade do CDR numa classificação segundo os parâmetros referidos, o sistema de classificação mencionado foi apresentado no quadro 2.4. Apesar da classificação não ter uma natureza coerciva ou mandatária, funciona como uma normalização para os potenciais consumidores deste combustível.

Além dos parâmetros considerados na norma podem ser consideradas especificações adicionais, com o objectivo de garantir uma combustão estável e que produza emissões mais facilmente suportadas pelo ambiente. No capítulo anterior foram já abordadas diferentes estratégias para regular e potenciar a produção e utilização de CDR, desde a regulação dos sistemas de preparação como um todo até à adopção de medidas específicas de utilização para determinadas indústrias, para além do conjunto alargado e diverso de requisitos, obrigatórios ou voluntários, a cumprir pelos produtores.

Como mencionado acima, a qualidade do CDR é da máxima importância para a sua utilização e comercialização, constituindo prática recorrente a realização de pedidos mais específicos, no que toca a determinadas características, por parte dos utilizadores de CDR. Características estas totalmente voluntárias, nem sempre abrangidas pelas normas nacionais e europeias e, por isso, não consideradas no processo de preparação genérico. Assim, listam-se um conjunto de características que podem ser consideradas relevantes e tidas em conta por parte das indústrias consumidoras (Mendes 2014):

- Origem dos Resíduos;
- Forma das Partículas (*briquetes, pellets, fluffs*);
- Conteúdo em Cinzas;
- Teor em Humidade;
- Poder Calorífico (Inferior e Superior);
- Propriedades Químicas.
- Conteúdo em Biomassa;
- Composição Física;

- Disponibilidade;
- Teor em Elementos Circundantes (Na, K, Cl, S);
- Toxicidade (compostos orgânicos e metais pesados);
- Composição e Teor em Cinzas;
- Teor em Voláteis;
- Propriedades Físicas (como tamanho das escórias, densidade e homogeneidade);
- Propriedades de Moagem;
- Teor de Humidade.

As características físicas, químicas e o comportamento térmico do CDR devem ser bem definidos, garantindo todas as especificações ambientais e de qualidade. Por outras palavras, o seu estado físico deve assegurar uma operação industrial normal e estável, além dum manuseamento e armazenamento seguro do combustível.

Em suma, pode-se afirmar que o sucesso do processo de preparação do CDR, naquilo que é objecto deste trabalho, é baseado em três grandes objectivos: rendimento do processo *per se*, enriquecimento do poder calorífico e remoção de substâncias contaminantes e perigosas.

Dada a realização do TMB nos centros de valorização orgânica das entidades gestoras de resíduos presentes em Portugal, e o elevado sucesso na separação a montante de resíduos perigosos (REEE, pilhas e baterias, por exemplo) é possível afirmar que este processo assegura a remoção de contaminantes das amostras de CDR (Carvalho 2011), garantindo um teor em Cl e Hg condizente com o requerido pela norma, a nível ambiental e tecnológico.

Considera-se que um sistema de tratamento mecânico para CDR adequado consistirá em, pelo menos duas ou três etapas de trituração, pelo menos duas etapas de separação magnética (para rejeição dos metais ferrosos), pelo menos um separador *eddy-current* (para rejeição de metais não-ferrosos) e, em função dos requisitos do utilizador, pelo menos duas etapas de crivagem (Sarc and Lorber 2013). O tratamento via TMB ao qual os resíduos são sujeitos assegura a execução destes processos. Assim, conclui-se que não existe necessidade de adicionar muito mais etapas de tratamento de forma a produzir-se um CDR com qualidade suficiente para ser considerado comercializável.

Garantidas as condições ambientais e tecnológicas necessárias e tendo em vista a optimização da classificação do CDR obtido, há que melhorar o valor económico do produto, nomeadamente através do seu PCI. Como já foi referido, o poder calorífico do CDR possui uma estreita ligação com o fluxo de resíduos que origina o mesmo, sendo potenciado pela execução duma recolha selectiva, por exemplo. No entanto, mesmo no CDR de RU proveniente de recolha indiferenciada existem medidas que sendo tomadas proporcionam um incremento do PCI.

A principal está relacionada com o conteúdo em água (humidade) existente na fracção de rejeitados saída do TMB, sendo este um dos factores que provoca uma discrepância assinalável entre o PCI e o PCS (Gallardo et al. 2014), ou por outras palavras, o poder calorífico mínimo e expectável do resíduo e o poder calorífico máximo e alcançável do mesmo. Mediante a execução de processos que corrijam esta situação, aproximando o PCI do CDR ao seu PCS, seria promovido um claro aumento de eficiência

associado à utilização do CDR e um impulsionamento do mercado a estes relacionado, nomeadamente a indústria cimenteira. Sendo possível afirmar que os valores caloríficos das amostras de CDR, em base seca (PCS), são aproximados daqueles que foi possível obter para o carvão e um pouco inferiores quando comparados com o petcoque (Akdag, Atimtay and Sanin 2016). A experiência na base do trabalho deste autor permitiu também verificar que o CDR é o combustível com menor proporção de carbono fixo, mas maior quantidade de matéria volátil, quando comparadas com as restantes amostras de combustíveis, tendo em conta as condições do estudo do autor.

Reforçando os factos previamente apresentados está o facto de o fluxo de resíduos saído de TMB possuir uma humidade média de 40% a 50%, dependendo de factores como o local da recolha e a sazonalidade. No caso de utilização do CDR em cimenteiras, o combustível resultante terá de possuir, no máximo, uma humidade de 20% (Mendes 2014). Os materiais que mais contribuem para este conteúdo em água são a matéria orgânica, o papel e cartão e os têxteis (Montejo et al. 2011).

Conclui-se assim que a secagem do CDR é uma adição necessária a ser feita ao processo. Além da contribuição para a melhoria da sua classificação, através do aumento do PCI do combustível, este processo torna-se praticamente imprescindível tendo em vista a comercialização do combustível.

Em Portugal, o principal alvo desta comercialização deverá ser a indústria cimenteira, que utilizarão os CDR como combustível (ou co-combustível) para o aquecimento dos seus fornos. A combustão de CDR liberta cinzas e emissões atmosféricas, mas no caso de combustão em cimenteiras, as cinzas libertadas podem ser incorporadas no cimento em produção. Assim sendo esta pode ser considerada uma opção de combustão mais vantajosa, devido à possibilidade de redução das emissões de CO₂ através da fracção de carbono biogénico, e da reciclagem do conteúdo mineral dos resíduos como matéria-prima (CEMBUREAU 2016).

No entanto, para os CDR poderem ser vendidos a cimenteiras e utilizados nos seus fornos, o tamanho das suas partículas não pode ser superior a 10 mm (Garcés et al. 2016), sendo este um factor relevante para o processo de queima. Além das cimenteiras, outras indústrias de utilização intensiva de energia poderiam ser alvo de comercialização de CDR, a exemplo daquilo que é feito na Alemanha, onde o CDR é utilizado em regime de co-combustão neste tipo de instalações.

O processo de peletização do CDR poderia ser adicionado tendo em vista o aumento da facilidade de transporte e manuseamento do combustível. No entanto, este processo tem um custo energético relativamente elevado (246,45 kWh/t) (Ramos Casado et al. 2016). Não sendo um factor limitante à preparação e comercialização de CDR, deve ser verificada caso-a-caso a viabilidade de transformação do combustível em *pellets*. Sendo expectável, pelas razões apresentadas, que esta transformação não ocorra na maioria dos casos, apenas mediante pedidos específicos dos utilizadores (Ramos Casado et al. 2016).

Assim, identifica-se a necessidade de incorporação de dois tratamentos adicionais, com o objectivo de melhorar a classificação e qualidade do CDR, além de aumentar a possibilidade de comercialização e competitividade do combustível. Os processos de trituração e de secagem serão escrutinados de seguida, tendo em conta vários equipamentos e técnicas.

3.3 Sugestões de Melhoria do Processo

Neste subcapítulo são apresentadas algumas das possíveis soluções tecnológicas que podem ser utilizadas na resolução de limitações previamente identificadas, começando por detalhar a tecnologia de trituração de resíduos e, de seguida, as várias hipóteses de secagem dos mesmos.

Apesar de existirem vários prós e contras em relação a qual a ordem ideal de execução dos dois processos propostos. Sugere-se que tenha primeiro lugar a trituração dos resíduos e só depois a secagem. Dado que a utilização de partículas de menores dimensões aumenta a eficiência da secagem e, sendo este o processo mais oneroso, é expectável que a ordem proposta leve ao aumento da eficiência final.

Trituração

Triturador de Resíduos

As trituradoras de resíduos têm a importante função de reduzir o tamanho das partículas de CDR, com o objectivo de oferecer às mesmas as dimensões exigidas pelo mercado para queima do combustível. Assim, e como seria de esperar, a característica que mais influencia as especificações da trituração é precisamente o tamanho das partículas à entrada e à saída da trituradora.

É prática usual em linhas de preparação de CDR mais robustas, sem a execução prévia de TMB, existirem duas ou três triturações ao longo do processo, devido há existência de tratamentos que exigem partículas de menores dimensões ou cuja eficiência aumenta perante as menores dimensões das partículas. Em alternativa, podem ser utilizadas trituradoras que possuem duas fases, seleccionando primeiro partículas num determinado intervalo de tamanhos, reduzindo-as, e que posteriormente avançam para uma segunda trituração (dentro do mesmo instrumento) focada nas partículas mais pequenas.

O sistema de trituração decorre de forma idêntica em todos os instrumentos dos mais variados fornecedores, com base em três componentes essenciais:

- Rotor (Laminado);
- Sistema Electro-Hidráulico ou Vibratório;
- Tela Perfurada.

A alimentação do equipamento é feita através duma zona aberta no topo do mesmo, dada a variação de dimensões dos vários materiais a alimentação não é constante, apesar de ser possível identificar alguma periodicidade. O rotor laminado é o componente responsável pela trituração das partículas, em permanente rotação, este mecanismo promove a diminuição dos resíduos colocados no equipamento.

Além da trituração, é necessário existir um mecanismo que promova a deslocação dos resíduos provenientes da alimentação em direcção ao rotor. Esta acção pode ser feita através de um sistema de origem electro-hidráulico que empurra os resíduos contra o rotor. Este tipo de sistema é mais utilizado

nos casos de trituração de resíduos de maiores dimensões, pois estes nem sempre entram directamente na zona de acção do rotor.

Outra opção é a utilização de um sistema vibratório, novamente com o objectivo de deslocar os resíduos para a zona de acção do rotor laminado. A utilização desta solução faz mais sentido quando se trata de resíduos de menores dimensões, pois a deslocação decorrente do movimento vibratório é maior. No caso em estudo, como os resíduos já passaram pelo TMB, logo as dimensões das partículas deverão ser relativamente reduzidas.

Por baixo do rotor encontra-se uma tela perfurada, sendo este o componente responsável pela classificação das partículas que já atingiram as dimensões finais pretendidas. Através do seu movimento rotatório, o rotor promove a descida das partículas em direcção à tela. Aquelas com dimensões iguais ou inferiores aos tamanhos máximos definidos descem para uma câmara e posteriormente saem do triturador. Já as partículas que ainda estão acima desse tamanho máximo ficam retidas na parte superior da tela, junto ao rotor, que através do seu movimento continua a promover a sua diminuição até que estas tenham as dimensões que permitam a passagem pela tela. Como é possível perceber, a tela perfurada é também o elemento que define o tamanho final das partículas, controlando-o em função do tamanho escolhido para os seus orifícios.

Secagem

As possibilidades de secagem dos CDR podem ser sujeitas a uma distinção entre dois grandes grupos, que se diferenciam essencialmente pela fonte de energia utilizada:

- Bio-Secagem: a fonte energética é a actividade metabólica dos microorganismos que degradam os resíduos;
- Secagem Térmica: existe um consumo de energia externa, produzida através dum processo totalmente distinto.

A bio-secagem utiliza o calor produzido através do processo exotérmico decorrente da decomposição e degradação de matéria orgânica e outros componentes biodegradáveis ainda existentes no CDR. Enquanto a secagem térmica utiliza o calor resultante de um processo de combustão, como por exemplo, *fuel*, gás natural, *pellets*, entre outros combustíveis, incineração de outros resíduos, ou até mesmo calor disponível numa outra combustão.

Ambas as hipóteses dependem de dois factores, a temperatura e a duração do processo. A temperatura de secagem deve ser suficiente para promover a evaporação do teor em água, mas não atingir um nível que promova o perigo de fogo nos resíduos. A duração do processo está intimamente relacionada com o tempo necessário para o material atingir a percentagem de humidade pretendida, ou seja, o período de residência dos resíduos no interior do secador.

Além do vapor de água e dos potenciais gases de exaustão produzidos pelos processos de secagem, os processos de secagem a baixas temperaturas, como é o caso dos estudados, produzem compostos

orgânicos voláteis. Esta questão não foi considerada na análise tecnológica nem económica, dada a possibilidade de adição duma fase de tratamento ao processo.

Bio-Secagem

A bio-secagem pode ser definida como um processo de diminuição do conteúdo em água através de evaporação convectiva, que utiliza como fonte de calor a energia libertada pela biodegradação aeróbia dos resíduos, além da introdução de um fluxo de ar. O fluxo de ar introduzido é responsável pelo transporte da água em excesso nos resíduos, pois a humidade passa destes para o fluxo, escapando de seguida para o ar ambiente.

Os processos de bio-secagem têm como principal objectivo a redução do teor de humidade, diferenciando-se da compostagem por preservar a maior parte da biomassa existente na matriz de resíduos, bem como o seu poder calorífico. Através deste processo de secagem é possível aumentar o PCI dos resíduos entre 30 a 40% (Adani et al. 2002).

Segundo Rada e Ragazzi, a secagem biológica apenas deve ser considerada quando a fracção de resíduos alimentares (ou orgânicos) é igual ou superior a 50% da amostra em estudo, podendo inclusive ser considerado um factor limitante quando esta fracção é menor ou igual a 30%. No entanto, todas as amostras que sigam estas indicações e sejam sujeitas a bio-secagem demonstram uma melhoria significativa do seu PCI (Rada and Ragazzi 2014). Realça-se que não foram encontradas outras referências para este intervalo de fracção de orgânicos, pelo que deverão ser considerados com algumas reservas.

No que toca ao teor em humidade, a bio-secagem demonstra ineficácia na obtenção de valores de humidade média inferiores a 20% (Mendes 2014), limitando em parte o PCI e a recuperação de energia a partir dos resíduos. Em casos específicos, como para a obtenção de um CDR com teor em humidade inferior a 20%, este processo terá de ser reforçado com recurso à secagem térmica.

Bio-Secagem em Túneis

A tecnologia de secagem biológica em causa é considerada uma das mais avançadas no que toca à compostagem aeróbia, consiste num sistema modular cujas especificações variam em função da alimentação de resíduos. As dimensões dos túneis são uma das customizações possíveis, o comprimento dos túneis varia entre 15 e 50 metros e a largura entre os 4 e os 8 metros, a altura de resíduos no interior do túnel também pode variar, entre os 2 e os 2,2 metros. Além das dimensões, também o número de túneis utilizados na secagem pode ser diferente de caso para caso (Mendes 2014). Uma imagem do processo é apresentada na figura 3.4.

A injeção de ar no sistema é feita a partir da base, sendo também possível adicionar água aos túneis, e os mesmos são carregados e descarregados através de processos automáticos e manuais. O sistema é considerado mais avançado pois permite uma melhor monitorização permanente, nomeadamente a medição da temperatura dos resíduos e a concentração de oxigénio, em tempo real. A ventilação dos túneis é feita através da insuflação contínua de ar, de qualquer forma estes devem ser mantidos sob pressão e em estado húmido para evitar a propagação de odores indesejados.



Figura 3.4: Exemplo de pilha de CDR sujeita a Bio-Secagem em Túneis. Fonte: Mendes 2014

O processo de bio-secagem em túneis requer instalações de média a grande capacidade que correspondem a elevados custos de investimento. Assim, este método de secagem torna-se mais vantajoso quando se dispõe de uma unidade de TMB onde a fermentação da componente biodegradável dos resíduos também é realizada em túneis. Desta forma, alguns destes túneis podem ser utilizados para bio-secagem de CDR não sendo necessária a sua construção exclusiva para esta operação, alocando o investimento em instalações à unidade de TMB e ficando a bio-secagem apenas associada aos custos de operação.

Outro factor que deve ser considerado no processo de secagem refere-se ao espaço necessário para a sua execução, a pegada espacial associada à bio-secagem é superior quando comparada com a secagem térmica. Além do processo de secagem estar associado à necessidade de mais espaço e maior tempo de residência dos resíduos, estes métodos apenas devem ser utilizados quando existe uma grande quantidade de resíduos a secar, em caso de dificuldade de armazenagem, além da grande quantidade será necessário um fluxo constante associado a esta quantidade.

Bio-Secagem com Telas

Tal como no processo de compostagem, o CDR é disposto em forma de pilha e coberto com uma tela. Esta cobertura é constituída por um geocompósito especial que possui características que impedem a entrada de água (do exterior para o interior da pilha), protegendo os resíduos dos fenómenos de precipitação, mas permite a saída de água, por evaporação, da pilha para o ar ambiente. Uma imagem do processo é apresentada na figura 3.5.

O processo de bio-secagem com telas tem de ser gerido com precaução de forma a acelerar a secagem do CDR e reduzir a degradação da matéria orgânica presente nos resíduos. Em caso de degradação excessiva da mesma, o poder calorífico do combustível seria negativamente afectado. A ventilação oferecida tem influência sobre a temperatura do processo do CDR, enquanto o grau de degradação da matéria orgânica afecta o poder calorífico e o grau de estabilidade biológica do produto final. O ventilador é um importante componente da instalação pois contribui para a maximização do processo de evaporação, através da saturação do ar, “empurrando” o vapor de água no sentido ascendente de modo a que este saia através dos microporos da tela.



Figura 3.5: Exemplo de pilha de CDR sujeita a Bio-Secagem com Telas. Fonte: Mendes 2014

Nos processos de secagem biológica com recurso a telas pode ainda ser distinguida a bio-secagem em baias. Esta tecnologia utiliza uma construção em cimento (que cobre 3 dos 4 lados), diferindo assim da bio-secagem com recurso exclusivo a telas. Uma imagem do processo é apresentada na figura 3.6.



Figura 3.6: Exemplo de pilha de CDR sujeita a Bio-Secagem com Baias. Fonte: Mendes 2014

Secagem Térmica

Tal como a bio-secagem, a secagem térmica tem como objectivo diminuir o conteúdo em água existente nas partículas, no entanto, esta utiliza como fonte de calor a energia libertada por um processo de combustão, que pode não estar directamente relacionado com o material a secar. A exemplo do que ocorre na bio-secagem, existe um fluxo de ar que auxilia o processo de secagem sendo responsável pelo transporte da humidade. Os processos de secagem térmica podem ocorrer através de fenómenos de condução, convecção e radiação, sendo esta outra diferença em relação à secagem biológica.

Devido à necessidade de uma fonte térmica externa, os custos associados aos consumos energéticos térmicos e/ou eléctricos são comparativamente mais elevados. Assim, considera-se a secagem térmica um processo mais oneroso quando comparado com a bio-secagem.

No entanto, a secagem térmica tem vantagens e condições que não são possíveis de alcançar através da bio-secagem. Como já foi escrito acima, a bio-secagem não permite obter um nível de humidade inferior a 20% (Mendes 2014), enquanto o processo de secagem térmica pode ser regulado de forma a ser obtido qualquer conteúdo em humidade pretendido. Além disso, a bio-secagem possui outras condicionantes relacionadas com o conteúdo em matéria orgânica dos resíduos necessária para a degradação ser eficaz. Nestes casos, a opção tomada deverá passar pela secagem térmica, sendo este o processo mais adequado para fluxos de resíduos mais reduzidos, variáveis ou com uma reduzida componente orgânica.

Por fim, importa referir que, além dos vários casos em que a secagem térmica tem de ser utilizada em detrimento da bio-secagem, esta pode também ser utilizada como complemento à secagem biológica. Nomeadamente, nos casos em que se pretende obter níveis de humidade inferiores a 20%, onde através da combinação dos dois processos é possível obter um processo globalmente menos oneroso.

De seguida, são apresentados mecanismos de secagem térmica devidamente adaptados ao caso específico dos CDR, visto que estes requerem condições específicas de secagem dadas as características inflamáveis do material. Os mecanismos de secagem serão apresentados de forma relativamente genérica, com o objectivo de ser perceptível o seu funcionamento e adequabilidade para o fim pretendido. Aos mesmos poderão ser adicionados ou alterados pequenos componentes, com o objectivo de realizar melhoramentos à eficiência do processo. Estes detalhes ou pequenas modificações têm pouca influência sobre o processo e, por essa razão, não serão considerados.

Secagem em Tambor Rotativo

Neste processo, o CDR é sujeito ao processo de secagem com recurso a ar pré-aquecido num tambor rotativo, que pode estar em condições de vácuo ou sujeito à pressão atmosférica. Este tambor roda sobre um eixo que atravessa o centro do cilindro, eixo este que representa também a zona preferencial de passagem do fluxo de ar para secagem. Os resíduos a secar acumulam-se em camadas nas paredes do tambor, à medida que a temperatura aumenta ocorre a evaporação do seu conteúdo em água e conforme a camada vai ficando seca é removida com o auxílio de um raspador.

A alimentação do tambor é realizada de forma contínua existindo variações do tempo de residência dos resíduos no tambor, em função do grau de humidade à entrada e do grau de humidade pretendido à saída. Tal como outras soluções analisadas, pretende-se utilizar um fluido térmico cujo custo seja tão residual quanto possível, desde que eficaz na redução da humidade do CDR. Portanto, a fonte de calor utilizada para aquecimento pode ser externa, com recurso a permutadores de calor ou não, e com diversas proveniências. O fluxo de ar pré-aquecido utilizado no processo pode ser limpo de poeiras através de um ciclone, já a humidade do ar pode ser reduzida por meio de condensadores ou

purificadores de odores. O fluxo de ar aquecido que passa pelo tambor rotativo atinge temperaturas entre os 230 e os 300 °C.

Esta tecnologia é caracterizada por uma “lavagem turbulenta” de CDR com ar quente, esperando-se que a secagem seja mais eficaz devido ao movimento rotativo dos resíduos no interior do tambor, que promove a secagem de todas as partículas. Normalmente, a alimentação do tambor é feita na zona superior do mesmo, na mesma extremidade deve estar colocada a bomba de calor do sistema. Na extremidade oposta é feita a recolha do material seco e está colocado o ciclone para reciclagem (caso se aplique) ou libertação do ar. Os tambores rotativos utilizam uma acção de queda (inclinação), juntamente com o ar de secagem, com o objectivo de secar de forma eficiente os materiais.

No caso específico de secagem de resíduos existem várias condicionantes a ter em conta. Regra geral, os secadores rotativos são do tipo queima-directa, ou seja, o ar de secagem está em contacto directo com o material. Porém, para secagem dos CDR devem ser utilizados secadores do tipo indirecto, neste caso o fluxo de ar é aquecido externamente e passa pelo tambor de forma a evitar o contacto directo entre o material e o ar de secagem.

O primeiro tipo de sistema permite atingir uma maior temperatura de secagem e um consequente aumento da eficiência térmica do processo, aumentando assim o risco de incêndio da pilha. Por esta razão e dadas as características inflamáveis dos resíduos, para este caso específico o secador deve ser do tipo queima-indirecta. A secagem através de queima indirecta permite controlar de forma mais rígida o ambiente de processamento, o que ganha especial importância quando se trabalha com materiais com características combustíveis.

O secador é normalmente composto por uma base *standard* e pequenas customizações em termos de tamanho, materiais e mecânica dos componentes, de forma a existir uma melhor adaptação ao produto a secar. As características do material que afectam o desenho do tambor são as seguintes:

- Humidade do Material à Entrada: a diferença entre a humidade à entrada e aquela que é pretendida à saída define a necessidade a ser coberta pelo secador;
- Densidade do Material: permite saber a energia necessária por metro cúbico para cumprir a secagem requerida;
- Calor Específico: define a resistência do material ao aquecimento, ajudando à definição da quantidade de calor a fornecer;
- Propriedades de Transferência de Calor: alguns materiais carregam a humidade à superfície enquanto outros acumulam a mesma no seu interior, dificultando assim o processo de secagem e requerendo diferentes quantidades de energia para cada caso;
- Limitações do Material: factores como a fragilidade, a consistência e a utilização posterior do material também têm influência sobre o processo;
- Ambiente de Processamento: condições e características gerais do material que afectam o desenho do secador, como a humidade, elevação ou temperatura;
- Desenho dos *Flights*: o objectivo destes componentes é criar uma cortina de material em volta do ar de secagem;

- Corrente de Ar: o facto de o fluxo ser contra-corrente (Figura 3.8) ou co-corrente (Figura 3.9), o primeiro caso promove uma maior secagem do material à entrada do secador e o segundo caso à saída. Pois são estas as fracções em que o ar está mais quente e carrega menos humidade;
- Tempo de Retenção: quantidade de tempo que os resíduos passam dentro do secador tem uma influência óbvia na secagem.

Nas imagens seguintes (figuras 3.7, 3.8 e 3.9) podem ser observados desenhos e esquemas exemplificativos do tambor rotativo e do seu funcionamento.

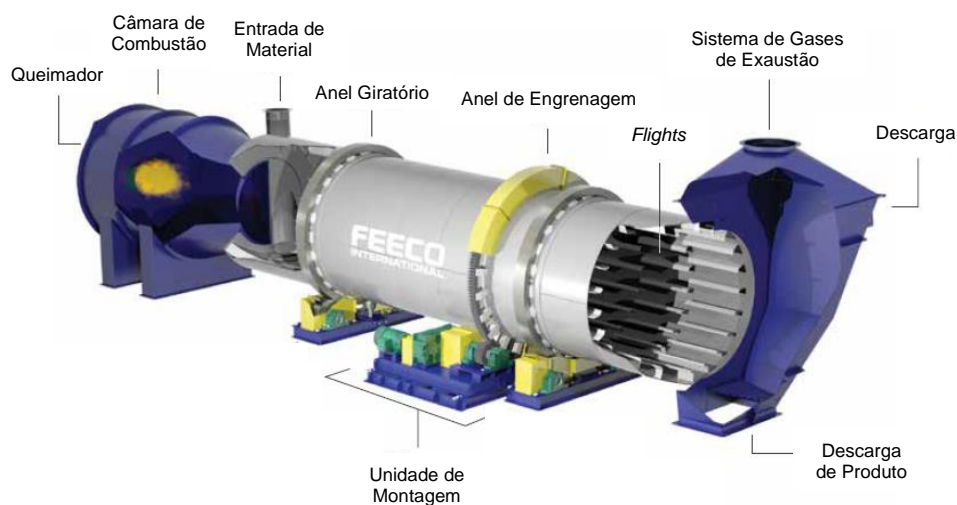


Figura 3.7: Ilustração de um Tambor Rotativo de Secagem. Adaptado: FEECO International 2015

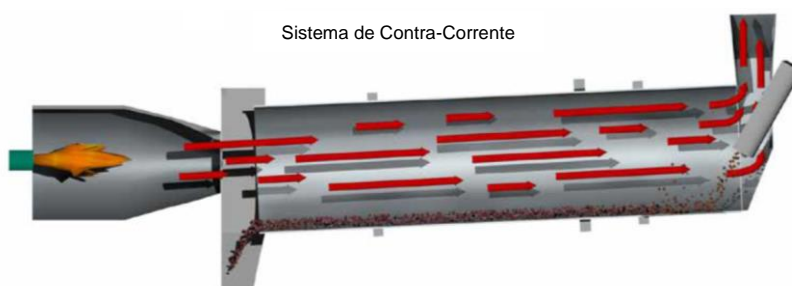


Figura 3.8: Sistema Contra-Corrente do Tambor Rotativo. Adaptado: FEECO International 2015



Figura 3.9: Sistema de Co-Corrente do Tambor Rotativo. Adaptado: FEECO International 2015

A secagem através de queima indirecta promove a transferência de calor com recurso à cobertura do tambor. Para aumentar a eficiência da transferência são adicionados *tumbling flights*, em vez dos *lifting flights* para a queima directa, com o objectivo de ajudar à rotação do material junto às paredes e garantir a consistência do processo.

A queima indirecta exige também a utilização de um fluxo de ar interno, denominado ar de varredura, que transporta a água evaporada a partir do material juntamente com as partículas de poeiras, a partir do interior do secador para o sistema de exaustão de gases, um esquema do desenho mencionado pode ser consultado na figura 3.10. Este processo garante que o material vai sendo secado até atingir a percentagem de humidade requerida. Além disso, como os gases de exaustão do forno são mantidos separados no ar de secagem, os secadores de queima indirecta têm a vantagem adicional de diminuir a necessidade de tratamento dos gases de saída. Estes gases de saída podem ser utilizados para pré-aquecer o ar de combustão e aumentar a eficiência do queimador.

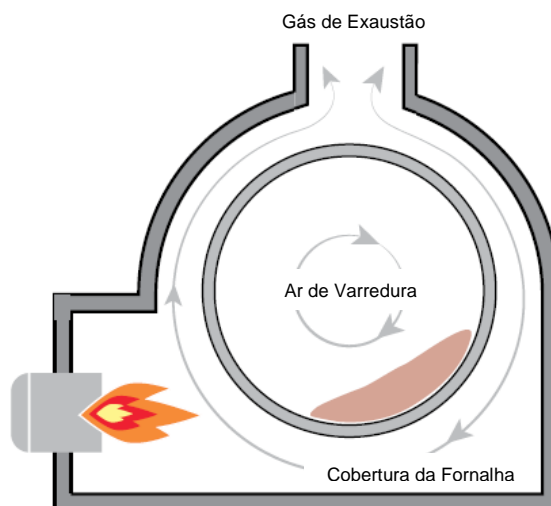


Figura 3.10: Funcionamento de um Tambor Rotativo de Queima Indirecta. Adaptado: FEECO International 2015

Low Temperature Belt Dryer

O método de secagem térmica em causa baseia-se na diminuição da humidade dos CDR através de um processo contínuo a baixa temperatura (cerca de 90°C), relativamente à temperatura de referência para aquecimento. O CDR é alimentado continuamente para um tapete que transporta os resíduos e, com o apoio de dois parafusos de transporte, estes resíduos são distribuídos da forma mais uniforme possível por toda a largura do tapete. A profundidade do leito de resíduos é variável e ajustável, além de adaptável aos necessários requisitos de secagem.

Uma vez distribuído no tapete, o CDR é transportado através deste para a zona de secagem, no interior do túnel de secagem o ar quente flui pelo CDR. Este fluxo de ar aquecido é gerado por meio de um permutador de calor, utilizando como fonte uma das possibilidades já mencionadas para a tecnologia anterior. Durante o processo de secagem, o ar quente que flui sobre a camada de resíduos retira a humidade destes através de fenómenos de convecção, ou seja, esta humidade passa dos resíduos para o fluxo de ar que arrefece dadas as trocas de energia realizadas.

O caudal de ar fornecido pode ser ajustado ao longo do comprimento do tapete, de forma a melhor adaptar-se à respectiva secção de secagem. Este ajustamento é realizado com recurso a vários ventiladores radiais (sistema multiventilação) que proporcionam a já mencionada medição exacta do fluxo de ar ao longo do processo. Por exemplo, a zona de alimentação tem maior teor em humidade que a zona de descarga, assim sendo é necessário um maior fluxo na primeira secção referida, esta adaptação aumenta não só a eficácia, mas também a eficiência do processo. Na figura 3.11 é apresentada uma representação esquemática da tecnologia em causa.

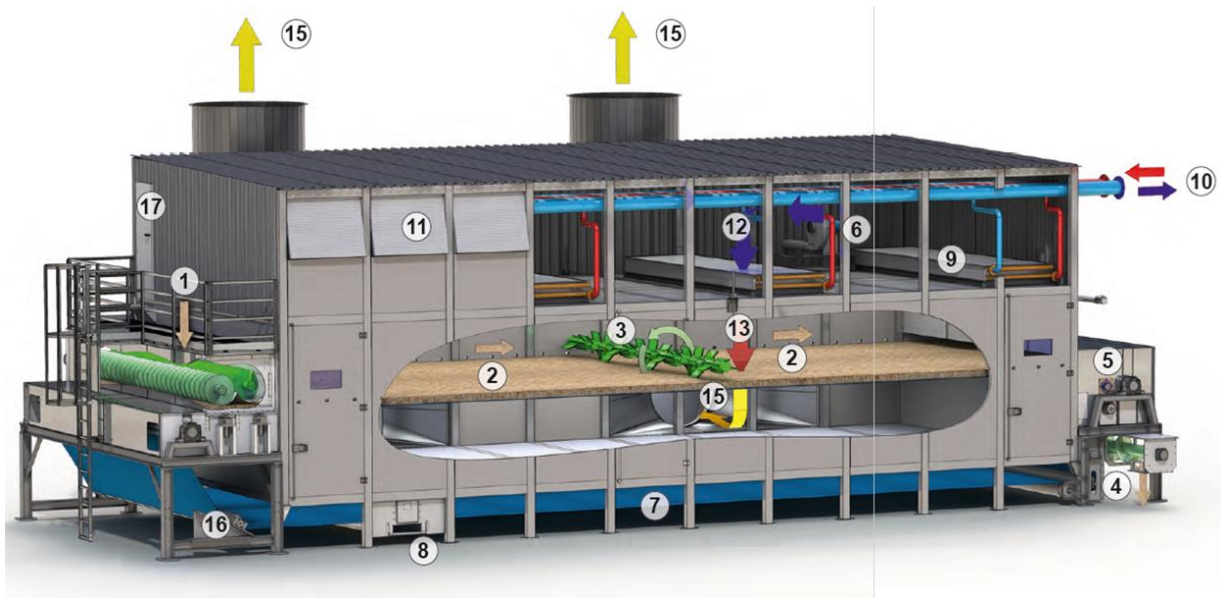


Figura 3.11: Ilustração do Low Temperature Belt Dryer. Fonte: Stela Drying Technology 2015

Legenda: 1 – Estação de Alimentação; 2 – Camada do Produto; 3 – Dispositivo de Revolvimento; 4 – Parafuso de Descarga; 5 – Sistema de Limpeza (Seco); 6 – Ventilador para o Sistema de Limpeza; 7 – Base do Sistema; 8 – Sistema de Limpeza (Húmido); 9 – Permutador de Calor; 10 – Abastecimento Térmico; 11 – Entrada de Ar Fresco; 12 – Ar Fresco; 13 – Ar de Secagem; 14 – Ventilador para Gases de Exaustão; 15 – Gases de Exaustão; 16 – Alinhamento do Cinto; 17 – Porta de Acesso

Com o objectivo de obter um resíduo o mais seco e homogéneo possível, a camada de CDR é deslocada e misturada de forma controlada através de um dispositivo de viragem, após o ponto médio do tapete em comprimento. Assim, torna-se possível atingir um equilíbrio entre a camada superior seca e a camada inferior húmida, em termos relativos, existindo a garantia de homogeneidade do produto final.

O conteúdo em água do produto à saída do secador é controlado e monitorizado através de um dispositivo de medição contínua. A velocidade do tapete é variável, recorrendo a um motor com variação de frequência controlada, e adaptada para diferentes humidades iniciais. Esta velocidade e, por inerência o rendimento, diminuem com um maior teor de humidade, enquanto a velocidade do tapete cresce com o aumento da taxa de transferência para humidades inicialmente mais baixas. Este sistema de controlo garante um produto com humidade constante e uma melhor utilização da energia térmica fornecida.

O sistema é construído com base numa linha modular que permite a sua fácil expansão e manuseamento. Além disto, garante baixos valores de emissão de poeiras e baixos consumos de energia eléctrica e térmica, devido à baixa temperatura de operação. Esta característica garante também que o risco de fogo dos resíduos é mínimo. Comparativamente ao método anterior, é possível verificar que existe uma redução dos gases de exaustão, da quantidade de emissões e do consumo térmico específico.

O quadro 3.1 apresenta uma comparação entre as duas tecnologias estudadas, tendo em conta determinadas características consideradas relevantes:

Quadro 3.1: Quadro Comparativo entre Tecnologias de Secagem. Fonte: Stela Drying Technology 2016

Indicador em Comparação	Secagem em Tapete	Observações	Secagem em Tambor	Observações
CAPEX/OPEX				
Investimento no Equipamento Principal	Elevado		Elevado	
Investimento em Equipamento Auxiliar	Baixo		Elevado	É necessário um filtro electroestático
Custos de Fundação	Baixo		Elevado	
Custos de Transporte	Baixo	Todas as partes podem ser transportadas em camiões <i>standard</i>	Elevado	Transporte especial para o tambor
Custos Laborais	Baixo	Processo totalmente automatizado, apenas existem custos de manutenção	Médio	Exige uma manutenção várias vezes por ano
Consumo de Energia Eléctrica	Baixo	A partir dos 22 kWh/t para evaporação de água	Baixo	A partir de 24 kWh/t para evaporação de água

				(incluindo equipamentos auxiliares)
Consumo de Energia Térmica (para uma temperatura média anual de 10°C)	Baixo	Cerca de 1,0 kWh/t para evaporação de água	Médio	Cerca de 1,15 kWh/t para evaporação de água
Influência sobre a Qualidade dos Pellets				
Necessidade de Aditivos	Baixo	Praticamente todos os ingredientes são mantidos em serradura	Elevado	Lignina é evaporada devido às elevadas temperaturas de secagem
Conteúdo em Cinzas no Consumidor Final	Baixo	<0,5%	Médio	<0,8%
Características Operacionais				
Aptidão para Fontes de Calor a Baixa Temperatura	++	A cinta é desenhada para funcionar com calor a baixa temperatura	--	Tambor preciso de altas temperaturas
Aptidão para Fontes de Calor a Alta Temperatura	+	Através da utilização de uma câmara de mistura integrada	++	
Aptidão para Dimensões de Produto Variáveis	-	Mesmo fluxo de produto para todos os tamanhos de partículas	-	Fluxo de produto de diferentes dimensões não é controlável
Riscos de Incêndios e Explosões	Baixo	Baixas temperaturas e grandes taxas de fluxos de ar garantem que o perigo de incêndio é muito baixo	Elevado	No caso do aquecimento de queima directa, as elevadas temperaturas e o contacto com o fogo podem causar perigo
Pegada Espacial	Elevado		Elevado	Necessita de auxiliares
Emissões Atmosféricas				
Emissões de Poeiras	Baixo	A cinta funciona como um filtro	Elevado	Se o secador for utilizado sem qualquer equipamento auxiliar de filtragem
Emissões de Compostos Orgânicos Voláteis	Baixo	Devido às baixas temperaturas de secagem existe pouca evaporação de COV	Elevado	Se o secador for utilizado sem qualquer equipamento auxiliar de filtragem
Emissões Biogénicas	Não		Sim	
Necessidade de um Filtro Externo	Não		Sim	

4. Análise Económica

4.1 Metodologia

Este estudo pretende realizar uma análise tecno-económica ao processo de preparação de CDR em Portugal, contabilizando desta forma as vantagens e desvantagens associadas à totalidade do ciclo e não apenas à parte físico-química do processo.

Para tal, para a ponderação da componente económica foi utilizada como ferramenta de avaliação a *Cost-Benefit Analysis* (CBA) (European Commission 2014). Um método de apreciação e análise de projectos de investimento obrigatório pela União Europeia para a tomada de decisão em casos de co-financiamento comunitário. Esta ferramenta analítica deve ser utilizada na apreciação de decisões de investimento, tendo por base um conjunto de objectivos pré-definidos para o projecto em causa. A análise utiliza, entre outras técnicas, a atribuição de um valor monetário a todos os efeitos sobre o bem-estar social, sendo assim baseada no custo de oportunidade decorrente da intervenção. No anexo A.1 é apresentado, através de um fluxograma, o processo de desenvolvimento da *Cost-Benefit Analysis*.

O processo de análise terá de começar pela descrição do contexto associado à intervenção e pela definição dos objectivos da mesma. Os objectivos devem ser definidos em estreita relação com as necessidades previamente identificadas, tendo por base o impacte social positivo que se espera obter através do projecto. Já na fase de identificação, a apreciação deve ser realizada como uma única unidade auto-suficiente de análise, por outras palavras, nenhum componente deve ser deixado de parte aquando da avaliação.

As averiguações da viabilidade técnica e da sustentabilidade ambiental do projecto são realizadas através de quatro análises totalmente independentes, que lançam as directrizes iniciais para aceitação do projecto e verificação da sua viabilidade. Na análise da procura são calculadas a procura actual e futura (com e sem projecto), com base em estatísticas actuais e modelos de previsão. Os resultados obtidos permitem concluir quanto à atractividade do projecto e, simultaneamente, quando necessário efectuar um ajustamento do factor produtivo do mesmo. Já a análise de opções decorre em três fases: uma apreciação de opções estratégicas, uma comparação da solução tecnológica específica (dentro da estratégia escolhida), e por fim, a avaliação e selecção da opção óptima.

As considerações sobre a sustentabilidade ambiental e alterações climáticas são, essencialmente, baseadas no cumprimento das directivas comunitárias e leis nacionais, entre outros, o princípio do poluidor-pagador, a implementação do projecto segundo uma avaliação ambiental estratégica e a obrigação de realização de uma avaliação de impacte ambiental. Deve também ser dada atenção a medidas de adaptação ou resiliência às alterações climáticas, como a contabilização das emissões de gases de efeito de estufa produzidas pela intervenção, tanto de forma directa como indirecta. Todos os custos e benefícios decorrentes da integração ambiental do projecto devem constar na avaliação da performance económica da CBA. Por fim, devem ser consideradas questões como a localização, o design técnico, o plano de produção, a estimativa de custos e o tempo de implementação, todas elas com o objectivo de promover a viabilidade financeira, económica e social da intervenção a realizar.

A análise financeira do projecto, realizada no âmbito da CBA, utiliza o *Discounted Cash-Flow Method*, método este onde é importante referir as seguintes particularidades:

- Apenas são consideradas entradas e saídas no fluxo de caixa (ou *cash-flows*). As transacções não correspondentes a fluxos reais, como depreciações, reservas e outras contingências técnicas, monetárias e contabilísticas não são consideradas;
- A análise deve ser realizada a partir da perspectiva do dono da infraestrutura ou promotor do projecto, dependendo de quem é o responsável pelo mesmo. No caso de ambas as entidades existirem e coabitarem no mesmo projecto devem ser desprezados os *cash-flows* entre estes;
- É adoptada uma *Financial Discount Rate* (FDR), factor utilizado no cálculo dos *cash-flows* futuros de forma a que estes sejam baseados no valor actual (ou actualizado) do capital, com o objectivo de reflectir o custo de oportunidade do capital;
- São realizadas previsões de *cash-flows* para o período considerado de vida útil económico do projecto ou período de referência. A análise deve ter por base preços constantes (reais e actuais) com base anual;
- Todas as transacções devem ser registadas livres de impostos sobre o consumo (IVA), caso este imposto seja reembolsável;
- Com o objectivo de evitar a complexidade e variedade das regras tributárias, os impostos directos sobre o capital, rendimento e outros, apenas são considerados na verificação da sustentabilidade financeira e não para o cálculo da rentabilidade.

Para execução da análise financeira é necessário ter em conta várias rúbricas relevantes que incorporam a mesma e que exigem uma explicação detalhada do seu objectivo:

- Investimento Inicial (CAPEX): totalidade dos custos de capital (fixos e variáveis), aplicados à fase inicial (ou de implementação) do projecto;
- Custos de Substituição: custos ocorridos durante o período de referência para substituição de equipamentos e maquinaria, sujeitos a um período de vida curto;
- Valor Residual: valor que reflecte o potencial económico remanescente do serviço produzido por um determinado activo fixo, quando o período de vida útil do equipamento ainda não está totalmente esgotado. Dada a escolha de um período de referência adequado ao caso em estudo, o valor residual será nulo;
- Custos de Operação (OPEX): representam a totalidade dos custos decorrentes da operação e manutenção do serviço, quer este seja completamente novo ou simplesmente renovado. Estão incluídos nesta rúbrica: os custos do trabalho, materiais para manutenção ou recuperação e matérias-primas, serviços contratados a terceiros, alugueres, seguros, despesas administrativas e de gestão, processos de controlo de qualidade e custos ambientais associados a deposição de resíduos, emissões ou outras taxas. Estes custos estão habitualmente divididos entre fixos e variáveis, os custos de financiamento devido à sua diferente natureza, não são incluídos nesta rúbrica;
- Receitas: são representadas pelas entradas de *cash-flow* pagas directamente pelos utilizadores como compensação pelos bens providenciados pela operação ou pagamentos por

serviços realizados. As previsões desta rubrica são efectuadas com base nas quantidades esperadas de bens/serviços providenciados e respectivos preços de venda, sendo obrigatório o cumprimento do Princípio da Recuperação Total dos Custos. As transferências/subsídios estatais e mais-valias bancárias não são contabilizadas nesta rubrica, mas sim na verificação da sustentabilidade financeira do projecto;

- Lucros (ou Receitas Líquidas): diferença entre as saídas de fluxo de caixa decorrentes dos custos operacionais e as entradas de fluxo de caixa provenientes das receitas, por cada ano de actividade até ao final do horizonte temporal.

A rentabilidade financeira do projecto é verificada tendo por base os custos de investimento, os custos de operação, as receitas e as fontes de financiamento do projecto. A rentabilidade do projecto é avaliada com base em dois indicadores: o *Financial Net Present Value* (FNPV) e o *Financial Rate of Return* (FRR), sendo ambos referentes à totalidade do projecto. Os termos técnicos portugueses utilizados são Valor Actual Líquido (VAL) e Taxa Interna de Retorno (TIR), respectivamente.

O VAL pretende avaliar a rentabilidade financeira do projecto, sendo calculado através da comparação entre o custo inicial da intervenção (custos de investimento) e as receitas futuras decorrentes dessa intervenção. Já a TIR pretende, nestes moldes, calcular a *Discount Rate* que retorna um VAL igual a zero. Ambos os indicadores têm como objectivo comparar os custos de investimento com a receita líquida produzida e medir a extensão em que estas receitas são capazes de assegurar o retorno do investimento, independentemente das fontes e métodos de financiamento ou receita.

A análise da sustentabilidade financeira pretende apreciar qual o risco de o projecto ficar sem liquidez, quer durante a fase de investimento como de operação. Existem várias entradas e saídas que apenas são consideradas nesta rubrica (como já foi referido), assim para cálculo da sustentabilidade financeira são consideradas como entradas: fontes de financiamento, receitas operacionais, transferências/subsídios estatais e outros ganhos financeiros. São consideradas saídas de caixa: investimento inicial, custos operacionais e de substituição, reembolsos de empréstimos, pagamento de juros e impostos directos.

Dada a natureza do projecto foram realizadas algumas adaptações do modelo ao caso em estudo. O impacte social produzido pela intervenção foi associado à cobrança dum acréscimo de tarifa, que garante a sustentabilidade financeira do projecto, caso exista essa necessidade. O cálculo desta tarifa extra é feito através do défice financeiro de produção de CDR, nomeadamente a necessidade de cobertura de custos. A depreciação do investimento realizado teve de ser considerada no cálculo deste défice, de forma a garantir que a tarifa cobrada iria cobrir tanto o CAPEX como o OPEX do projecto.

O acréscimo tarifário garante também a rentabilidade do mesmo, através da anexação de uma margem de 5% ao adicional de tarifa cobrado pelos SGRU, margem que normalmente já é aplicada noutros casos. Através deste mecanismo pretende-se saber qual o acréscimo necessário para garantir que a rentabilidade financeira do projecto representa uma TIR de 12%, sendo expectável que o VAL e a TIR assumam valores bastantes similares independentemente da tecnologia em estudo, devido ao efeito 'tarifa' que compensa potenciais défices. Esta adaptação retira alguma importância a estes indicadores,

no entanto, torna a tarifa num indicador de avaliação da tecnologia mais viável. Além disso, a TIR será estudada em função do acréscimo tarifário praticado, tornando possível a análise do retorno do projecto para uma tecnologia específica em caso de cobrança da mesma tarifa.

Segundo o guia, a análise económica à intervenção é realizada com o objectivo de avaliar qual o contributo da mesma para o bem-estar da sociedade. Exceptuando os casos que serão referidos, não existem diferenças nos procedimentos utilizados para a análise económica em relação à financeira. A passagem da análise financeira para a análise económica pode basear-se na execução de três ajustamentos:

- Correções Fiscais (através de impostos, directos ou indirectos);
- Conversão dos preços de mercado em preços sombra (*shadow-prices*);
- Avaliação dos impactos fora do mercado e correcção das externalidades.

Após estes ajustamentos é necessário, tal como foi feito na análise financeira, adequar os custos e benefícios a uma taxa de actualização, tendo em conta o período em que os fluxos ocorreram. A *Social Discount Rate* é utilizada na análise económica de grandes projectos de investimento, de forma a que os futuros custos e benefícios reflectam uma visão social em relação aos actuais.

Tendo em atenção todos os pormenores referidos, a performance económica do projecto é analisada tendo em conta o *Economic Net Present Value* (ENPV) e a *Economic Rate of Return* (ERR), em português, Valor Actual Líquido Económico (VAL-E) e Taxa Interna de Retorno Económico (TIR-E), respectivamente. A principal diferença entre o VAL-E e o VAL prende-se com o facto de o primeiro ter em conta preços contabilísticos (os *shadow-prices*) em vez de preços de mercado (considerados imperfeitos para análise), além de englobar, tanto quanto possível as externalidades ambientais e sociais.

Dadas a especificidades do modelo, optou-se por não utilizar nenhum dos mecanismos identificados no guia para execução da análise económica. Além da correcção do impacte social por meio da tarifa já realizada na análise financeira, a análise económica pretendeu avaliar os impactos fora do mercado decorrentes desta intervenção. Nomeadamente, através da consideração de poupanças em custos que seriam produzidos mediante a inexistência do projecto e da utilização duma taxa de actualização social. Dado que não se trata dum fluxo de caixa, não faz sentido que estas poupanças sejam consideradas na análise financeira, sendo por isso contabilizadas na avaliação do potencial económico da intervenção.

Tendo em conta todas as possíveis incertezas associadas às análises destes projectos é importante existir também uma avaliação do risco associado aos resultados calculados. Esta avaliação pode ser realizada em função de vários tipos de análises:

- Análise de Sensibilidade: através da alteração duma determinada variável é possível verificar qual o efeito produzido sobre o VAL. É aconselhável que a variação seja de +/- 1% e que incida sobre variáveis determinísticas independentes. Além disto, é útil identificar os *switching values*, os valores das variáveis analisadas para o qual o VAL é igual a zero. Além de, em

complemento, ser realizada uma análise de cenários para verificar o impacto de várias combinações de valores baseados nas variáveis críticas.

- **Análise Qualitativa do Risco:** nesta análise o nível do risco é um resultado qualitativo da combinação entre a probabilidade de ocorrência do evento e a gravidade do mesmo. Este tipo de análise segue vários passos específicos, começando pela identificação de eventos adversos que o projecto pode enfrentar, a criação de uma matriz de risco para avaliar os possíveis efeitos, causas e níveis dos eventos adversos, uma interpretação da matriz de risco que deve incluir uma avaliação dos níveis de risco aceitáveis e, por fim, uma descrição das medidas de mitigação e/ou prevenção para os principais riscos.
- **Análise Probabilística do Risco:** com o objectivo de atribuir uma distribuição probabilística a cada variável crítica da análise de sensibilidade, de forma a aumentar a fiabilidade da mesma.

Dado que se trata de um modelo com objectivos comparativos e não propriamente para avaliação final dum projecto em específico, considerou-se que não traria benefícios adicionais relevantes a execução da avaliação de risco da intervenção.

4.2 Pressupostos de Cálculo

Apresentam-se nos quadros 4.1 e 4.2 os pressupostos utilizados para o cálculo dos resultados do *Low Temperature Belt Dryer* e da Bio-secagem com Telas, respectivamente.

Quadro 4.1: Pressupostos considerados para o *Low Temperature Belt Dryer*

PRESSUPOSTOS		FONTE/ NOTAS
<u>Planeamento</u>		
Período de Referência	15	Adaptado ao Projecto (Fonte: European Commission 2014)
Ano de Início	2016	-
<u>Detalhes do Equipamento</u>		
Capacidade à Entrada (t/h)	2,5	Fonte: Orçamentos a Empresas do Sector
Capacidade à Saída (t/h)	1,9	
Evaporação de Água (kg/h)	600	
Temperatura de Secagem (°C)	70	
Tempo de Utilização (h)	7500	
Capacidade (t/a)	18500	
Potência Térmica Total Requerida (kW)	700	
Potência Eléctrica Total Requerida (kW)	54,25	
Investimento Total Obrigatório (€)	304 600 €	

Instalação Eléctrica (Investimento Opcional) (€)	29 000 €	
Produção Total de CDR (t)	14250	Calculado com base nos Detalhes do Equipamento
Quantidade de Resíduos a Secar (t)	18750	
Quantidade Total de Resíduos (à entrada do TMB) (t)	50000	
<u>Pressupostos Financeiros e Económicos</u>		
CAPEX (€)		
Equipamento	304 600 €	Fonte: Orçamentos a Empresas do Sector
Instalatação	60 920 €	
Equipamentos Acessórios	30 460 €	
Caldeira - Gás Natural	250 000 €	
Caldeira - Pellets	250 000 €	
Sistema de Recuperação - Calor Disponível	150 000 €	
OPEX (€)		
Custos Unitários		
Electricidade (€/kWh)	0,1402 €	Fonte: Instituto Nacional de Estatística
Gás Natural (€/kWh)	0,0418 €	Fonte: Instituto Nacional de Estatística
Pellets (€/kg)	0,1	Fonte: Fornecedores do Sector
Pellets (€/kWh)	0,024	Calculado através do Poder Calorífico dos Pellets (20000 KJ/kg)
Transporte Pellets (€/t Pellets)	1,25	Fonte: Empresas Fornecedoras de Pellets
Transporte CDR (€/t CDR)	10 €	Fonte: Empresas do Sector
Custos Fixos		
Custos Manutenção	15 230 €	Considerados 5% dos custos em equipamento
Custos Laborais	20 800 €	Vencimento Médio Anual nos SGRU (Fonte: ERSAR 2014)
Alocação Laboral	30%	Considerou-se necessário 30% do trabalho normal de um funcionário para a operação
Receitas (Preços Unitários)		
Venda CDR (€/t CDR)	15 €	Fonte: Empresas do Sector
Acréscimo de Tarifa (€/t TR)	Variável	-
Poupança de Custos		

Poupanças de CAPEX e OPEX de aterro (€/ton FR)	20,00 €	Fonte: Empresas do Sector
TGR (2016) (€/t FR)	6,60 €	Fonte: MAOTE 2014a
TGR (2017) (€/t FR)	7,70 €	
TGR (2018) (€/t FR)	8,80 €	
TGR (2019) (€/t FR)	9,90 €	
TGR (2020) (€/t FR)	11 €	
TGR (>2020) (€/t FR)	11 €	
<u>Pressupostos Contabilísticos</u>		
Taxa de Depreciação (Equipamentos)	7%	Adaptado ao Projecto (Fonte: European Commission 2014)
Período de Depreciação (a)	15 anos	
Taxa de Actualização Financeira	4%	Fonte: European Commission 2014
Taxa de Actualização Social	5%	
Impostos (IRC)	21%	Fonte: PwC 2016
IVA	23%	

Quadro 4.2: Pressupostos considerados para a Bio-Secagem com Telas

PRESSUPOSTOS		FONTE/ NOTAS
<u>Planeamento</u>		
Período de Referência	15	Adaptado ao Projecto (Fonte: European Commission 2014)
Ano de Início	2016	-
<u>Detalhes do Processo</u>		
Quantidade Total de Resíduos (t)	50000	Fonte: Empresas do Sector e Trabalho de Revisão Bibliográfico desenvolvido na dissertação
Capacidade (t/a)	20000	
Área Necessária (m2)	20000	
Produção CDR (t/a)	14000	
<u>Pressupostos Financeiros e Económicos</u>		
CAPEX (€)		
Equipamento e Instalação	550 000,00 €	Fonte: Orçamentos a Empresas do Sector
Área de Implementação (2ha)	200 000,00 €	
Revolteadora	300 000,00 €	
Custo do Metro Quadrado	10,00 €	Valor ponderado a partir da média em Portugal
OPEX (€)		
Custos Unitários		

Electricidade(€/t)	4,00 €	Fonte: Empresas do Sector
Custos Laborais (€/t)	0,75 €	Fonte: Empresas do Sector
Alocação Laboral	100%	Considerou-se necessário 30% do trabalho normal de um funcionário para a operação
Transporte CDR (€/t)	10,00 €	Fonte: Empresas do Sector
Custos Fixos		
Custos Manutenção	5 500 €	Considerados 1% dos custos em equipamento
Receitas (Preços Unitários)		
Venda CDR (€/t CDR)	15 €	Fonte: Empresas do Sector
Acréscimo de Tarifa (€/t TR)	Variável	-
Poupança de Custos		
Poupanças de CAPEX e OPEX de aterro (€/t FR)	20,00 €	Fonte: Empresas do Sector
TGR (2016) (€/t FR)	6,60 €	Fonte: MAOTE 2014a
TGR (2017) (€/t FR)	7,70 €	
TGR (2018) (€/t FR)	8,80 €	
TGR (2019) (€/t FR)	9,90 €	
TGR (2020) (€/t FR)	11 €	
TGR (>2020) (€/t FR)	11 €	
<u>Pressupostos Contabilísticos</u>		
Taxa de Depreciação (Equipamentos)	7%	Adaptado ao Projecto (Fonte: European Commission 2014)
Período de Depreciação (a)	15 anos	
Taxa de Actualização Financeira	4%	Fonte: European Commission 2014
Taxa de Actualização Social	5%	
Impostos (IRC)	21%	Fonte: PwC 2016
IVA	23%	

4.3 Resultados

Low Temperature Belt Dryer

Tendo por base a metodologia de *Cost-Benefit Analysis*, acima analisada e estudada e os pressupostos considerados (quadro 4.1) foi verificada a viabilidade financeira do projecto de secagem de CDR através da tecnologia de *Low Temperature Belt Dryer*. As folhas de cálculo utilizadas estão presentes nos anexos A.3, A.4 e A.5 deste trabalho.

A partir dos pressupostos já enunciados e considerando as quantidades usuais para um SGRU foram calculados os custos e receitas associados ao tratamento e, por inerência, a viabilidade financeira do projecto. Posteriormente, através dos resultados obtidos, foram retiradas conclusões e evidenciadas as variáveis e factores passíveis de terem um impacto significativo sobre a análise.

A mesma tecnologia será avaliada tendo em conta três fontes de calor distintas: gás natural, *pellets* de biomassa (doravante apenas *pellets*) e calor disponível, não existindo praticamente diferenças entre as rúbricas utilizadas em cada um dos casos. A possibilidade de utilização calor disponível representa o aproveitamento de energia libertada ou perdida por outro processo e que possa, mediante a instalação dum sistema apropriado, ser valorizado pelo *low temperature belt dryer*.

Os pressupostos considerados (quadro 4.1) são baseados em informações resultantes da revisão bibliográfica ou prestadas por empresas fornecedoras do equipamento em causa, tendo as mesmas requerido que não fossem identificadas. Estes pressupostos incluem informações sobre o equipamento, que são essenciais para grande parte dos cálculos efectuados e resultados obtidos, além de preços de venda e compra unitários. Estes preços aplicam-se a questões tão relevantes para o funcionamento da tecnologia como, por exemplo, o preço de compra de gás natural ou *pellets* ou o preço de venda do CDR (no final do processo).

Os custos considerados podem ser divididos em CAPEX e OPEX, ou seja, custos de capital e custos de operação, como já foi detalhado na metodologia. Nos CAPEX são considerados as seguintes rúbricas:

- Custos de Equipamento;
- Custos de Instalação;
- Custos dos Equipamentos Acessórios (por exemplo, a instalação eléctrica necessária);
- Custos de Equipamentos Específicos:
 - Custos de Aquisição e Instalação duma Caldeira (apenas considerados quando a fonte de calor é o gás natural);
 - Custos de Aquisição e Instalação de um Sistema de Recuperação de Calor (apenas considerados quando a fonte de calor é o calor disponível);
 - Custos de Aquisição e Instalação de um Sistema de Queima de *Pellets* (apenas considerados quando a fonte de calor são os *pellets*).

Já os OPEX são os seguintes:

- Custos da Energia Eléctrica;
- Custos da Energia Térmica;
- Custos Laborais;
- Custos de Transporte do CDR;
- Custos de Manutenção;
- Custos de Transporte de *Pellets* (apenas aplicáveis quando estes são a fonte de calor).

Nos gráficos comparativos apresentados de seguida, é possível analisar o impacto dos diferentes custos sobre o total de CAPEX (Figura 4.1) e OPEX (Figura 4.2) e qual a diferença entre estes para as três fontes de calor.

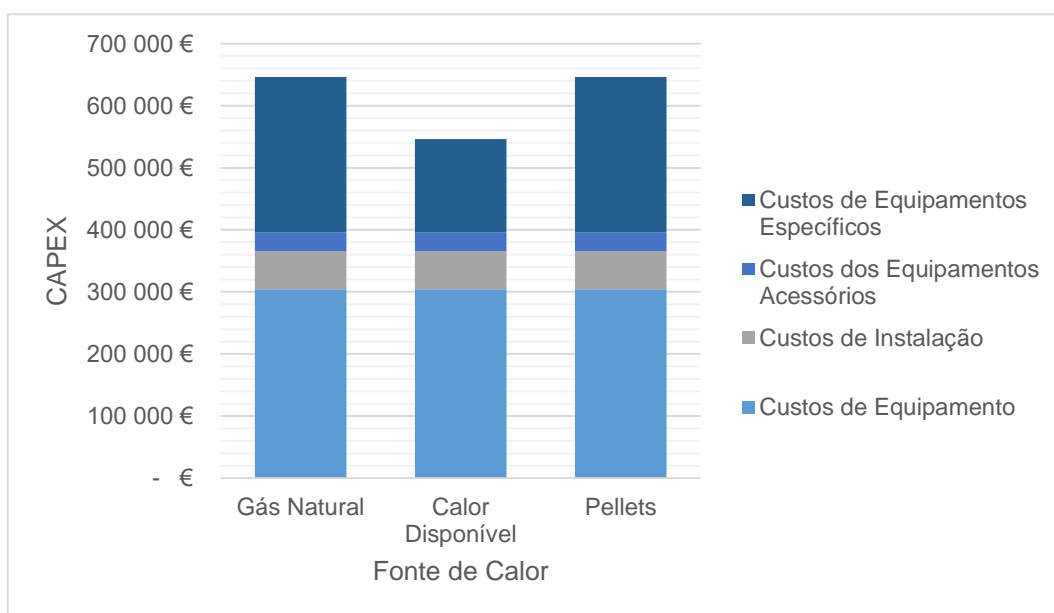


Figura 4.1: Comparação dos CAPEX (LTBD)

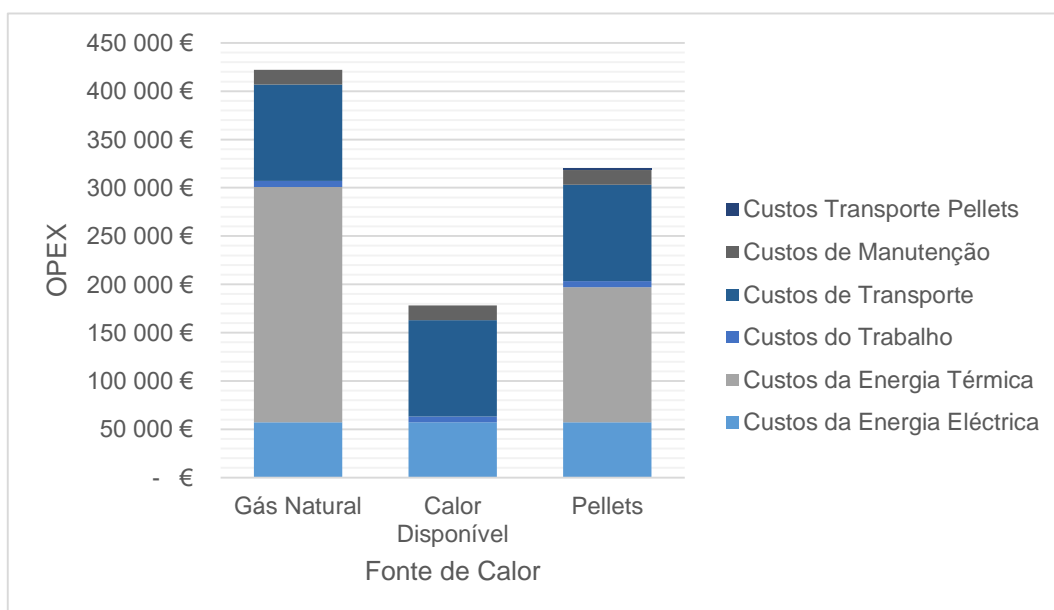


Figura 4.2: Comparação dos OPEX (LTBD)

Verifica-se que, o CAPEX tem uma variação decorrente do custo do equipamento específico, custo este que é função da fonte de calor utilizada. Já o OPEX é altamente influenciado pelos custos associados à energia térmica. Dada a inexistência de custos deste tipo no caso de existir calor disponível, esta fonte de calor possui uma clara vantagem. Além disto, quando são utilizados *pellets* existe a necessidade de transporte destes e, por essa razão, uma rubrica de custos extra, no entanto, a mesma tem um impacto residual quando comparada com as restantes. A figura 4.3 compara a globalidade dos custos, incluindo CAPEX e OPEX.

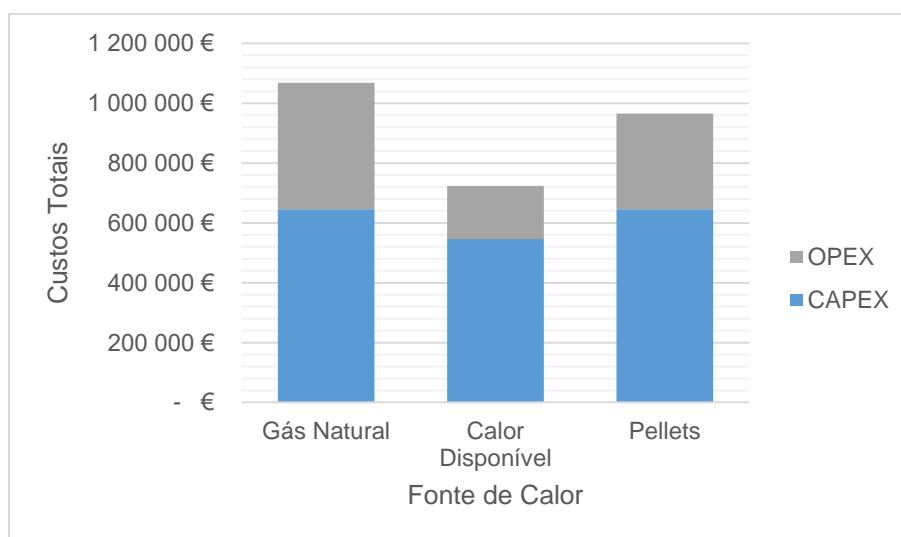


Figura 4.3: Comparação dos Custos Totais (LTBD)

Os cash-flows decorrentes da operação de secagem são resultado da diferença entre os custos e as receitas. Estas últimas são apenas constituídas pelos benefícios decorrentes da venda do CDR produzido e dum acréscimo da tarifa cobrada pelos SGRU, em consequência do impacte social positivo do projecto. As receitas provenientes da venda de CDR são independentes da fonte de calor utilizada, uma vez que a produção e preço de venda unitário são iguais em qualquer dos casos. O acréscimo tarifário é função dos custos associados a cada fonte de calor, pois a mesma tem como objectivo cobrir os custos produzidos, de forma a ser obtida uma TIR de 12%. No quadro 4.3 apresentam-se os valores de tarifas calculados em função de cada fonte de calor, na figura 4.4 estão representadas receitas do projecto.

Quadro 4.3: Valores de Acréscimo Tarifário cobrados (por tonelada de resíduos que entram no TMB)

Fonte de Calor	Acréscimo Tarifário Calculada (€/t CDR processado)
Gás Natural	6,60 €
Calor Disponível	1,70 €
<i>Pellets</i>	4,60 €

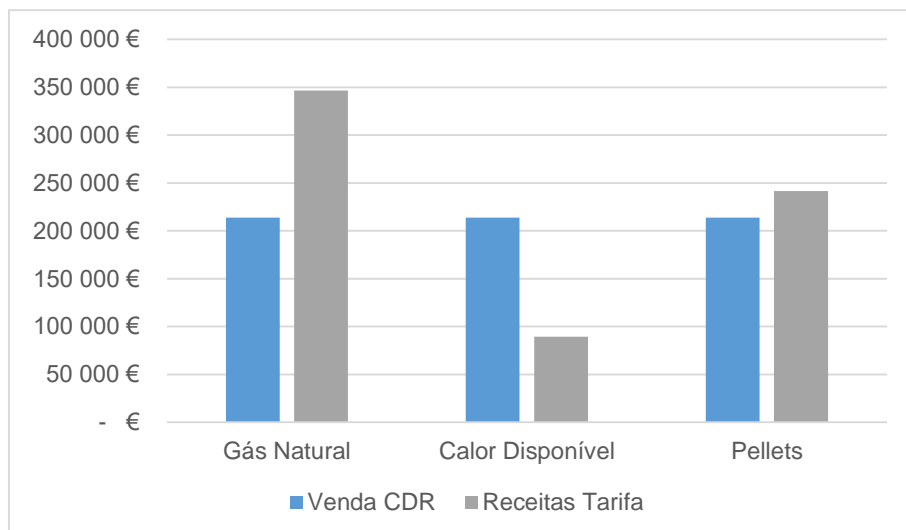


Figura 4.4: Comparação das Receitas (LTBD)

O projecto em causa tem um período de referência de 15 anos, no entanto, devido à taxa de actualização financeira apenas ser aplicada na avaliação da rentabilidade financeira, tanto as receitas como os custos são constantes ao longo do período de análise. Assim sendo, o EBIDTA será igual em todos os anos analisados. Na figura 4.5 estão representados os valores de EBIDTA e resultados líquidos obtidos em cada um dos anos da análise.

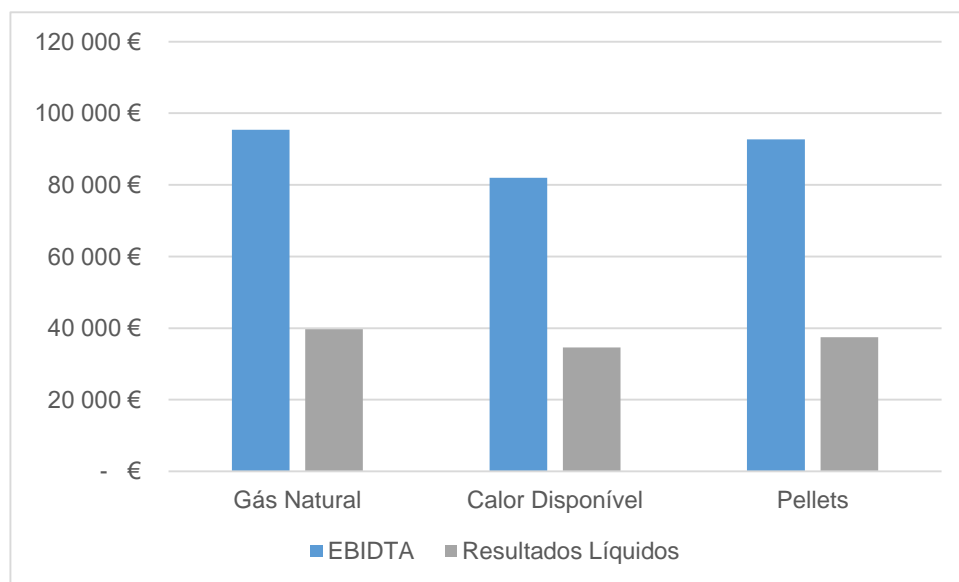


Figura 4.5: Comparação de EBIDTA e Resultados Líquidos (LTBD)

Como já foi mencionado durante a análise da metodologia, a implementação dum acréscimo tarifário irá ter como consequência uma harmonização dos resultados financeiros obtidos, dado o objectivo de cobrir os custos associados a cada tecnologia e garantir o retorno do projecto, com uma TIR de 12%. Assim, a avaliação do impacte da tarifa sobre a análise tem um valor acrescentado, que irá ser estudado mais à frente, através da análise das consequências da variação da tarifa sobre os resultados obtidos. De qualquer forma, é possível desde já concluir que quanto menor for o acréscimo da tarifa, mais próxima essa tecnologia estará da viabilidade financeira, no caso de inexistência deste pagamento adicional. Nas figuras 4.6, 4.7 e 4.8 apresentam-se os dados e gráficos relativos à viabilidade financeira para cada caso em estudo.

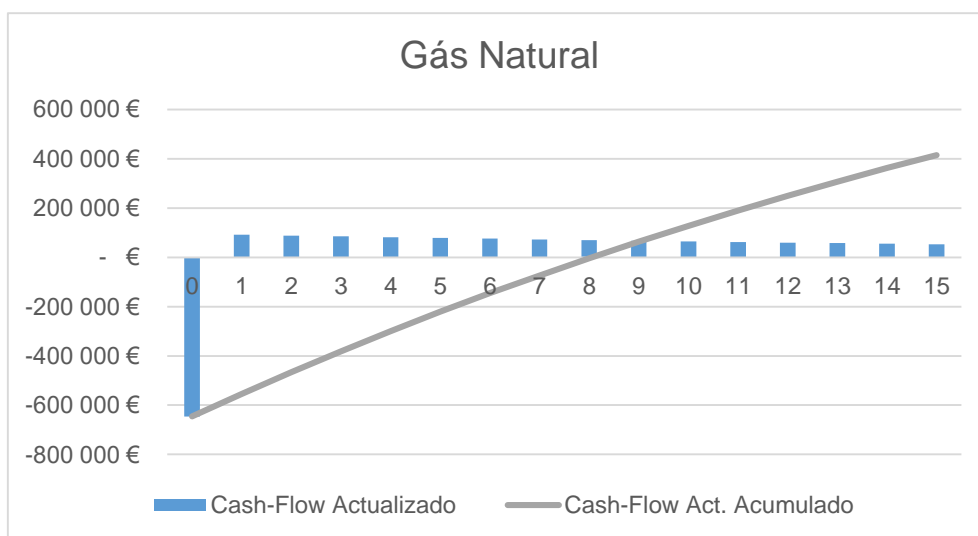


Figura 4.6: Análise da Viabilidade Financeira do Gás Natural (LTBD)

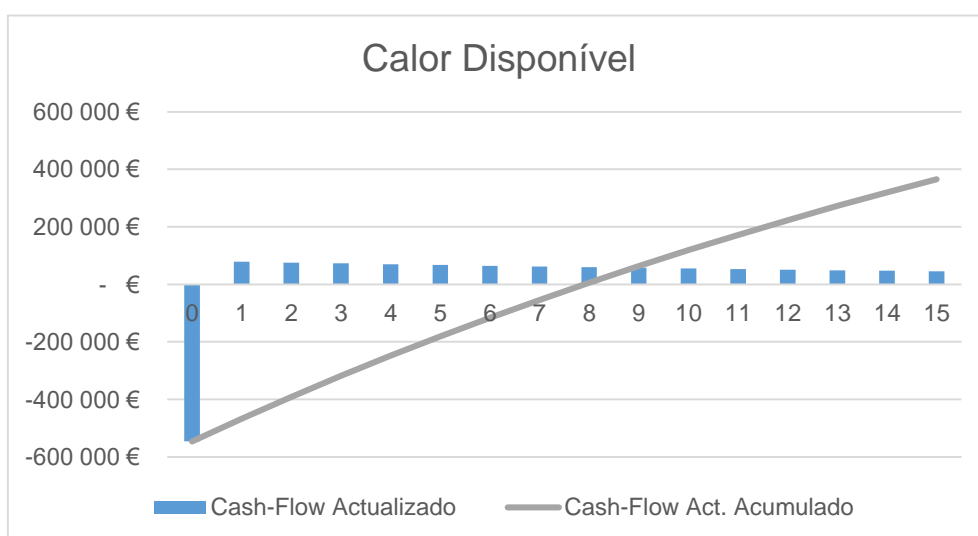


Figura 4.7: Análise da Viabilidade Financeira do Calor Disponível (LTBD)

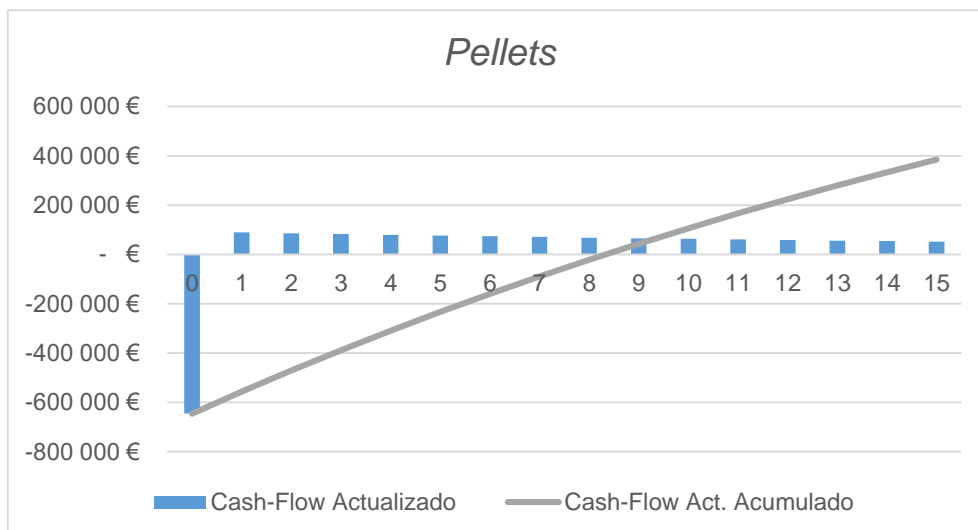


Figura 4.8: Análise da Viabilidade Financeira dos Pellets (LTBD)

No quadro 4.4 observa-se a TIR, o VAL dos projectos e o tempo de recuperação do investimento, em função da fonte de calor escolhida para o processo:

Quadro 4.4: Resultados da Viabilidade Financeira (LTBD)

	Gás Natural	Calor Disponível	Pellets
Taxa Interna de Retorno	12%	12%	12%
Valor Actual Líquido	414 745 €	365 574 €	384 262 €
Período de Retorno	8 anos	8 anos	9 anos
Acréscimo de Tarifa	6,60 €	1,70 €	4,60 €

Como é possível observar no quadro anterior, os resultados financeiros são bastante similares independentemente da tecnologia utilizada, pelas razões já mencionadas. Por essa razão, considerou-se relevante a realização dum estudo adicional às consequências financeiras decorrentes da variação do acréscimo de tarifa praticado. Esta variação está representada nas figuras 4.9, 4.10 e 4.11.

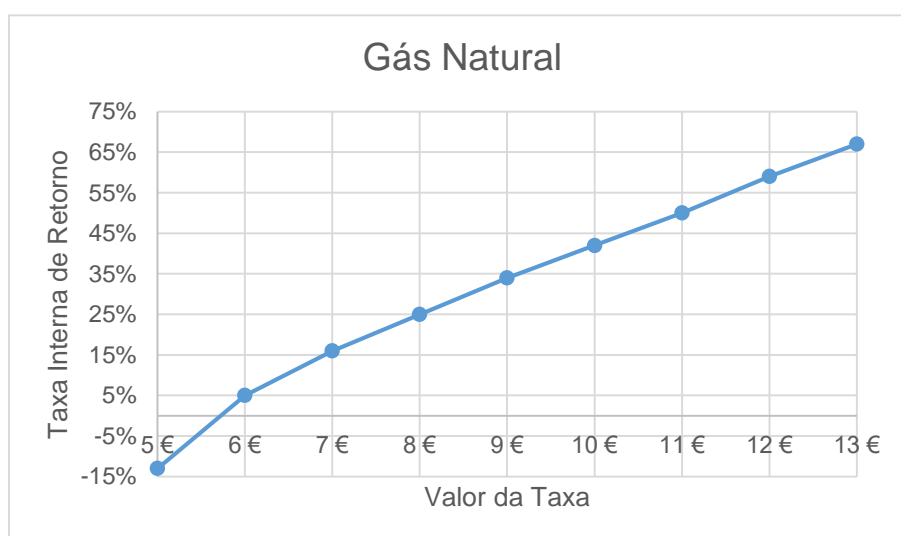


Figura 4.9: Estudo da Tarifa - Gás Natural (LTBD)

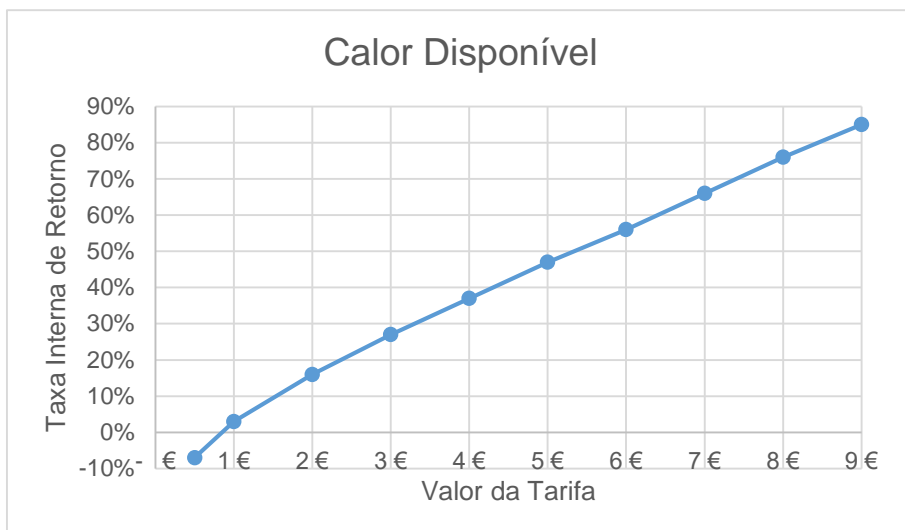


Figura 4.10: Estudo da Tarifa – Calor Disponível (LTBD)

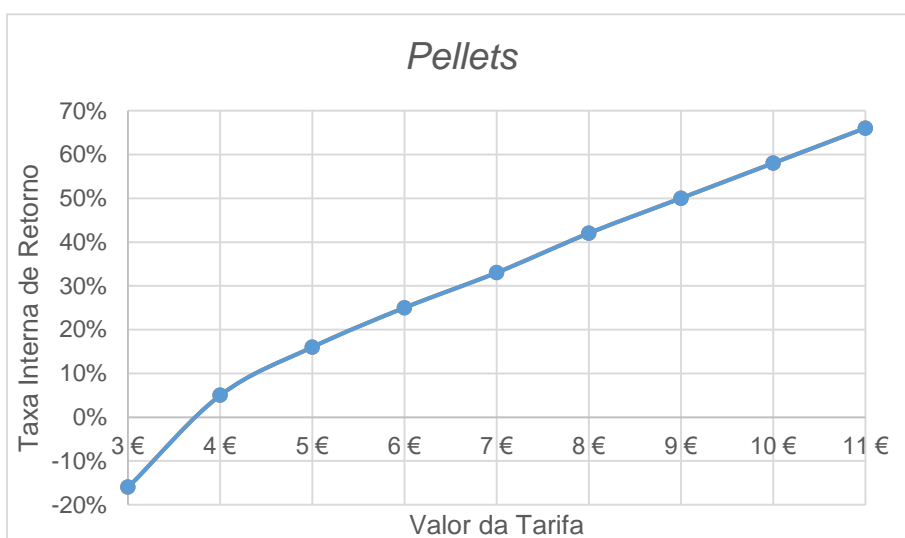


Figura 4.11: Estudo da Tarifa – Pellets (LTBD)

Através dos gráficos acima é possível concluir quanto ao impacto da tarifa sobre as várias tecnologias e estudar como podemos obter um maior retorno (TIR) em função deste acréscimo tarifário. A título de exemplo, fixando o acréscimo nos 7€, os resultados obtidos seriam os seguintes:

Quadro 4.5: Resultados da TIR para tarifa constante

Fonte de Calor	TIR
Gás Natural	16%
Calor Disponível	66%
<i>Pellets</i>	33%

Com o auxílio dos gráficos e do quadro, é possível concluir que, sem a aplicação de um acréscimo na tarifa, o processo de produção de CDR seria financeiramente deficitário em qualquer das possibilidades

estudadas para esta tecnologia. De entre as três hipóteses, apenas quando é utilizado calor disponível existe margem para ser praticada um acréscimo mais baixo.

Mediante esta evidência considerou-se relevante avaliar qual o balanço financeiro da produção de CDR neste processo, por tonelada de CDR produzido, e considerando que não seria aplicada qualquer tarifa. O quadro 4.6 mostra os resultados obtidos, em função da fonte de calor utilizada.

Quadro 4.6: Custo de Produção de CDR (LTBD)

Fonte de Calor	Custo de Produção de CDR (€/t CDR)
Gás Natural	20,79 €
Calor Disponível	3,91 €
Pellets	13,62 €

Como seria de esperar, a secagem utilizando calor disponível é a menos dispendiosa enquanto aquela que utiliza gás natural é a mais onerosa de entre as hipóteses estudadas. Este resultado deve-se ao facto de os custos associados à energia térmica terem um impacto bastante significativo sobre o balanço final, como já tinha sido acima evidenciado.

Para além do aspecto financeira, este projecto foi avaliado tendo por base uma perspectiva económica. Nomeadamente, tendo em conta as poupanças decorrentes das taxas de deposição dos resíduos em aterro e os CAPEX e OPEX resultantes da gestão destes aterros. A quantidade de resíduos desviados de aterro é suficientemente grande para esta poupança de custos ter um impacto significativo sobre a análise económica efectuada.

As poupanças em termos de custos com o aterro em actividade foram calculadas com base nos custos de aterro por tonelada de resíduos depositados (proveniente da revisão bibliográfica) e na quantidade de resíduos evitados em aterro, ambos os valores fazem parte dos pressupostos no anexo III. Já as poupanças decorrentes da Taxa de Gestão de Resíduos (TGR) variam até ao ano de 2020, considerando-se constantes a partir daí, e são também elas função da quantidade de resíduos que deixam de ser depositados em aterro. A TGR varia da seguinte forma:

Quadro 4.7: Valor de TGR cobrado em Portugal

TGR 2016 (€/t)	TGR 2017 (€/t)	TGR 2018 (€/t)	TGR 2019 (€/t)	TGR 2020 (€/t)
6,60 €	7,70 €	8,80 €	9,90 €	11,0 €

A exemplo daquilo que foi feito para a análise da viabilidade financeira, apresenta-se os cash-flows e cash-flows acumulados, em função da fonte de calor escolhida. Nesta avaliação foi utilizada uma Taxa de Actualização Social, presente nos pressupostos. As figuras 4.12, 4.13 e 4.14 e o quadro 4.8 apresentam os resultados obtidos, incluindo as TIR e VAL económicos.

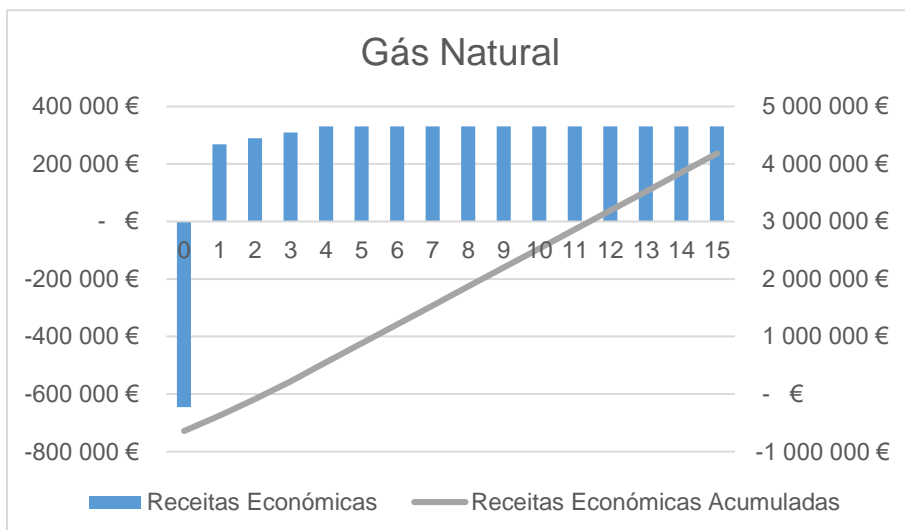


Figura 4.12: Análise da Viabilidade Económica do Gás Natural (LTBD)

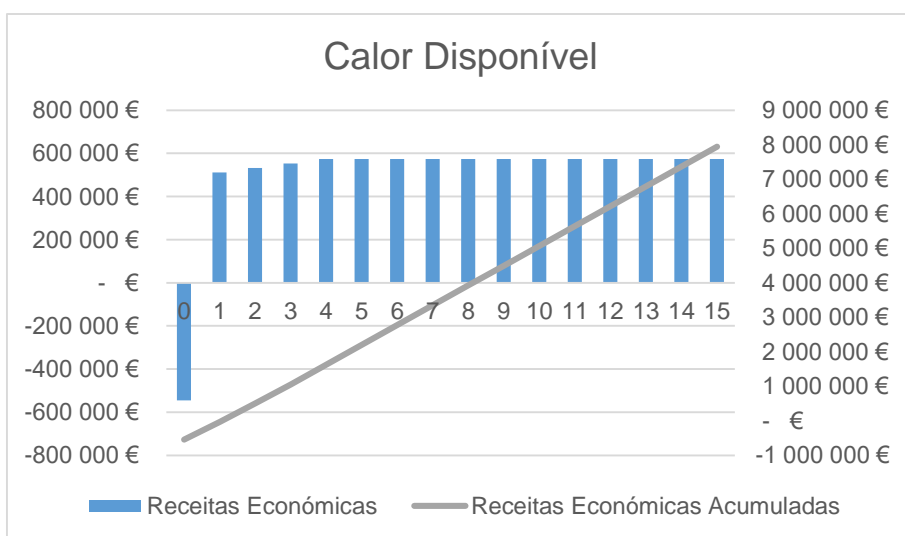


Figura 4.13: Análise da Viabilidade Económica do Calor Disponível (LTBD)

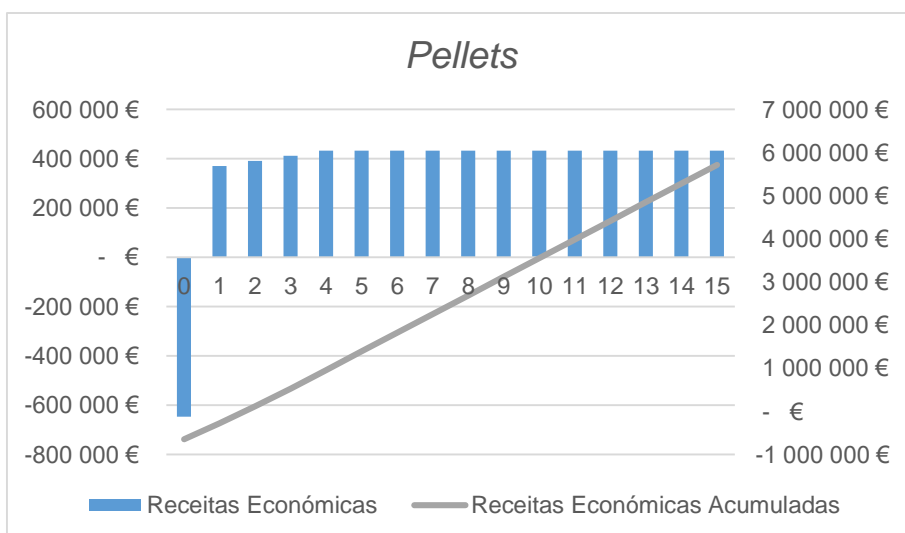


Figura 4.14: Análise da Viabilidade Económica dos Pellets (LTBD)

Quadro 4.8: Resultados da Viabilidade Económica (LTBD)

	Gás Natural	Calor Disponível	Pellets
Taxa Interna de Retorno Económico	46%	97%	61%
Valor Actual Líquido Económico	2 539 746 €	5 045 371 €	3 550 609 €

Como seria de esperar, contabilizando as poupanças em termos de custos para os SGRU, a análise económica produz um resultado substancialmente melhor quando comparada com a análise financeira. Inclusivamente, é possível afirmar que nesta perspectiva seria possível eliminar o acréscimo tarifário considerado na análise financeira e, mesmo assim, garantir a viabilidade económica do projecto. Esta análise económica poderia ainda incorporar os benefícios sociais resultantes da valorização dos resíduos, nomeadamente as vantagens ambientais, no entanto, dada a dificuldade em quantificá-los economicamente optou-se pela não inclusão dos mesmos na análise.

Bio-Secagem com Telas

Seguindo as mesmas directrizes que foram utilizadas anteriormente para o *Low Temperature Belt Dryer*, serão expostos os resultados obtidos para o caso da bio-secagem com telas e verificada a viabilidade financeira do projecto de secagem de CDR através desta tecnologia. Os pressupostos considerados foram apresentados no quadro 4.2 e as folhas de cálculo utilizadas podem ser consultadas nos anexos A.6, A.7, A.8 e A.9.

A bio-secagem utiliza como fonte de calor a energia libertada pela actividade orgânica dos resíduos, logo este não será um factor diferenciador na análise. Neste caso serão considerados quatro cenários, mediante a necessidade (ou não) de aquisição de activos que viabilizam a utilização da tecnologia. Nomeadamente, a aquisição duma revolteadora ou de um terreno para implantação das estruturas de bio-secagem.

Os pressupostos considerados (quadro 4.2) são idênticos aos anteriormente referidos, bem como, os quantitativos tidos em conta. Além das informações provenientes da revisão bibliográfica e dos fornecedores contactados, serão novamente considerados preços de compra e venda unitários considerados relevantes. No final, espera-se obter resultados e evidências que, a exemplo daquilo que ocorreu com o *Low Temperature Belt Dryer*, permitam retirar conclusões e comparar ambas as tecnologias, tendo em conta as vantagens e desvantagens (não-financeiras) de cada uma delas.

Os custos de investimento (CAPEX) aplicados à bio-secagem são os seguintes:

- Custos de Equipamento e Instalação;
- Custos da Revolteadora;
- Custos do Terreno.

Os custos decorrentes da aquisição das telas estão inseridos na primeira rúbrica. Apesar dos cenários considerados, é pouco provável que não seja necessário recorrer pelo menos à aquisição de uma revolteadora. Estes custos definem os quatro cenários sob análise, entre eles:

- Cenário Bio-Secagem: considera apenas os custos de equipamento e instalação;
- Cenário Bio-Secagem (V): considera os custos de equipamento e instalação e os custos da revolteadora;
- Cenário Bio-Secagem (A): considera os custos de equipamento e instalação e os custos de aquisição da área de implementação;
- Cenário Bio-Secagem (VA): considera os custos de equipamento e instalação, custos da revolteadora e custos de aquisição da área de implementação.

Os custos de operação considerados foram os seguintes:

- Custos da Energia Eléctrica;
- Custos Laborais;
- Custos de Transporte do CDR;
- Custos de Manutenção.

Dada a natureza da tecnologia em estudo não existem custos associados à energia térmica, sendo esta a principal diferença neste conjunto de rúbricas em relação à anterior. Espera-se que esta diferença tenha um impacto considerável sobre a análise, visto que no caso anterior os custos com a energia térmica representavam uma importante proporção dos OPEX. Na figura 4.15 é possível observar os CAPEX de cada um dos quatro cenários. Uma vez que os OPEX são iguais em todos os cenários, estes serão apenas apresentados na figura 4.16, que serve todos os cenários. Na figura 4.17 é possível comparar os custos totais dos quatro cenários em análise.

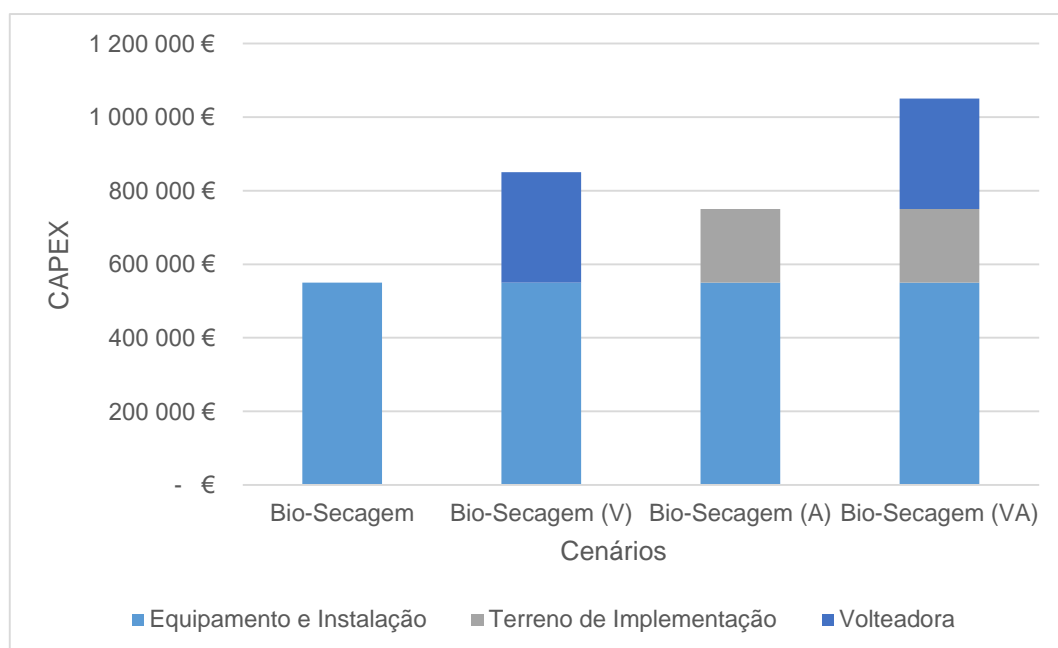


Figura 4.15: Comparação dos CAPEX (Bio-Secagem)

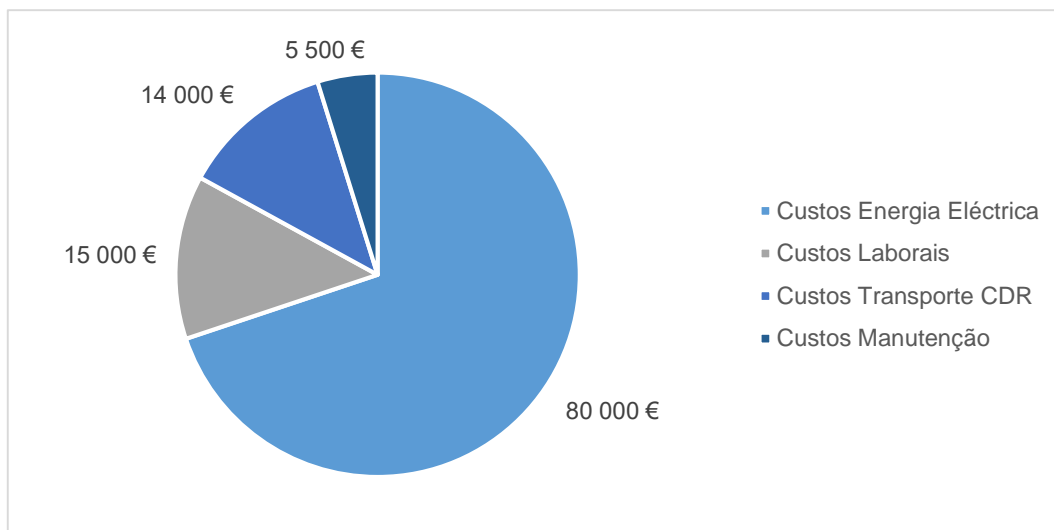


Figura 4.16: Descrição dos OPEX (Bio-Secagem)

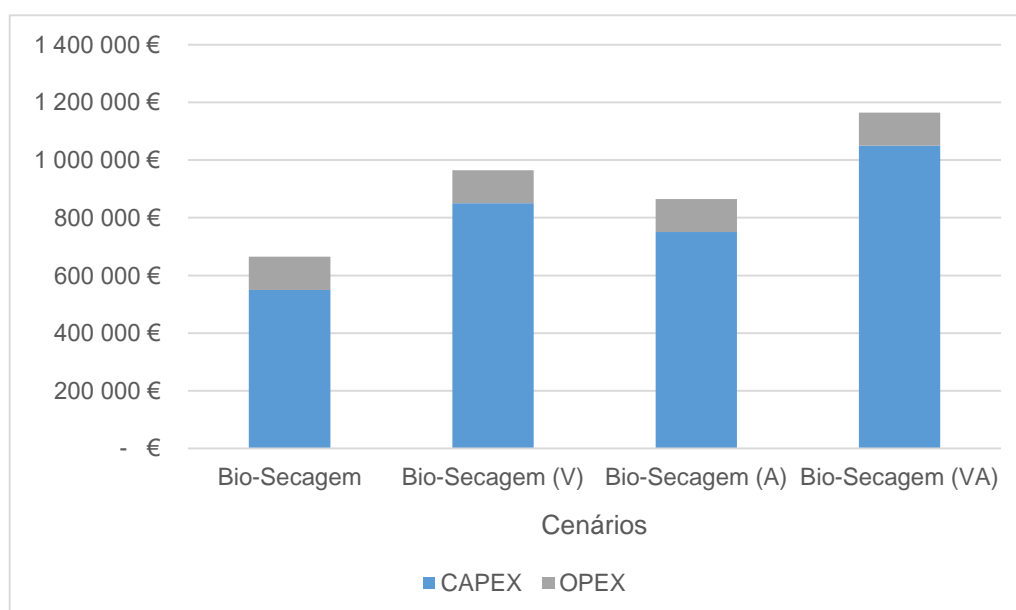


Figura 4.17: Comparação dos Custos Totais (Bio-Secagem)

Uma vez analisados os *cash-flows* desta operação de secagem e, com base nestes, foi calculado o défice financeiro da operação e conseqüente acréscimo de tarifa a praticar, chega-se à conclusão que os processos de bio-secagem são viáveis financeiramente. Por outras palavras, as receitas decorrentes da venda dos CDR produzidos são superiores às despesas inerentes ao processo. Assim sendo, considera-se que não há necessidade de ser cobrada um acréscimo de tarifa sobre os resíduos que entram no TMB, com o objectivo de financiar este processo.

Sendo a venda de CDR a única receita que incorpora o balanço, a mesma é também constante para todos os cenários. Dada a produção de CDR na ordem das 14 000 t/ano e o preço de venda unitário do CDR considerado de 15 €/t, conclui-se que as receitas, em todos os casos, são iguais a 210 000 €/ano. Tal como na análise anterior, o EBIDTA é igual em todos os quinze anos da análise, pois o factor

de actualização apenas é aplicado sobre os cash-flows noutra fase do balanço, tendo sido obtidos os seguintes resultados representados na figura 4.18.

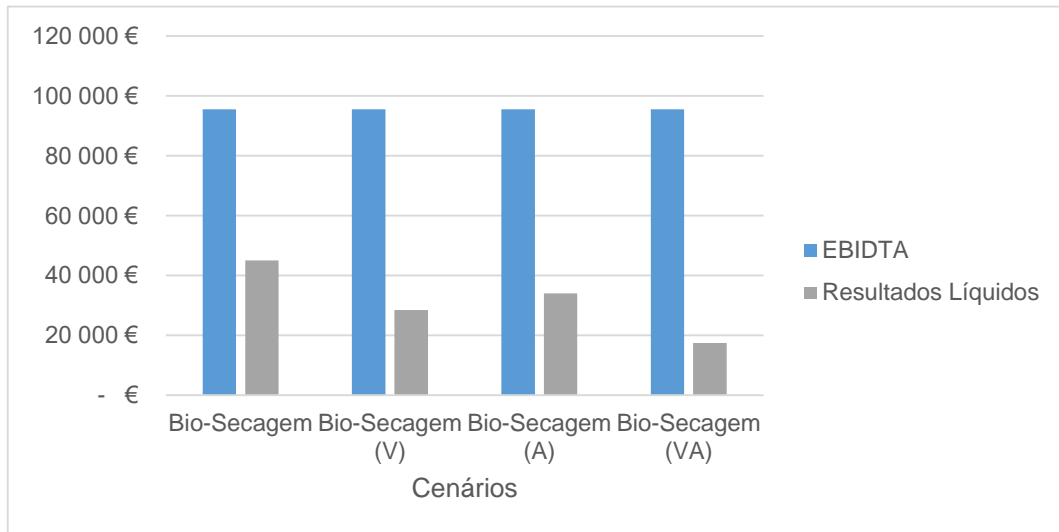


Figura 4.18: Comparação de EBIDTA e Resultados Líquidos (Bio-Secagem)

As diferenças verificadas nos resultados líquidos são explicadas pelas variações no investimento existentes em cada cenário, custos estes que têm influência sobre esta rúbrica.

Após a observação de todos os dados relevantes para a descrição financeira do projecto foi calculada a viabilidade financeira do mesmo. Tendo em conta que não existe necessidade de cobrança duma tarifa em nenhum dos cenários analisados, os resultados dos vários cenários não irão ser tendencialmente similares, como no caso anterior. Neste caso é possível verificar nas figuras 4.19 a 4.22 a existência de resultados dispare, em função do investimento realizado.

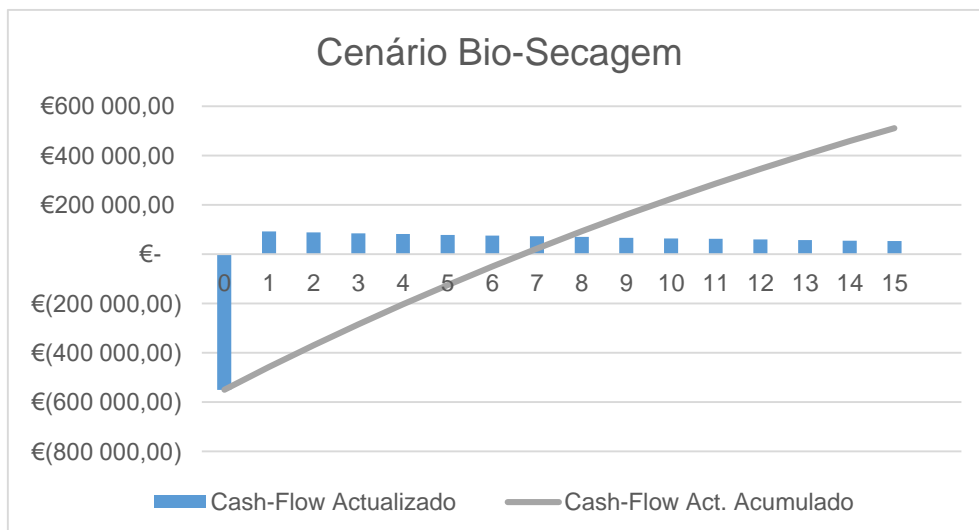


Figura 4.19: Análise da Viabilidade Financeira do Cenário Bio-Secagem

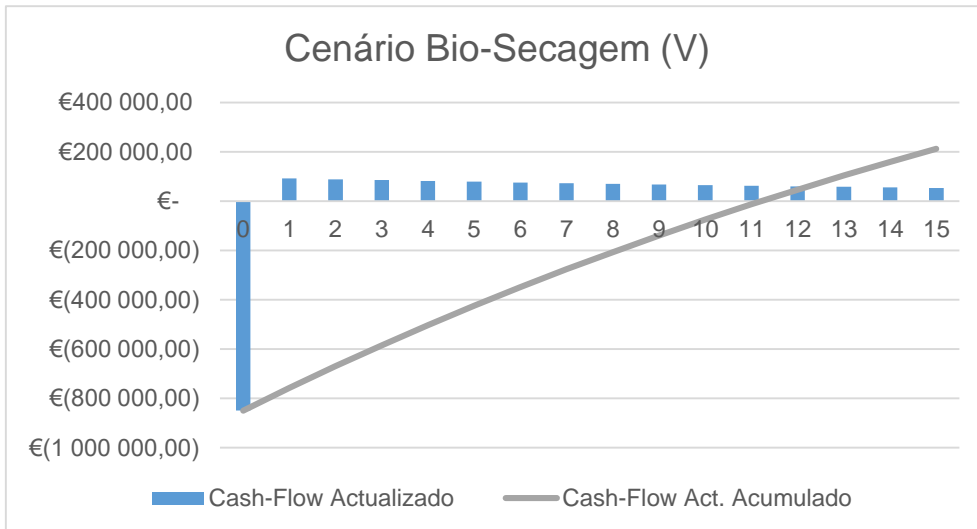


Figura 4.20: Análise da Viabilidade Financeira do Cenário Bio-Secagem (V)

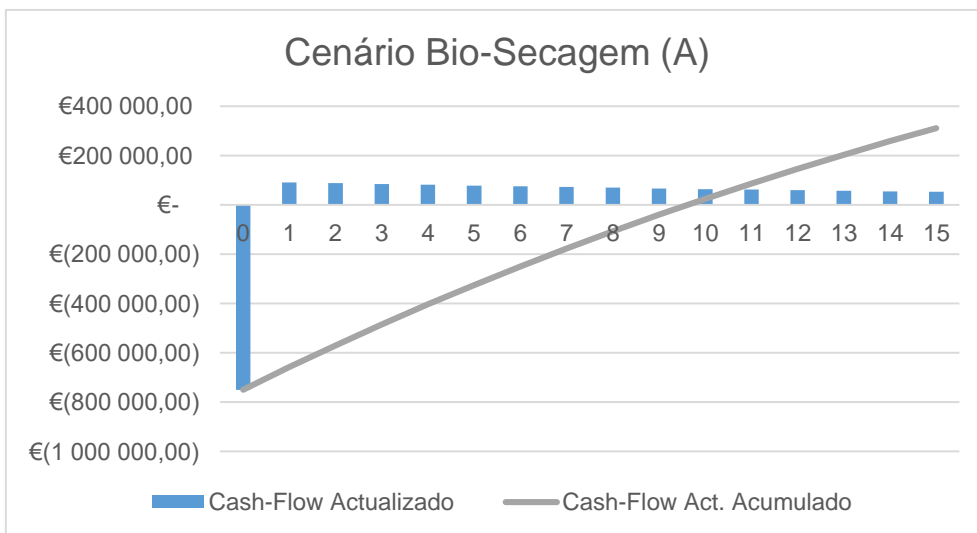


Figura 4.21: Análise da Viabilidade Financeira do Cenário Bio-Secagem (A)

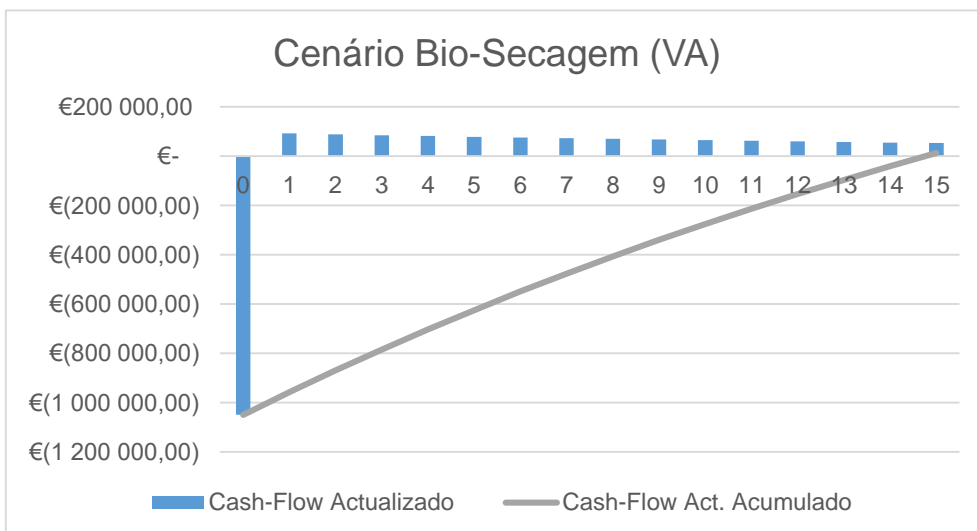


Figura 4.22: Análise da Viabilidade Financeira do Cenário Bio-Secagem (VA)

De forma a exprimir os gráficos anteriores em rúbricas e valores precisos, apresenta-se no quadro 4.9 o VAL, a TIR e o período de retorno obtido para os cenários em estudo.

Quadro 4.9: Resultados da Viabilidade Financeira (Bio-Secagem)

Cenários	Bio-Secagem	Bio-Secagem (V)	Bio-Secagem (A)	Bio-Secagem (VA)
Taxa Interna de Retorno	15%	7%	9%	4%
Valor Actual Líquido	511 806 €	211 806 €	311 806 €	11 806 €
Período de Retorno	7 anos	11 anos	10 anos	14 anos

Tal como no *case-study* da secagem térmica, foi realizado um estudo ao impacte do acréscimo tarifário sobre a TIR. Neste caso, não sendo cobrado qualquer acréscimo, as figuras 4.23 a 4.26 irão mostrar a margem financeira que pode ser ganha através duma possível aplicação de tarifa.

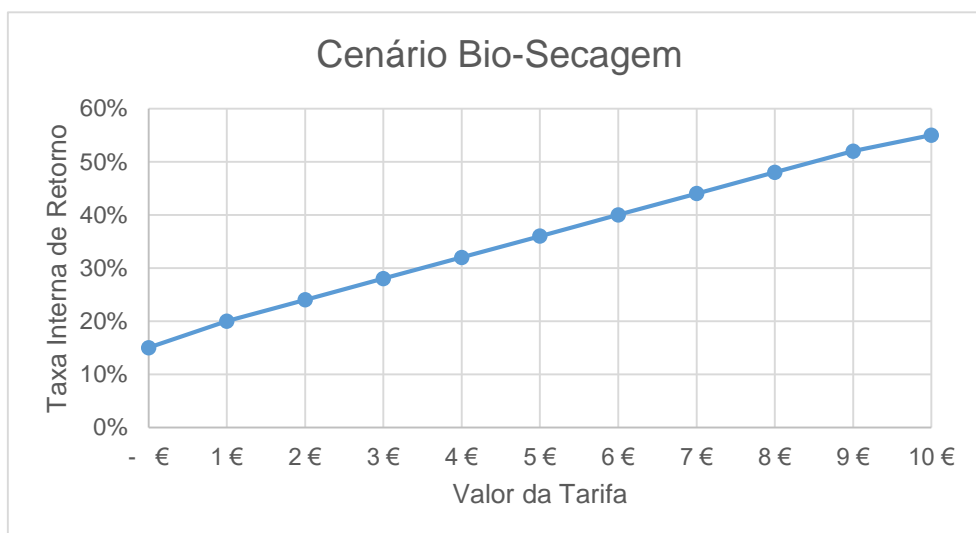


Figura 4.23: Estudo da Tarifa - Cenário Bio-Secagem

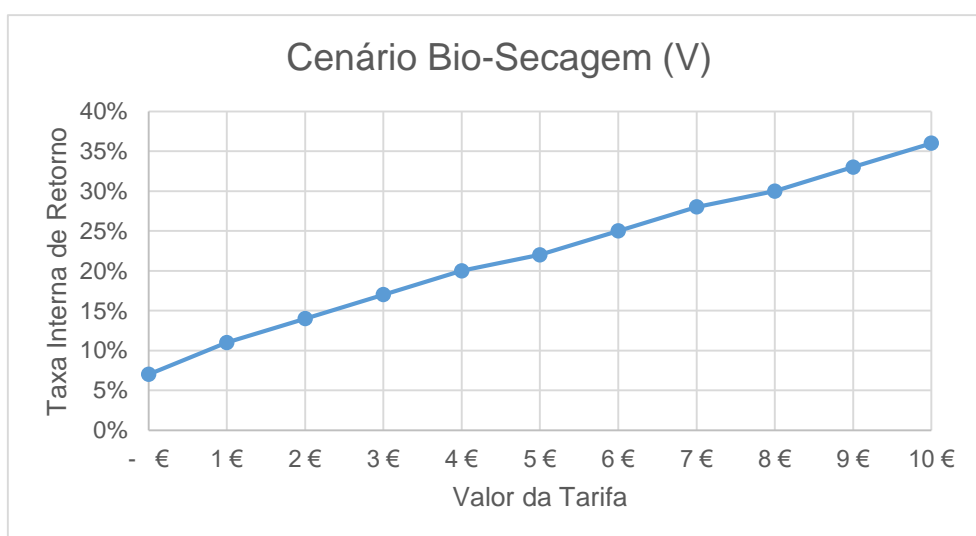


Figura 4.24: Estudo da Tarifa - Cenário Bio-Secagem (V)

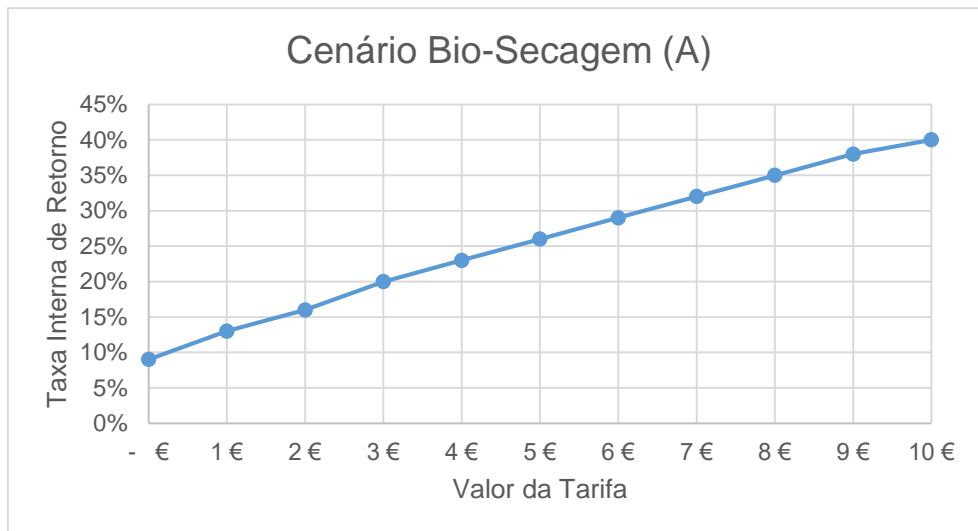


Figura 4.25: Estudo da Tarifa - Cenário Bio-Secagem (A)

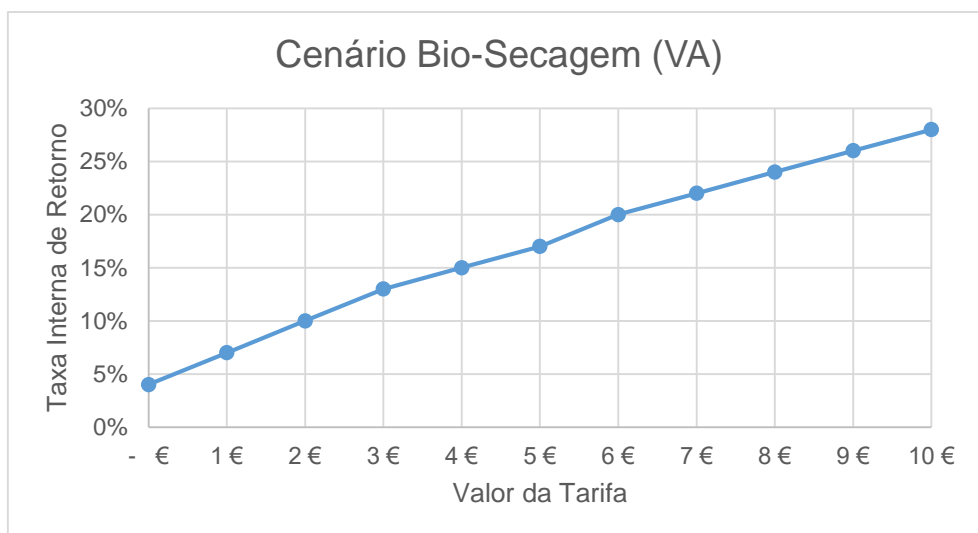


Figura 4.26: Estudo da Tarifa - Cenário Bio-Secagem (VA)

Os resultados do estudo da tarifa, em qualquer dos cenários, demonstram que apesar de não existir necessidade de aplicar um acréscimo de tarifa no caso da bio-secagem, a possível introdução deste tem um impacto menor sobre a TIR quando comparado com o caso do *Low Temperature Belt Dryer*. Este facto está relacionado com os custos de investimento do projecto, que são maiores neste caso do que no anterior. Como já foi escrutinado anteriormente, em vez dum custo de produção de CDR, existirá uma receita de produção deste combustível, apresentado no quadro 4.10.

Quadro 4.10: Receita de Produção de CDR (Bio-Secagem)

Cenários	Receita de Produção de CDR (€/ton CDR)
Bio-Secagem	3,22 €
Bio-Secagem (V)	2,03 €
Bio-Secagem (A)	2,43 €
Bio-Secagem (VA)	1,24 €

Tendo em conta os resultados financeiros já de si positivos, a inclusão das poupanças em custos feita na análise económica irá reforçar esta tendência. Tendo por base os mesmos pressupostos já utilizados, nomeadamente, as poupanças de custos relativas ao CAPEX e OPEX decorrentes de aterros, à TGR e uma Taxa de Actualização Social, foram analisados a partir duma perspectiva económica, os quatro cenários em estudo para a bio-secagem. Análise esta apresentada nas figuras 4.27 a 4.31 e no quadro 4.11.

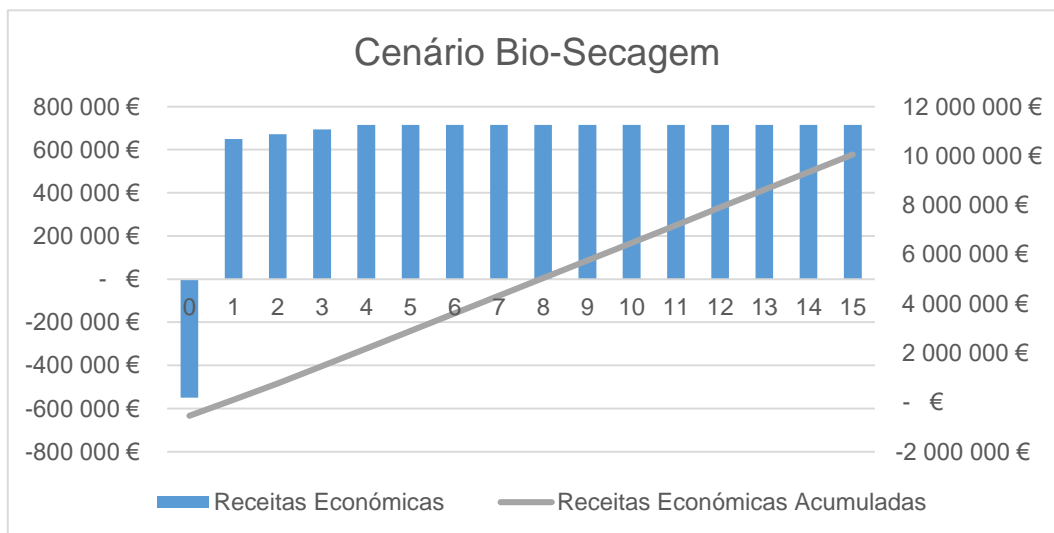


Figura 4.27: Análise da Viabilidade Económica do Cenário Bio-Secagem

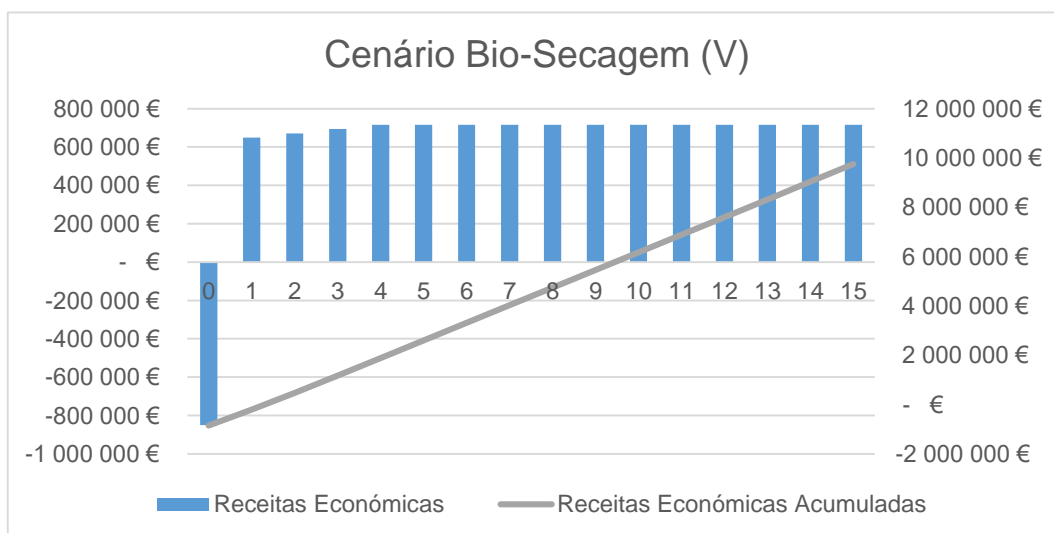


Figura 4.28: Análise da Viabilidade Económica do Cenário Bio-Secagem (V)

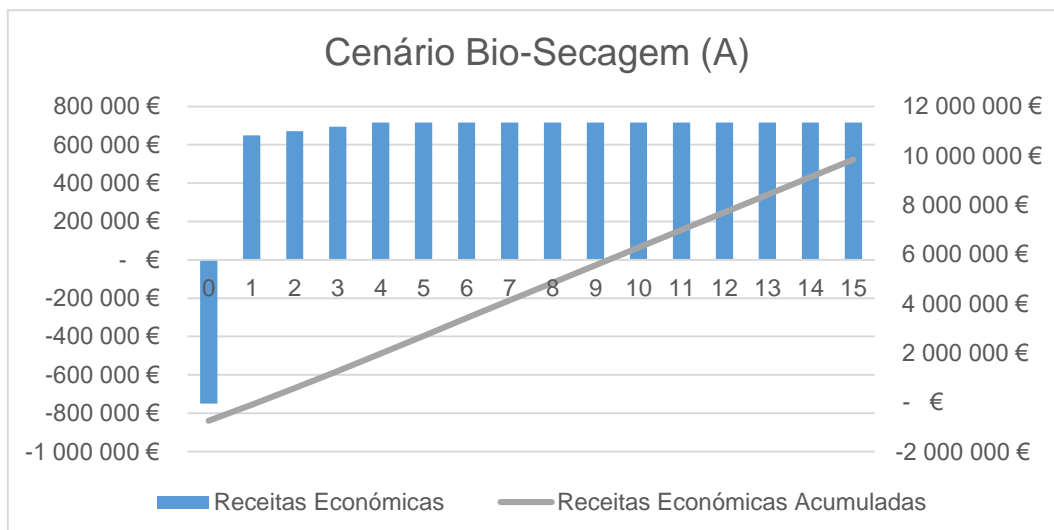


Figura 4.29: Análise da Viabilidade Económica do Cenário Bio-Secagem (A)

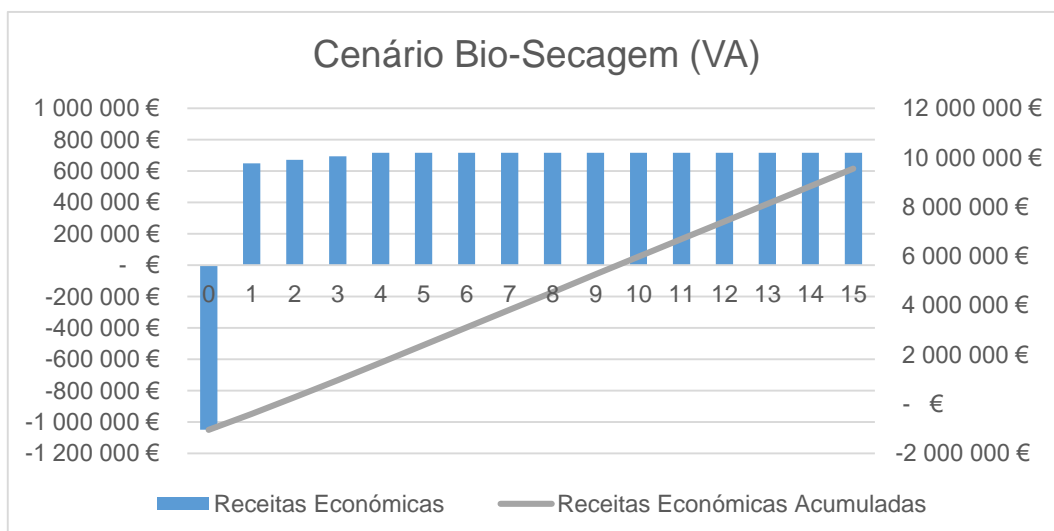


Figura 4.30: Análise da Viabilidade Económica do Cenário Bio-Secagem (VA)

Quadro 4.11: Resultados da Viabilidade Económica (Bio-Secagem)

	Bio-Secagem	Bio-Secagem (V)	Bio-Secagem (A)	Bio-Secagem (VA)
Taxa Interna de Retorno Económico	121%	79%	89%	64%
Valor Actual Líquido Económico	6 433 214 €	6 147 499 €	6 242 738 €	5 957 023 €

A exemplo da anterior, esta análise poderia incorporar outros benefícios ambientais e sociais, dada a dificuldade em calcular as externalidades associadas a estes optou-se pela sua não inclusão na análise.

5. Conclusões

Após a passagem em revista da situação actual relativa à questão dos CDR em Portugal, sobram poucas dúvidas quanto à capacidade e potencial existente para uma aposta clara e objectiva neste combustível alternativo. A Comunidade Europeia, no geral, e o Estado Português, em particular, realizaram bastantes esforços no sentido da promoção da utilização deste produto, tornando como certo de que este seria um combustível de qualidade e segurança garantidas. A existência de programas estratégicos e legislativos que incentivam ao consumo do CDR são uma realidade, apesar da identificada falta duma actualização da Estratégia para os CDR em Portugal.

No que toca ao processo propriamente dito, o TMB já realizado em Portugal é um garante da qualidade ambiental e tecnológica exigida, faltando apenas potenciar o valor económico associado ao CDR. Esta potenciação seria o veículo necessário à promoção dos CDR junto da indústria cimenteira, que constitui os seus consumidores preferenciais.

Para atingir esta meta final enunciada, este estudo identificou como crucial a realização de duas etapas adicionais após o TMB, com o objectivo de tornar o CDR apetecível e competitivo no mercado. A realização duma fase de trituração da fracção de rejeitados, para lhe conferir as dimensões exigidas pela indústria consumidora, e de uma etapa de secagem, com o objectivo de aumentar o seu PCI, e assim, acrescentar valor económico ao CDR a fim de garantir a sua promoção e escoamento no mercado.

As possibilidades tecnológicas que permitem ultrapassar os obstáculos identificados foram descritas na análise tecnológica, tendo sido estudadas as seguintes possibilidades:

- Trituração: Triturador de Resíduos
- Secagem:
 - Bio-Secagem: Bio-Secagem com Telas, em Túneis e com Baías;
 - Secagem Térmica: Secador em Tambor Rotativo e *Low Temperature Belt Dryer*.

Apesar do escrutínio tecnológico a que todas foram sujeitas, apenas a Bio-Secagem com Telas e o *Low Temperature Belt Dryer* foram sujeitos à análise financeiro-económica, esta filtragem ocorreu por diferentes razões. O triturador de resíduos por ser um processo incontornável e sem opções comparativas em avaliação, considerou-se que a sua análise financeira não seria relevante para esta dissertação. A escolha da Bio-Secagem com Telas e do *Low Temperature Belt Dryer* por se tratarem das duas tecnologias com maior potencial de utilização pelos SGRU em Portugal, tornando o seu estudo mais relevante em detrimento das restantes opções.

A análise económica foi realizada com base na *Cost-Benefit Analysis* (CBA), uma ferramenta de avaliação de projectos de investimento de utilização obrigatória para projectos co-financiados ao nível comunitário. Um dos objectivos da utilização deste tipo de análise foi a possibilidade de incorporação de questões sociais, para além das estritamente financeiras, através da CBA foi possível avaliar a viabilidade e rentabilidade financeira e económica das duas hipóteses em estudo.

Um dos primeiros pontos a reter da avaliação está relacionado com a análise económica, nesta foram tidas em conta poupanças em custos relacionados com a deposição de resíduos (TGR) e com o CAPEX e OPEX decorrentes da sua actividade, custos estes incontornáveis no caso dos resíduos que constituem o CDR não serem desviados dos aterros. Os resultados quanto à viabilidade económica dos projectos mostram que todas as opções seriam viáveis, independentemente da fonte de calor escolhida, no caso da secagem térmica, e das necessidades de investimento em instalações e infraestruturas, no caso da bio-secagem.

Já os resultados financeiros mostram realidades bastante distintas da económica e mesmo entre si. A bio-secagem é um processo financeiramente viável apesar dos elevados custos de investimento, estes são superados pelas receitas provenientes da venda de CDR ao longo dos 15 anos da análise. No entanto, o estudo tecnológico sobre esta possibilidade demonstra que existem um conjunto de limitações que devem ser tidas em linha de conta, tais como:

- A bio-secagem apenas deve ser considerada uma possibilidade quando a fracção de resíduos orgânicos é igual ou superior a 50% da amostra, podendo ser um factor limitante no caso desta fracção ser menor ou igual a 30%;
- Apesar de atingir reduções médias de humidade na ordem dos 25%, a bio-secagem não tem capacidade para promover a diminuição da humidade nos resíduos para valores inferiores a 20%;
- A implementação do processo exige uma área de implantação bastante grande, na análise económica foi considerada uma área de 2 ha.;
- O tempo de residência dos resíduos situa-se entre as duas semanas e um mês, sendo extremamente elevado quando comparado com a secagem térmica;
- O processo apenas pode ser executado mediante a existência duma grande quantidade de resíduos, sendo impossível a sua realização com quantidades mais reduzidas, e de forma a evitar o armazenamento de resíduos, o fluxo de resíduos associado deve também ser constante.

O caso do *Low Temperature Belt Dryer* apresenta diferenças substanciais em relação ao anterior, a exemplo da maioria das actividades relacionadas com resíduos em Portugal, é um processo deficitário e que exige a cobrança duma tarifa adicional sobre a deposição de resíduos. Esta tarifa foi calculada com base do défice do processo, sendo mais baixa em caso de utilização de calor disponível, a tarifa mais elevada é cobrada a fonte de calor provém da combustão de gás natural. Em complemento, foi efectuado um estudo do impacto da tarifa cobrada sobre os resultados financeiros do projecto, nomeadamente, a TIR. Este estudo permitiu conhecer as consequências da tarifa aplicada, até que ponto esta poderia ser diminuída (ou aumentada) e qual o respectivo impacto sobre a viabilidade do projecto, além da possibilidade de comparação de índices tendo por base a mesma tarifa para todos os casos.

Estes resultados, bem como, os custos de produção de CDR calculados permitiram concluir que a secagem térmica através de calor disponível é a tecnologia com menor custo associado, seguida da utilização de *pellets* e, por último, o gás natural. A actual maior utilização de gás natural em detrimento

dos *pellets*, apesar da considerável diferença de custos, pode estar relacionada com possíveis dificuldades de manuseamento dos *pellets*, principalmente ao nível do transporte e armazenamento em determinadas zonas do país.

Como complemento a esta análise ou trabalho futuro a realizar na sequência deste estudo, seria interessante avaliar a sustentabilidade ao nível energético e ambiental, além do financeiro. A utilização de energia remanescente doutro processo (calor disponível) e a bio-secagem são processos que, à partida, também garantem sustentabilidade energético. No entanto, através deste estudo, não é possível retirar conclusões precisas quanto a estes factos.

Em suma, a bio-secagem demonstrou ser uma tecnologia a ter em conta apenas em situações específicas e, em muitos casos, difíceis de alcançar. Dentro das possibilidades existentes na secagem térmica, a análise tecnológica mostrou que o *Low Temperature Belt Dryer* possui consideráveis pontos a favor da sua utilização, em detrimento do Secador em Tambor Rotativo, nomeadamente ao nível da eficiência eléctrica e térmica, bem como, de emissões atmosféricas e poluição. A utilização do *Low Temperature Belt Dryer* apesar de financeiramente desvantajosa em relação à bio-secagem, é tecnologicamente fiável e essencial para a pretendida afirmação dos CDR no panorama nacional.

6. Bibliografia

- 3Drivers. 2015. Análise dos Impactes da Revisão da TGR (estudo realizado para a ESGRA).
- Adani, F.; Baido d.; Calcaterra E.; Genevini P. 2002. *The Influence of Biomass Temperature on Biostabilization-Biodrying of Municipal Solid Waste*. Bioresource Technology, 83(3): 173–79.
- Akdag, A.; Atimtay, A.; Sanin, F. D. 2016. *Comparison of Fuel Value and Combustion Characteristics of Two Different RDF Samples*. Waste Management, 47: 217–24.
- APA. 2013. *Relatório do Estado do Ambiente 2013*. Agência Portuguesa do Ambiente.
- APA - Agência Portuguesa do Ambiente. 2014. *Relatório do Estado do Ambiente 2014*.
- APA - Agência Portuguesa do Ambiente. 2014a. *Dados Sobre Resíduos Urbanos*. <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=933&sub3ref=936>.
- APA - Agência Portuguesa do Ambiente. 2014b. *Relatório Anual Resíduos Urbanos 2014*.
- APA - Agência Portuguesa do Ambiente. 2015. *Relatório do Estado do Ambiente 2015*.
- APA - Agência Portuguesa do Ambiente. 2016. *Gestão de Resíduos Urbanos*. <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=933>.
- Bessi, C.; Lombardi, L.; Meoni, R.; Canovani, A.; Corti, A. 2016. *Solid Recovered Fuel: An Experiment on Classification and Potential Applications*. Waste Management, 47: 184–94.
- Carvalho, I. 2011. *CDR, Um Resíduo ou um Produto, e a sua Viabilidade Técnico-Económica: Análise do Estudo do Caso*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente pela Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- Chang, Y.H.; Chen, W. C.; Chang, N.B. 1998. *Comparative Evaluation of RDF and MSW Incineration*. Journal of Hazardous Materials, 58(1–3): 33–45.
- Di Lonardo, M.C.; Franzese, M.; Costa, G.; Lombardi, F. 2016. *The Application of SRF vs. RDF Classification and Specifications to the Material Flows of Two Mechanical-Biological Treatment Plants of Rome: Comparison and Implications*. Waste Management, 47: 195–205.
- Dias, S.M.; Silva, R.B.; Barreiro, F.; Costa, M. 2006. Avaliação do Potencial de Produção e Utilização de CDR em Portugal. Centro de Engenharia Biológica e Química, Instituto Superior Técnico.
- ERSAR – Entidade Gestora dos Serviços de Água e Resíduos. 2014. *Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos Em Portugal (2014). Volume 1 - Caracterização Geral do Setor*.
- European Commission. 2014. *Publications Office of the European Union Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects: Economic Appraisal Tool for Cohesion Policy 2014-2020*. http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf.
- FEECO International. 2015. *The Rotary Dryer Handbook*. <http://feeco.com/rotary-dryers/>.

- Gallardo, A.; Carlos, M.; Bovea, M.D.; Colomer, J; Albarrán, A. 2014. *Analysis of Refuse-Derived Fuel from the Municipal Solid Waste Reject Fraction and Its Compliance with Quality Standards*. Journal of Cleaner Production, 83: 118–25.
- Garcés, D.; Díaz, E.; Sastre, H.; Ordóñez, S.; González-LaFuente, J.M. 2016. *Evaluation of the Potential of Different High Calorific Waste Fractions for the Preparation of Solid Recovered Fuels*. Waste Management, 47: 164–73.
- MAOT. 2011. *Decreto-Lei Nº 73/2011, de 17 de Junho*. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Diário da República, 1.ª série – N.º 116, 17 de Junho de 2011.
- MAOTDR. 2007. *PERSU II - Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos II. Portaria n.º 187/2007, de 12 de Fevereiro*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Diário da República, 1.ª série – N.º 30, 12 de Fevereiro de 2007.
- MAOTDR. 2009. Portaria Nº 851/2009, de 7 de Agosto. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Diário da República, 1.ª série – N.º 152, 7 de Agosto de 2009.
- MAOTDREI. 2009. Estratégia para os CDR - Despacho Nº 21295/2009, de 22 de Setembro. Ministérios do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional e da Economia e da Inovação. Diário da República, 2.ª série – N.º 184, 22 de Setembro de 2009.
- MAOTE. 2014. *PERSU 2020 - Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos 2020. Portaria Nº 187-A/2014, de 17 de Setembro*. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Diário da República, 1.ª série – N.º 179, 17 de Setembro de 2014.
- Mendes, C. 2014. *Métodos Inovadores para a Bio-Secagem do CDR produzido na Linha de Processo da Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico (TMB) – Caso de Estudo na VALNOR SA*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente na Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- Montejo, C.; Costa, C.; Ramos, P.; Márquez, M.d.C. 2011. *Analysis and Comparison of Municipal Solid Waste and Reject Fraction as Fuels for Incineration Plants*. Applied Thermal Engineering, 31(13): 2135–40.
- Nasrullah, M. 2015. *Material and energy balance of solid recovered fuel production*. Department of Biotechnology and Chemical Technology, Aalto University.
- Nithikul, J.; Karthikeyan, O.P.; Visvanathan, C. 2011. *Reject Management from a Mechanical Biological Treatment Plant in Bangkok, Thailand*. Resources, Conservation and Recycling, 55(4): 417–22.
- NP 4486:2008. 2008. *Norma Portuguesa 4486 – Combustíveis Derivados de Resíduos – Enquadramento para a Produção, Classificação e Gestão da Qualidade*. Instituto Português da Qualidade.

Piedade, M.; Aguiar, P. 2010. *Opções de Gestão de Resíduos Urbanos*. Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos - Série Guias Técnicos, 15: 86.

PwC – PricewaterhouseCoopers Portugal. 2016. *Guia Fiscal 2016*.

<http://www.pwc.pt/pt/pwcinforfisco/guia-fiscal/2016.html>.

Rada, E.C. 2016. *Present and Future of SRF*. *Waste Management*, 47: 155–56.

Rada, E.C.; Andreottola, G. 2012. *RDF/SRF: Which Perspective for Its Future in the EU*. *Waste Management*, 32(6): 1059–60.

Rada, E.C.; Ragazzi, M. 2014. *Selective Collection as a Pretreatment for Indirect Solid Recovered Fuel Generation*. *Waste Management*, 34(2): 291–97.

Ramos Casado, R.; Rivera, J.A.; Garcia, E.B.; Cuadrado, R.E.; Llorente, M.F.; Sevillano, R.B.; Delgado, A.P. 2016. *Classification and Characterisation of SRF Produced from Different Flows of Processed MSW in the Navarra Region and Its Co-Combustion Performance with Olive Tree Pruning Residues*. *Waste Management*, 47: 206–16.

Rotter, V.S.; Kost, T.; Winkler, J.; Bilitewski, B. 2004. *Material Flow Analysis of RDF - Production Processes*. *Waste Management*, 24(10): 1005–21.

Sarc, R.; Lorber, K. E. 2013. *Production, Quality and Quality Assurance of Refuse Derived Fuels (RDFs)*. *Waste Management*, 33(9): 1825–34.

Stela Drying Technology. 2015. *Low Temperature Belt Dryer*.

http://www.stela.de/en/products/niedertemperatur_bandtrockner/for_ssw_msw_rdf_drying/

Stela Drying Technology. 2016. *Characteristics of Different Dryer Types for Drying of Sawdust in Pellet Production*. http://www.stela.de/en/products/drum_driers/.

The European Cement Association. 2016. *Achieving a Truly Circular Economy for Waste: The Co-Processing Solution*. <http://www.cembureau.be/achieving-truly-circular-economy-waste-co-processing-solution>.

Velis, C.; Cooper, J. 2013. *Are Solid Recovered Fuels Resource-Efficient?*. *Waste Management & Research: The Journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA*, 31(2): 113–14.

Anexos

A.1 - Fluxograma de Desenvolvimento da CBA

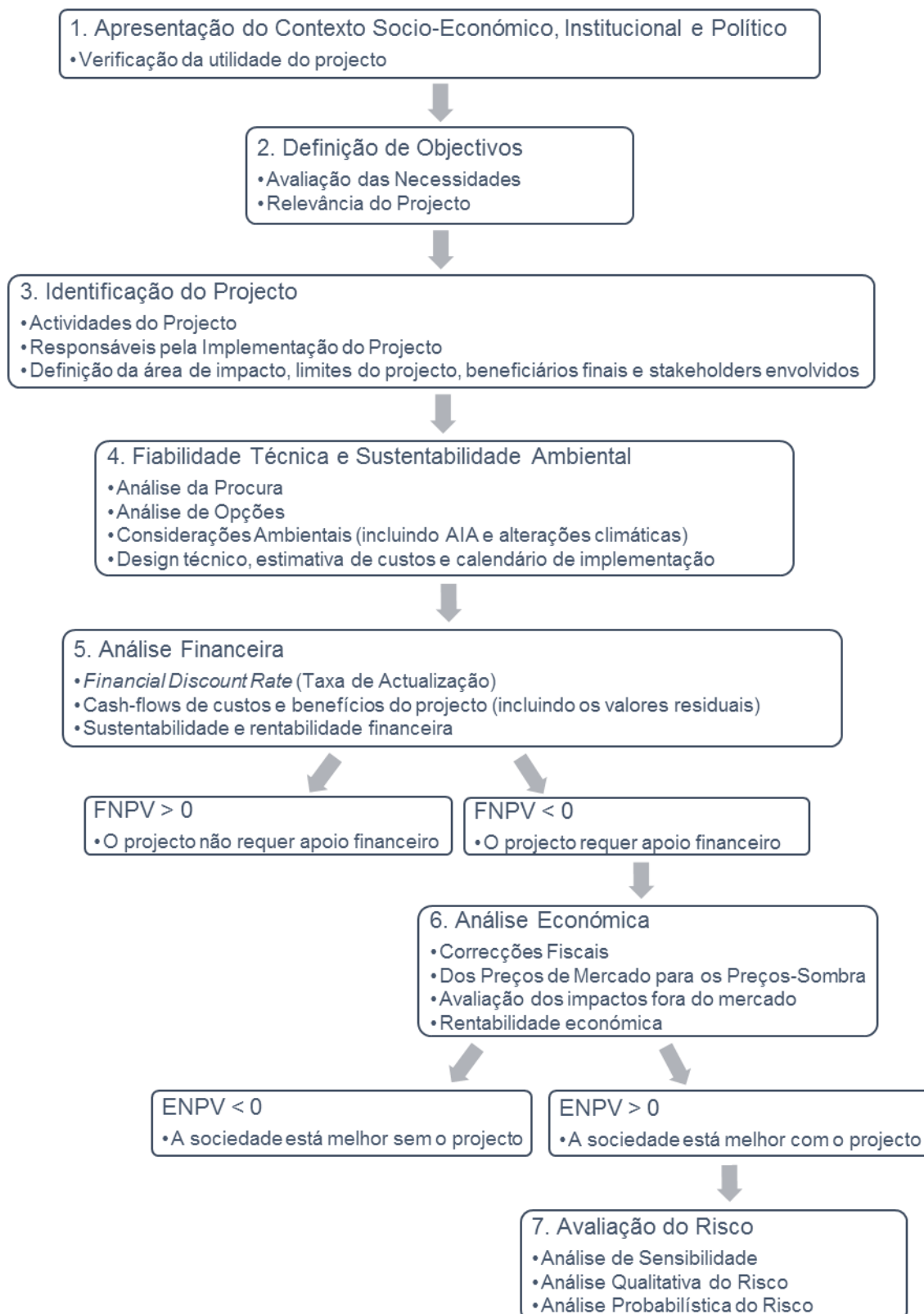


Figura A.1: Processo de Desenvolvimento da CBA. Adaptação: European Commission 2014

A.2 – Esquemas Exemplificativos de TMB em Portugal

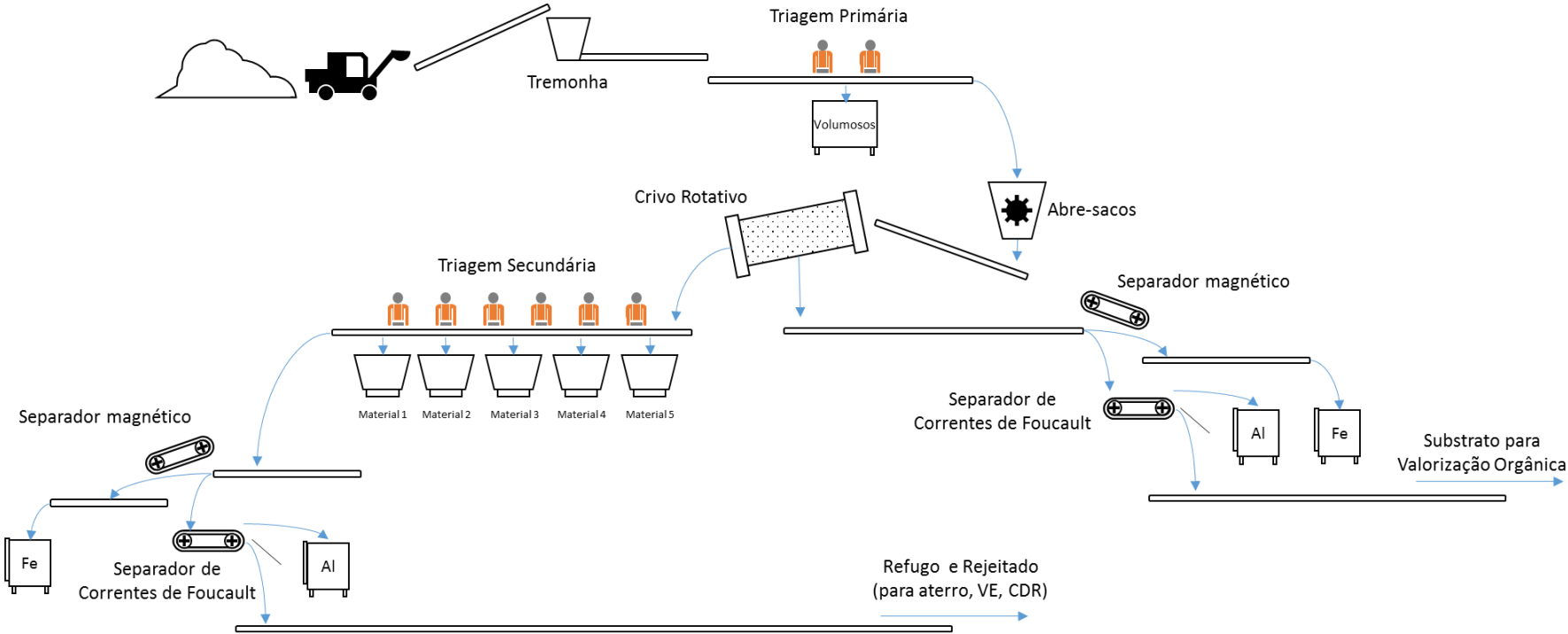


Figura A.2: Exemplo I do processo de TMB em Portugal

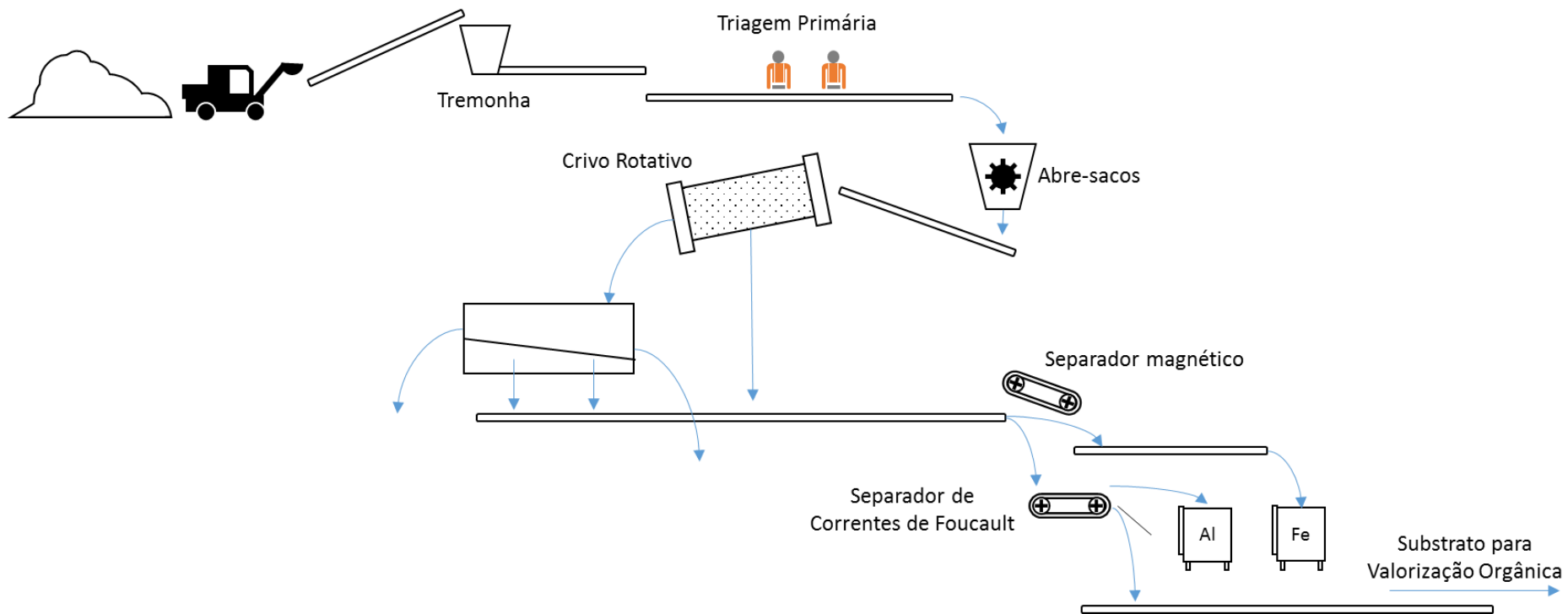


Figura A.3: Exemplo II do processo de TMB em Portugal

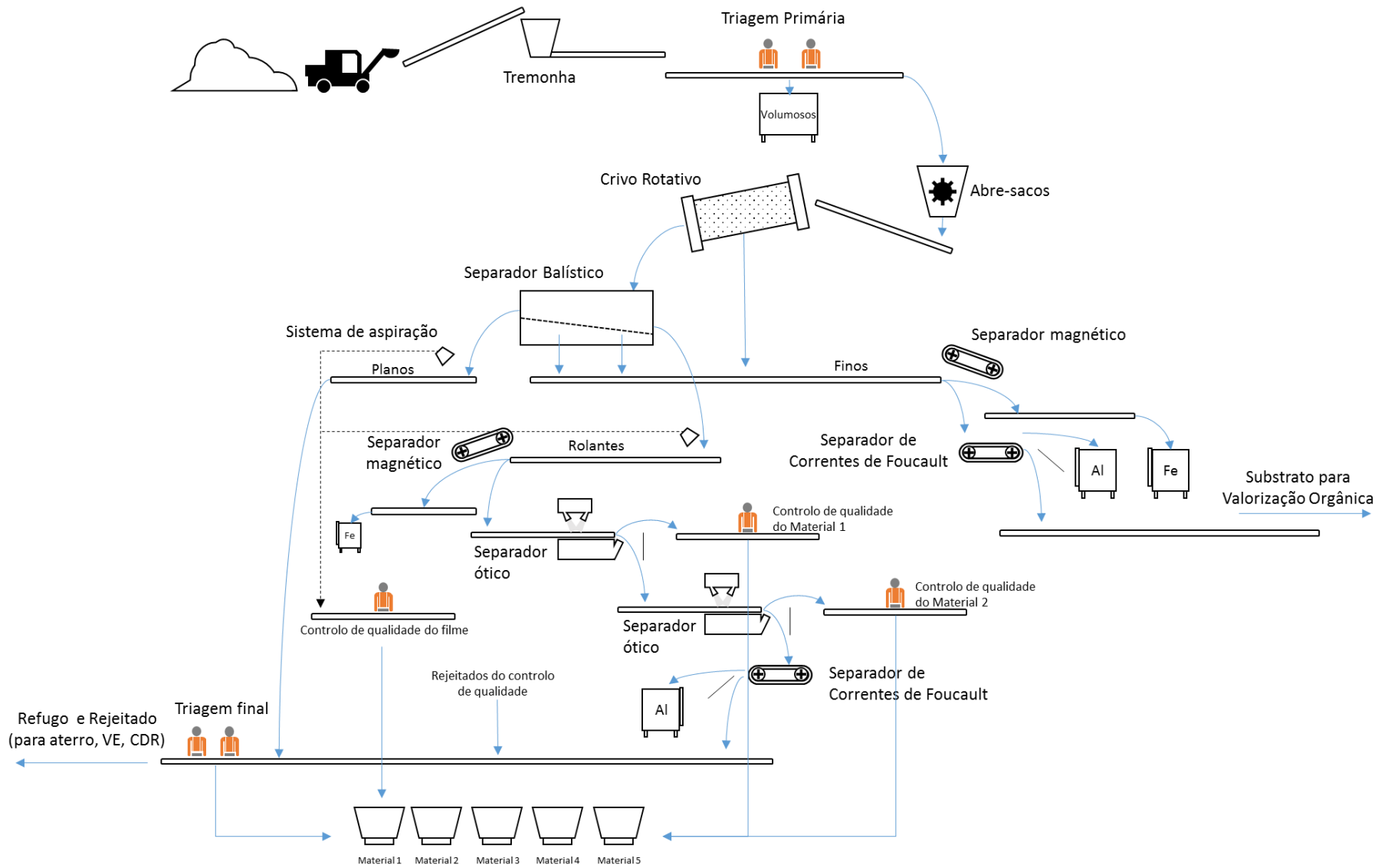


Figura A.4: Exemplo III do processo de TM em Portugal

A.3 – Folhas de Cálculo: *Low Temperature Belt Dryer* – Gás Natural

Quadro A.1: Cálculo do Défice Financeiro do Processo

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Receitas	- €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €
Venda CDR	- €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €
OPEX	- €	464 847 €	464 847 €	464 847 €	464 847 €	464 847 €	464 847 €	464 847 €	464 847 €	464 847 €	464 847 €	464 847 €	464 847 €	464 847 €	464 847 €	464 847 €
Custos Energia Eléctrica	- €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €
Custos Energia Térmica	- €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €
Custos Laborais	- €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €
Custos Transporte CDR	- €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €
Custos Manutenção	- €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIDTA	- €	251 097 €	251 097 €	251 097 €	251 097 €	251 097 €	251 097 €	251 097 €	251 097 €	251 097 €	251 097 €	251 097 €	251 097 €	251 097 €	251 097 €	251 097 €
Depreciação e Amortizações	- €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	12 920 €
EBIT	- €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	264 017 €
Operações Financeiras	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Lucros antes de Impostos	- €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	264 017 €
Impostos	- €	296 316 €	592 632 €	888 947 €	1 185 263 €	1 481 579 €	1 777 895 €	2 074 211 €	2 370 526 €	2 666 842 €	2 963 158 €	3 259 474 €	3 555 790 €	3 852 106 €	4 148 421 €	4 412 438 €
Lucros Taxáveis	- €	296 316 €	592 632 €	888 947 €	1 185 263 €	1 481 579 €	1 777 895 €	2 074 211 €	2 370 526 €	2 666 842 €	2 963 158 €	3 259 474 €	3 555 790 €	3 852 106 €	4 148 421 €	4 412 438 €
Impostos Aplicados	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Resultados Líquidos	- €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	296 316 €	264 017 €

Custo Produção CDR (€/ton CDR)	20,79 €
Custo de Tratamento (€/ton FR)	15,80 €
Défice Produção CDR (€/ton TR)	5,93 €

Quadro A.2: Income Statement

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Receitas	- €	560 250 €	560 250 €	560 250 €	560 250 €	560 250 €	560 250 €	560 250 €	560 250 €	560 250 €	560 250 €	560 250 €	560 250 €	560 250 €	560 250 €	560 250 €
Venda CDR	- €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €
Tarifa Extra CDR	- €	346 500 €	346 500 €	346 500 €	346 500 €	346 500 €	346 500 €	346 500 €	346 500 €	346 500 €	346 500 €	346 500 €	346 500 €	346 500 €	346 500 €	346 500 €
OPEX	- € -	464 847 € -	464 847 € -	464 847 € -	464 847 € -	464 847 € -	464 847 € -	464 847 € -	464 847 € -	464 847 € -	464 847 € -	464 847 € -	464 847 € -	464 847 € -	464 847 € -	464 847 € -
Custos Energia Eléctrica	- €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €
Custos Energia Térmica	- €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €	243 833 €
Custos Laborais	- €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €
Custos Transporte CDR	- €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €
Custos Manutenção	- €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIDTA	- €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €
Depreciação e Amortizações	- € -	45 219 € -	45 219 € -	45 219 € -	45 219 € -	45 219 € -	45 219 € -	45 219 € -	45 219 € -	45 219 € -	45 219 € -	45 219 € -	45 219 € -	45 219 € -	45 219 € -	12 920 €
EBIT	- €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	82 483 €
Operações Financeiras	- €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	82 483 €
Lucros antes de Impostos	- €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	82 483 €
Impostos	- €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	82 483 €
Lucros Taxáveis	- €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	50 184 €	82 483 €
Impostos Aplicados	- € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	17 321 €
Resultados Líquidos	- €	39 646 €	39 646 €	39 646 €	39 646 €	39 646 €	39 646 €	39 646 €	39 646 €	39 646 €	39 646 €	39 646 €	39 646 €	39 646 €	39 646 €	65 162 €

Quadro A.3: Cash-Flow Statement

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EBIDTA	- €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €
Impostos	- € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	10 539 € -	17 321 €
Cash-Flow Operacional	- €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	78 081 €
CAPEX	-	645 980 €														
Custos de Equipamento		304 600 €														
Custos de Instalação		60 920 €														
Custos de Equipamentos Acessórios		30 460 €														
Custos da Caldeira		250 000 €														
IVA	-	148 575 €	148 575 €													
Cash-Flow Global	-	794 555 €	233 440 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	84 864 €	78 081 €

Quadro A.4: Cálculo da Viabilidade Financeira

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento	- 645 980 €															
EBIDTA	- €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €
Cash-Flow	- 645 980 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €	95 403 €
Cash-Flow Acumulado	- 645 980 €	- 550 577 €	- 455 174 €	- 359 772 €	- 264 369 €	- 168 966 €	- 73 563 €	21 840 €	117 242 €	212 645 €	308 048 €	403 451 €	498 854 €	594 256 €	689 659 €	785 062 €
Cash-Flow Atualizado	- 645 980 €	91 733 €	88 205 €	84 813 €	81 551 €	78 414 €	75 398 €	72 498 €	69 710 €	67 029 €	64 451 €	61 972 €	59 588 €	57 296 €	55 093 €	52 974 €
Cash-Flow Act. Acumulado	- 645 980 €	- 554 247 €	- 466 041 €	- 381 229 €	- 299 678 €	- 221 264 €	- 145 866 €	- 73 367 €	- 3 657 €	63 371 €	127 822 €	189 794 €	249 382 €	306 679 €	361 771 €	414 745 €
TIR		12%														
VAL		414 745 €														
PBP		8 anos														

Quadro A.5: Cálculo da Viabilidade Económica

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CAPEX	- 645 980 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Receitas	- €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €
OPEX	- €	- 464 847 €	- 464 847 €	- 464 847 €	- 464 847 €	- 464 847 €	- 464 847 €	- 464 847 €	- 464 847 €	- 464 847 €	- 464 847 €	- 464 847 €	- 464 847 €	- 464 847 €	- 464 847 €	- 464 847 €
Poupanças de Custos	- €	519 375 €	540 000 €	560 625 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €
TGR	- €	144 375 €	165 000 €	185 625 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €
CAPEX e OPEX de Aterro	- €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €
Custos Totais	- €	54 528 €	75 153 €	95 778 €	116 403 €	116 403 €	116 403 €	116 403 €	116 403 €	116 403 €	116 403 €	116 403 €	116 403 €	116 403 €	116 403 €	116 403 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Receitas Económicas	- 645 980 €	268 278 €	288 903 €	309 528 €	330 153 €	330 153 €	330 153 €	330 153 €	330 153 €	330 153 €	330 153 €	330 153 €	330 153 €	330 153 €	330 153 €	330 153 €
Receitas Económicas Acumuladas	- 645 980 €	- 377 702 €	- 88 799 €	220 728 €	550 881 €	881 034 €	1 211 187 €	1 541 340 €	1 871 492 €	2 201 645 €	2 531 798 €	2 861 951 €	3 192 104 €	3 522 256 €	3 852 409 €	4 182 562 €
VAL-E	2 539 746 €															
TIR-E	46%															

Quadro A.6: Estudo do Impacte do Acréscimo Tarifário

Estudo da Tarifa	
13 €	67%
12 €	59%
11 €	50%
10 €	42%
9 €	34%
8 €	25%
7 €	16%
6 €	5%
5 €	-13%

A.4 – Folhas de Cálculo: *Low Temperature Belt Dryer* – Calor Disponível

Quadro A.7: Cálculo do Défice Financeiro do Processo

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Receitas	- €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €
Venda CDR	- €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €
OPEX	- €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €
Custos Energia Eléctrica	- €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €
Custos Energia Térmica	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Custos Laborais	- €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €
Custos Transporte CDR	- €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €
Custos Manutenção	- €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIDTA	- €	7 264 €	7 264 €	7 264 €	7 264 €	7 264 €	7 264 €	7 264 €	7 264 €	7 264 €	7 264 €	7 264 €	7 264 €	7 264 €	7 264 €	7 264 €
Depreciação e Amortizações	- €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	10 920 €
EBIT	- €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	18 183 €
Operações Financeiras	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Lucros antes de Impostos	- €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	18 183 €
Impostos	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Lucros Taxáveis	- €	45 482 €	90 965 €	136 447 €	181 930 €	227 412 €	272 895 €	318 377 €	363 860 €	409 342 €	454 825 €	500 307 €	545 790 €	591 272 €	636 755 €	654 938 €
Impostos Aplicados	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Resultados Líquidos	- €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	45 482 €	18 183 €

Custo Produção CDR (€/ton CDR)	3,19 €
Custo de Tratamento (€/ton FR)	2,43 €
Défice Produção CDR (€/ton TR)	0,91 €

Quadro A.8: Income Statement

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Receitas	- €	303 000 €	303 000 €	303 000 €	303 000 €	303 000 €	303 000 €	303 000 €	303 000 €	303 000 €	303 000 €	303 000 €	303 000 €	303 000 €	303 000 €	303 000 €
Venda CDR	- €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €
Tarifa Extra CDR	- €	89 250 €	89 250 €	89 250 €	89 250 €	89 250 €	89 250 €	89 250 €	89 250 €	89 250 €	89 250 €	89 250 €	89 250 €	89 250 €	89 250 €	89 250 €
OPEX	- €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €	221 014 €
Custos Energia Eléctrica	- €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €
Custos Energia Térmica	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Custos Laborais	- €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €
Custos Transporte CDR	- €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €
Custos Manutenção	- €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIDTA	- €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €
Depreciação e Amortizações	- €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	38 219 €	10 920 €
EBIT	- €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	71 067 €
Operações Financeiras	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Lucros antes de Impostos	- €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	71 067 €
Impostos	- €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	14 924 €
Lucros Taxáveis	- €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	43 768 €	71 067 €
Impostos Aplicados	- €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	14 924 €
Resultados Líquidos	- €	34 576 €	34 576 €	34 576 €	34 576 €	34 576 €	34 576 €	34 576 €	34 576 €	34 576 €	34 576 €	34 576 €	34 576 €	34 576 €	34 576 €	56 143 €

Quadro A.9: Cash-Flow Statement

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EBIDTA	- €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €
Impostos	- €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	9 191 €	14 924 €
Cash-Flow Operacional	- €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	67 062 €
CAPEX	- €	545 980 €														
Custos de Equipamento		304 600 €														
Custos de Instalação		60 920 €														
Custos de Equipamentos Acessórios		30 460 €														
Custos do Sistema de Recuperação de Calor		150 000 €														
IVA	- €	125 575 €	125 575 €													
Cash-Flow Global	- €	671 555 €	198 370 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	72 795 €	67 062 €

Quadro A.10: Cálculo da Viabilidade Financeira

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento	- 545 980 €															
EBIDTA	- €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €
Cash-Flow	- 545 980 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €	81 986 €
Cash-Flow Acumulado	- 545 980 €	- 463 994 €	- 382 008 €	- 300 022 €	- 218 036 €	- 136 049 €	- 54 063 €	27 923 €	109 909 €	191 895 €	273 881 €	355 867 €	437 854 €	519 840 €	601 826 €	683 812 €
Cash-Flow Atualizado	- 545 980 €	78 833 €	75 801 €	72 885 €	70 082 €	67 387 €	64 795 €	62 303 €	59 906 €	57 602 €	55 387 €	53 257 €	51 208 €	49 239 €	47 345 €	45 524 €
Cash-Flow Act. Acumulado	- 545 980 €	- 467 147 €	- 391 346 €	- 318 461 €	- 248 379 €	- 180 992 €	- 116 198 €	- 53 895 €	6 012 €	63 614 €	119 001 €	172 258 €	223 466 €	272 705 €	320 050 €	365 574 €
TIR		12%														
VAL		365 574 €														
PBP		8 anos														

Quadro A.11: Cálculo da Viabilidade Económica

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CAPEX	- 545 980 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Receitas	- €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €
OPEX	- €	- 221 014 €	- 221 014 €	- 221 014 €	- 221 014 €	- 221 014 €	- 221 014 €	- 221 014 €	- 221 014 €	- 221 014 €	- 221 014 €	- 221 014 €	- 221 014 €	- 221 014 €	- 221 014 €	- 221 014 €
Poupanças de Custos	- €	519 375 €	540 000 €	560 625 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €
TGR	- €	144 375 €	165 000 €	185 625 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €
CAPEX e OPEX de Aterro	- €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €
Custos Totais	- €	298 361 €	318 986 €	339 611 €	360 236 €	360 236 €	360 236 €	360 236 €	360 236 €	360 236 €	360 236 €	360 236 €	360 236 €	360 236 €	360 236 €	360 236 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Receitas Económicas	- 545 980 €	512 111 €	532 736 €	553 361 €	573 986 €	573 986 €	573 986 €	573 986 €	573 986 €	573 986 €	573 986 €	573 986 €	573 986 €	573 986 €	573 986 €	573 986 €
Receitas Económicas Acumuladas	- 545 980 €	- 33 869 €	498 867 €	1 052 228 €	1 626 215 €	2 200 201 €	2 774 187 €	3 348 173 €	3 922 159 €	4 496 145 €	5 070 131 €	5 644 117 €	6 218 104 €	6 792 090 €	7 366 076 €	7 940 062 €
VAL-E		5 045 371 €														
TIR-E		97%														

Quadro A.12: Estudo do Impacte do Acréscimo Tarifário

Estudo da Tarifa	
9 €	85%
8 €	76%
7 €	66%
6 €	56%
5 €	47%
4 €	37%
3 €	27%
2 €	16%
1 €	3%
0,5 €	-7%

A.5 – Folhas de Cálculo: *Low Temperature Belt Dryer - Pellets*

Quadro A.13: Cálculo do Déficit Financeiro do Processo

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Receitas	- €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €
Venda CDR	- €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €
OPEX	- €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €
Custos Energia Eléctrica	- €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €
Custos Energia Térmica	- €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €
Custos Laborais	- €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €
Custos Transporte CDR	- €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €
Custos Transporte Pellets	- €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €
Custos Manutenção	- €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIDTA	- €	148 839 €	148 839 €	148 839 €	148 839 €	148 839 €	148 839 €	148 839 €	148 839 €	148 839 €	148 839 €	148 839 €	148 839 €	148 839 €	148 839 €	148 839 €
Depreciação e Amortizações	- €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	12 920 €
EBIT	- €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	161 758 €
Operações Financeiras	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Lucros antes de Impostos	- €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	161 758 €
Impostos	- €	194 057 €	388 115 €	582 172 €	776 230 €	970 287 €	1 164 345 €	1 358 402 €	1 552 460 €	1 746 517 €	1 940 575 €	2 134 632 €	2 328 690 €	2 522 747 €	2 716 805 €	2 878 563 €
Lucros Taxáveis	- €	194 057 €	388 115 €	582 172 €	776 230 €	970 287 €	1 164 345 €	1 358 402 €	1 552 460 €	1 746 517 €	1 940 575 €	2 134 632 €	2 328 690 €	2 522 747 €	2 716 805 €	2 878 563 €
Impostos Aplicados	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Resultados Líquidos	- €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	194 057 €	161 758 €

Custo Produção CDR (€/ton CDR)	13,62 €
Custo de Tratamento (€/ton FR)	10,35 €
Déficit Produção CDR (€/ton TR)	3,88 €

Quadro A.14: *Income Statement*

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Receitas	- €	455 250 €	455 250 €	455 250 €	455 250 €	455 250 €	455 250 €	455 250 €	455 250 €	455 250 €	455 250 €	455 250 €	455 250 €	455 250 €	455 250 €	455 250 €
Venda CDR	- €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €
Tarifa Extra CDR	- €	241 500 €	241 500 €	241 500 €	241 500 €	241 500 €	241 500 €	241 500 €	241 500 €	241 500 €	241 500 €	241 500 €	241 500 €	241 500 €	241 500 €	241 500 €
OPEX	- € -	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €	362 589 €
Custos Energia Eléctrica	- €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €	57 044 €
Custos Energia Térmica	- €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €	140 000 €
Custos Laborais	- €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €	6 240 €
Custos Transporte CDR	- €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €	142 500 €
Custos Transporte Pellets	- €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €	1 575 €
Custos Manutenção	- €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €	15 230 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIDTA	- €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €
Depreciação e Amortizações	- € -	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	45 219 €	12 920 €
EBIT	- €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	79 742 €
Operações Financeiras	- €															
Lucros antes de Impostos	- €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	79 742 €
Impostos	- €															
Lucros Taxáveis	- €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	47 443 €	79 742 €
Impostos Aplicados	- € -	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	16 746 €
Resultados Líquidos	- €	37 480 €	37 480 €	37 480 €	37 480 €	37 480 €	37 480 €	37 480 €	37 480 €	37 480 €	37 480 €	37 480 €	37 480 €	37 480 €	37 480 €	62 996 €

Quadro A.15: *Cash-Flow Statement*

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EBIDTA	- €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €
Impostos	- € -	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	9 963 €	16 746 €
Cash-Flow Operacional	- €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	75 915 €
CAPEX	-	645 980 €														
Custos de Equipamento		304 600 €														
Custos de Instalação		60 920 €														
Custos de Equipamentos Acessórios		30 460 €														
Custos da Caldeira		250 000 €														
IVA	-	148 575 €	148 575 €													
Cash-Flow Global	-	794 555 €	231 274 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	82 698 €	75 915 €

Quadro A.16: Cálculo da Viabilidade Financeira

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento	- 645 980 €															
EBIDTA	- €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €
Cash-Flow	- 645 980 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €	92 661 €
Cash-Flow Acumulado	- 645 980 €	- 553 319 €	- 460 658 €	- 367 997 €	- 275 336 €	- 182 674 €	- 90 013 €	2 648 €	95 309 €	187 970 €	280 631 €	373 292 €	465 954 €	558 615 €	651 276 €	743 937 €
Cash-Flow Actualizado	- 645 980 €	89 097 €	85 670 €	82 375 €	79 207 €	76 161 €	73 231 €	70 415 €	67 707 €	65 102 €	62 599 €	60 191 €	57 876 €	55 650 €	53 509 €	51 451 €
Cash-Flow Act. Acumulado	- 645 980 €	- 556 883 €	- 471 212 €	- 388 837 €	- 309 630 €	- 233 469 €	- 160 238 €	- 89 823 €	- 22 116 €	42 986 €	105 585 €	165 776 €	223 651 €	279 301 €	332 811 €	384 262 €
TIR		12%														
VAL		384 262 €														
PBP		9 anos														

Quadro A.17: Cálculo da Viabilidade Económica

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CAPEX	- 645 980 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Receitas	- €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €	213 750 €
OPEX	- €	- 362 589 €	- 362 589 €	- 362 589 €	- 362 589 €	- 362 589 €	- 362 589 €	- 362 589 €	- 362 589 €	- 362 589 €	- 362 589 €	- 362 589 €	- 362 589 €	- 362 589 €	- 362 589 €	- 362 589 €
Poupanças de Custos	- €	519 375 €	540 000 €	560 625 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €	581 250 €
TGR	- €	144 375 €	165 000 €	185 625 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €	206 250 €
CAPEX e OPEX de Aterro	- €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €	375 000 €
Custos Totais	- €	156 786 €	177 411 €	198 036 €	218 661 €	218 661 €	218 661 €	218 661 €	218 661 €	218 661 €	218 661 €	218 661 €	218 661 €	218 661 €	218 661 €	218 661 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Receitas Económicas	- 645 980 €	370 536 €	391 161 €	411 786 €	432 411 €	432 411 €	432 411 €	432 411 €	432 411 €	432 411 €	432 411 €	432 411 €	432 411 €	432 411 €	432 411 €	432 411 €
Receitas Económicas Acumuladas	- 645 980 €	- 275 444 €	115 717 €	527 503 €	959 915 €	1 392 326 €	1 824 737 €	2 257 148 €	2 689 559 €	3 121 970 €	3 554 381 €	3 986 792 €	4 419 204 €	4 851 615 €	5 284 026 €	5 716 437 €
VAL-E		3 550 609 €														
TIR-E		61%														

Quadro A.18: Estudo do Impacte do Acréscimo Tarifário

Estudo da Tarifa	
11 €	66%
10 €	58%
9 €	50%
8 €	42%
7 €	33%
6 €	25%
5 €	16%
4 €	5%
3 €	-16%

A.6 – Folhas de Cálculo: Bio-Secagem com Telas – Cenário Bio-Secagem

Quadro A.19: Cálculo do Défice Financeiro do Processo

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Receitas	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
Venda CDR	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
OPEX	- € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -
Custos Energia Eléctrica	- €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €
Custos Laborais	- €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €
Custos Transporte CDR	- €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €
Custos Manutenção	- €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIDTA	- €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Depreciações e Amortizações	- € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	11 000 €
EBIT	- €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	84 500 €
Operações Financeiras	- €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	84 500 €
Lucros antes de Impostos	- €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	84 500 €
Impostos	- €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	84 500 €
Lucros Taxáveis	- €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	84 500 €
Impostos Aplicados	- € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	17 745 €
Resultados Líquidos	- €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	66 755 €

Custo Produção CDR (€/ton CDR)	-3,22 €
Custo Tratamento CDR (€/ton FR)	-2,85 €
Défice Produção CDR (€/ton RT)	-1,14 €

Quadro A.20: *Income Statement*

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Receitas	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
Venda CDR	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
Tarifa Extra CDR	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
OPEX	- € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -
Custos Energia Eléctrica	- €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €
Custos Laborais	- €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €
Custos Transporte CDR	- €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €
Custos Manutenção	- €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIDTA	- €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Depreciações e Amortizações	- € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	38 500 € -	11 000 €
EBIT	- €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	84 500 €
Operações Financeiras	- €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	84 500 €
Lucros antes de Impostos	- €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	84 500 €
Impostos	- €	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	17 745 €
Lucros Taxáveis	- €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	57 000 €	84 500 €
Impostos Aplicados	- € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	17 745 €
Resultados Líquidos	- €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	45 030 €	66 755 €

Quadro A.21: *Cash-Flow Statement*

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EBIDTA	- €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Impostos	- € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	11 970 € -	17 745 €
Cash-Flow Operacional	- €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	77 755 €
CAPEX	-	550 000 €														
Equipamento e Instalação		550 000 €														
IVA	-	126 500 €	126 500 €													
Cash-Flow Global	-	676 500 €	210 030 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	83 530 €	77 755 €

Quadro A.22: Cálculo da Viabilidade Financeira

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento	- 550 000 €															
EBIDTA	- €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Cash-Flow	- 550 000 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Cash-Flow Acumulado	- 550 000 €	- 454 500 €	- 359 000 €	- 263 500 €	- 168 000 €	- 72 500 €	23 000 €	118 500 €	214 000 €	309 500 €	405 000 €	500 500 €	596 000 €	691 500 €	787 000 €	882 500 €
Cash-Flow Atualizado	- 550 000 €	91 827 €	88 295 €	84 899 €	81 634 €	78 494 €	75 475 €	72 572 €	69 781 €	67 097 €	64 516 €	62 035 €	59 649 €	57 355 €	55 149 €	53 028 €
Cash-Flow Act. Acumulado	- 550 000 €	- 458 173 €	- 369 878 €	- 284 979 €	- 203 345 €	- 124 851 €	- 49 376 €	23 196 €	92 977 €	160 074 €	224 591 €	286 626 €	346 275 €	403 629 €	458 778 €	511 806 €
TIR		15%														
VAL		511 806 €														
PBP		7 anos														

Quadro A.23: Cálculo da Viabilidade Económica

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CAPEX	- 550 000 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Receitas	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
OPEX	- €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €
Poupanças de Custos	- €	554 000 €	576 000 €	598 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €
TGR	- €	154 000 €	176 000 €	198 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €
CAPEX e OPEX de Aterro	- €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €
Custos Totais	- €	439 500 €	461 500 €	483 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Receitas Económicas	- 550 000 €	649 500 €	671 500 €	693 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €
Receitas Económicas Acumuladas	- 550 000 €	99 500 €	771 000 €	1 464 500 €	2 180 000 €	2 895 500 €	3 611 000 €	4 326 500 €	5 042 000 €	5 757 500 €	6 473 000 €	7 188 500 €	7 904 000 €	8 619 500 €	9 335 000 €	10 050 500 €
VAL-E		6 433 214 €														
TIR-E		121%														

Quadro A.24: Estudo do Impacte do Acréscimo Tarifário

Estudo da Tarifa	
10 €	55%
9 €	52%
8 €	48%
7 €	44%
6 €	40%
5 €	36%
4 €	32%
3 €	28%
2 €	24%
1 €	20%
- €	15%
- 1 €	11%

A.7 – Folhas de Cálculo: Bio-Secagem com Telas – Cenário Bio-Secagem (V)

Quadro A.25: Cálculo do Déficit Financeiro do Processo

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Receitas	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
Venda CDR	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
OPEX	- €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €
Custos Energia Eléctrica	- €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €
Custos Laborais	- €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €
Custos Transporte CDR	- €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €
Custos Manutenção	- €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIDTA	- €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Depreciações e Amortizações	- €	- 59 500 €	- 59 500 €	- 59 500 €	- 59 500 €	- 59 500 €	- 59 500 €	- 59 500 €	- 59 500 €	- 59 500 €	- 59 500 €	- 59 500 €	- 59 500 €	- 59 500 €	- 59 500 €	- 17 000 €
EBIT	- €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	78 500 €
Operações Financeiras	- €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	78 500 €
Lucros antes de Impostos	- €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	78 500 €
Impostos	- €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	78 500 €
Lucros Taxáveis	- €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	78 500 €
Impostos Aplicados	- €	- 7 560 €	- 7 560 €	- 7 560 €	- 7 560 €	- 7 560 €	- 7 560 €	- 7 560 €	- 7 560 €	- 7 560 €	- 7 560 €	- 7 560 €	- 7 560 €	- 7 560 €	- 7 560 €	- 16 485 €
Resultados Líquidos	- €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	62 015 €

Custo Produção CDR (€/ton CDR)	-2,03 €
Custo Tratamento CDR (€/ton FR)	-1,80 €
Déficit Produção CDR (€/ton RT)	-0,72 €

Quadro A.26: *Income Statement*

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Receitas	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
Venda CDR	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
Tarifa Extra CDR	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
OPEX	- € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -	114 500 € -
Custos Energia Eléctrica	- €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €
Custos Laborais	- €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €
Custos Transporte CDR	- €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €
Custos Manutenção	- €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIDTA	- €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Depreciações e Amortizações	- € -	59 500 € -	59 500 € -	59 500 € -	59 500 € -	59 500 € -	59 500 € -	59 500 € -	59 500 € -	59 500 € -	59 500 € -	59 500 € -	59 500 € -	59 500 € -	59 500 € -	17 000 €
EBIT	- €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	78 500 €
Operações Financeiras	- €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	78 500 €
Lucros antes de Impostos	- €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	78 500 €
Impostos	- €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	78 500 €
Lucros Taxáveis	- €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	36 000 €	78 500 €
Impostos Aplicados	- € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	16 485 €
Resultados Líquidos	- €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	28 440 €	62 015 €

Quadro A.27: *Cash-Flow Statement*

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EBIDTA	- €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Impostos	- € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	7 560 € -	16 485 €
Cash-Flow Operacional	- €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	79 015 €
CAPEX	-	850 000 €														
Equipamento e Instalação		550 000 €														
Revolteadora		300 000 €														
IVA	-	195 500 €	195 500 €													
Cash-Flow Global	-	1 045 500 €	283 440 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	87 940 €	79 015 €

Quadro A.28: Cálculo da Viabilidade Financeira

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento	-850 000 €															
EBIDTA	- €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Cash-Flow	-850 000 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Cash-Flow Acumulado	-850 000 €	-754 500 €	-659 000 €	-563 500 €	-468 000 €	-372 500 €	-277 000 €	-181 500 €	-86 000 €	9 500 €	105 000 €	200 500 €	296 000 €	391 500 €	487 000 €	582 500 €
Cash-Flow Actualizado	-850 000 €	91 827 €	88 295 €	84 899 €	81 634 €	78 494 €	75 475 €	72 572 €	69 781 €	67 097 €	64 516 €	62 035 €	59 649 €	57 355 €	55 149 €	53 028 €
Cash-Flow Act. Acumulado	-850 000 €	-758 173 €	-669 878 €	-584 979 €	-503 345 €	-424 851 €	-349 376 €	-276 804 €	-207 023 €	-139 926 €	-75 409 €	-13 374 €	46 275 €	103 629 €	158 778 €	211 806 €
TIR		7%														
VAL		211 806 €														
PBP		12 anos														

Quadro A.29: Cálculo da Viabilidade Económica

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CAPEX	-850 000 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Receitas	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
OPEX	- €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €
Poupanças de Custos	- €	554 000 €	576 000 €	598 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €
TGR	- €	154 000 €	176 000 €	198 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €
CAPEX e OPEX de Aterro	- €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €
Custos Totais	- €	439 500 €	461 500 €	483 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Receitas Económicas	-850 000 €	649 500 €	671 500 €	693 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €
Receitas Económicas Acumuladas	-850 000 €	-200 500 €	471 000 €	1 164 500 €	1 880 000 €	2 595 500 €	3 311 000 €	4 026 500 €	4 742 000 €	5 457 500 €	6 173 000 €	6 888 500 €	7 604 000 €	8 319 500 €	9 035 000 €	9 750 500 €
VAL-E		6 147 499 €														
TIR-E		79%														

Quadro A.30: Estudo do Impacte do Acréscimo Tarifário

Estudo da Tarifa	
10 €	36%
9 €	33%
8 €	30%
7 €	28%
6 €	25%
5 €	22%
4 €	20%
3 €	17%
2 €	14%
1 €	11%
- €	7%

A.8 – Folhas de Cálculo: Bio-Secagem com Telas – Cenário Bio-Secagem (A)

Quadro A.31: Cálculo do Déficit Financeiro do Processo

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Receitas	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
Venda CDR	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
OPEX	- €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €
Custos Energia Eléctrica	- €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €
Custos Laborais	- €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €
Custos Transporte CDR	- €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €
Custos Manutenção	- €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIDTA	- €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Depreciações e Amortizações	- €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 15 000 €
EBIT	- €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	80 500 €
Operações Financeiras	- €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	80 500 €
Lucros antes de Impostos	- €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	80 500 €
Impostos	- €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	80 500 €
Lucros Taxáveis	- €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	80 500 €
Impostos Aplicados	- €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 16 905 €
Resultados Líquidos	- €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	63 595 €

Custo Produção CDR (€/ton CDR)	-2,43 €
Custo Tratamento CDR (€/ton FR)	-2,15 €
Déficit Produção CDR (€/ton RT)	-0,86 €

Quadro A.32: *Income Statement*

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Receitas	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
Venda CDR	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
Tarifa Extra CDR	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
OPEX	- €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €
Custos Energia Eléctrica	- €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €
Custos Laborais	- €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €
Custos Transporte CDR	- €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €
Custos Manutenção	- €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIDTA	- €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Depreciações e Amortizações	- €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €	- 52 500 €
EBIT	- €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	80 500 €
Operações Financeiras	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Lucros antes de Impostos	- €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	80 500 €
Impostos	- €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	80 500 €
Lucros Taxáveis	- €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	43 000 €	80 500 €
Impostos Aplicados	- €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 16 905 €
Resultados Líquidos	- €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	33 970 €	63 595 €

Quadro A.33: *Cash-Flow Statement*

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EBIDTA	- €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Impostos	- €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 9 030 €	- 16 905 €
Cash-Flow Operacional	- €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	78 595 €
CAPEX	- 750 000 €															
Equipamento e Instalação	550 000 €															
Área de Implementação	200 000 €															
IVA	-172 500 €	172 500 €														
Cash-Flow Global	-922 500 €	258 970 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	86 470 €	78 595 €

Quadro A.34: Cálculo da Viabilidade Financeira

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento	- 750 000 €															
EBIDTA	- €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Cash-Flow	- 750 000 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Cash-Flow Acumulado	- 750 000 €	- 654 500 €	- 559 000 €	- 463 500 €	- 368 000 €	- 272 500 €	- 177 000 €	- 81 500 €	14 000 €	109 500 €	205 000 €	300 500 €	396 000 €	491 500 €	587 000 €	682 500 €
Cash-Flow Actualizado	- 750 000 €	91 827 €	88 295 €	84 899 €	81 634 €	78 494 €	75 475 €	72 572 €	69 781 €	67 097 €	64 516 €	62 035 €	59 649 €	57 355 €	55 149 €	53 028 €
Cash-Flow Act. Acumulado	- 750 000 €	- 658 173 €	- 569 878 €	- 484 979 €	- 403 345 €	- 324 851 €	- 249 376 €	- 176 804 €	- 107 023 €	- 39 926 €	24 591 €	86 626 €	146 275 €	203 629 €	258 778 €	311 806 €
TIR		9%														
VAL		311 806 €														
PBP		10 anos														

Quadro A.35: Cálculo da Viabilidade Económica

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CAPEX	- 750 000 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Receitas	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
OPEX	- €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €	- 114 500 €
Poupanças de Custos	- €	554 000 €	576 000 €	598 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €
TGR	- €	154 000 €	176 000 €	198 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €
CAPEX e OPEX de Aterro	- €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €
Custos Totais	- €	439 500 €	461 500 €	483 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Receitas Económicas	- 750 000 €	649 500 €	671 500 €	693 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €
Receitas Económicas Acumuladas	- 750 000 €	- 100 500 €	571 000 €	1 264 500 €	1 980 000 €	2 695 500 €	3 411 000 €	4 126 500 €	4 842 000 €	5 557 500 €	6 273 000 €	6 988 500 €	7 704 000 €	8 419 500 €	9 135 000 €	9 850 500 €
VAL-E		6 242 738 €														
TIR-E		89%														

Quadro A.36: Estudo do Impacte do Acréscimo Tarifário

Estudo da Tarifa	
10 €	40%
9 €	38%
8 €	35%
7 €	32%
6 €	29%
5 €	26%
4 €	23%
3 €	20%
2 €	16%
1 €	13%
- €	9%

A.9 – Folhas de Cálculo: Bio-Secagem com Telas – Cenário Bio-Secagem (VA)

Quadro A.37: Cálculo do Déficit Financeiro do Processo

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Receitas	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
Venda CDR	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
OPEX	- €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €
Custos Energia Eléctrica	- €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €
Custos Laborais	- €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €
Custos Transporte CDR	- €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €
Custos Manutenção	- €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIDTA	- €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Depreciações e Amortizações	- €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 21 000 €
EBIT	- €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	74 500 €
Operações Financeiras	- €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	74 500 €
Lucros antes de Impostos	- €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	74 500 €
Impostos	- €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	74 500 €
Lucros Taxáveis	- €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	74 500 €
Impostos Aplicados	- €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 15 645 €
Resultados Líquidos	- €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	58 855 €

Custo Produção CDR (€/ton CDR)	-1,24 €
Custo Tratamento CDR (€/ton FR)	-1,10 €
Déficit Produção CDR (€/ton RT)	-0,44 €

Quadro A.38: *Income Statement*

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Receitas	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
Venda CDR	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
Tarifa Extra CDR	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
OPEX	- €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €
Custos Energia Eléctrica	- €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €	80 000 €
Custos Laborais	- €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €	15 000 €
Custos Transporte CDR	- €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €	14 000 €
Custos Manutenção	- €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €	5 500 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
EBIDTA	- €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Depreciações e Amortizações	- €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 73 500 €	- 21 000 €
EBIT	- €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	74 500 €
Operações Financeiras	- €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	74 500 €
Lucros antes de Impostos	- €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	74 500 €
Impostos	- €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	74 500 €
Lucros Taxáveis	- €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	22 000 €	74 500 €
Impostos Aplicados	- €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 15 645 €
Resultados Líquidos	- €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	17 380 €	58 855 €

Quadro A.38: Cash-Flow Statement

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EBIDTA	- €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Impostos	- € -	4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 4 620 €	- 15 645 €
Cash-Flow Operacional	- €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	79 855 €
CAPEX	- 1 050 000 €															
Equipamento e Instalação		550 000 €														
Área de Implementação		200 000 €														
Revolteadora		300 000 €														
IVA	- 241 500 €	241 500 €														
Cash-Flow Global	- 1 291 500 €	332 380 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	90 880 €	79 855 €

Quadro A.39: Cálculo da Viabilidade Financeira

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento	- 1 050 000 €															
EBIDTA	- €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Cash-Flow	- 1 050 000 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €	95 500 €
Cash-Flow Acumulado	- 1 050 000 €	- 954 500 €	- 859 000 €	- 763 500 €	- 668 000 €	- 572 500 €	- 477 000 €	- 381 500 €	- 286 000 €	- 190 500 €	- 95 000 €	500 €	96 000 €	191 500 €	287 000 €	382 500 €
Cash-Flow Actualizado	- 1 050 000 €	91 827 €	88 295 €	84 899 €	81 634 €	78 494 €	75 475 €	72 572 €	69 781 €	67 097 €	64 516 €	62 035 €	59 649 €	57 355 €	55 149 €	53 028 €
Cash-Flow Act. Acumulado	- 1 050 000 €	- 958 173 €	- 869 878 €	- 784 979 €	- 703 345 €	- 624 851 €	- 549 376 €	- 476 804 €	- 407 023 €	- 339 926 €	- 275 409 €	- 213 374 €	- 153 725 €	- 96 371 €	- 41 222 €	11 806 €
TIR		4%														
VAL		11 806 €														
PBP		14 anos														

Quadro A.40: Cálculo da Viabilidade Económica

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CAPEX	-1 050 000 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Receitas	- €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €	210 000 €
OPEX	- €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €	-114 500 €
Poupanças de Custos	- €	554 000 €	576 000 €	598 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €	620 000 €
TGR	- €	154 000 €	176 000 €	198 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €	220 000 €
CAPEX e OPEX de Aterro	- €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €	400 000 €
Custos Totais	- €	439 500 €	461 500 €	483 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €	505 500 €
Valor Residual	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Receitas Económicas	-1 050 000 €	649 500 €	671 500 €	693 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €	715 500 €
Receitas Económicas Acumuladas	-1 050 000 €	-400 500 €	271 000 €	964 500 €	1 680 000 €	2 395 500 €	3 111 000 €	3 826 500 €	4 542 000 €	5 257 500 €	5 973 000 €	6 688 500 €	7 404 000 €	8 119 500 €	8 835 000 €	9 550 500 €
VAL-E	5 957 023 €															
TIR-E	64%															

Quadro A.41: Estudo do Impacte do Acréscimo Tarifário

Estudo da Tarifa	
10 €	28%
9 €	26%
8 €	24%
7 €	22%
6 €	20%
5 €	17%
4 €	15%
3 €	13%
2 €	10%
1 €	7%
- €	4%