

**ANÁLISE DA VIABILIDADE
DE PRODUÇÃO DE
COMBUSTÍVEIS DERIVADOS DE RESÍDUOS**

António Carlos Canaveira de Oliveira Rama

PROJECTO DE MESTRADO EM GESTÃO

Orientadora:

Mestre em Economia Dra. Sofia Santos
Professora convidada do ISCTE/INDEG

Maio 2010

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE GRÁFICOS E FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	ix
1. SOBRE A TESE.....	1
1.1. Importância do tema.....	1
1.2. Objectivos	1
1.3. Metodologia e métodos utilizados	2
2. CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL DO TEMA.	3
2.1. O Enquadramento Estratégico Nacional Dos RSU	4
2.2. A Utilidade Do CDR Na Política Energética E Ambiental Nacional	8
2.3. Estado Da Arte - Gestão Dos RSU Em Portugal	9
2.3.1. O Modelo De Gestão Actual	10
2.3.2. Panorama Quantitativo Da Matéria-Prima Para Produção Do CDR.	12
3. REVISÃO DA LITERATURA	17
3.1. Combustíveis Derivados De Resíduos	17
3.2. Enquadramento Normativo.....	19
3.3. A Utilização Do CDR Na Europa	20
3.4. Classificação Dos CDR	21
3.4.1. Classes Dos CDR.....	22
3.4.2. Tipos De CDR	22
3.5. Processo de Produção De CDR.....	23
3.6. Operações Unitárias	25
3.7. A Estratégia Empresarial e a Sustentabilidade do CDR.....	29
3.7.1. Factores de Risco Associados à Produção de CDR.....	30
3.7.2. Modelo para a Gestão Integrada e Sustentavel dos CDR	33

4. PROJECTO PARA PRODUÇÃO DO CDR.....	36
4.1. Introdução	36
4.2. Análise Do Mercado.....	36
4.2.1. Análise da Procura – O poder negocial dos consumidores	38
4.2.2. Análise da oferta – o poder negocial dos produtores.....	38
4.2.3. Análise SWOT.....	39
4.3. Descrição da unidade e do CDR	42
4.3.1. Metodologia de avaliação dos potenciais locais de instalação.....	42
4.3.2. Descrição do CDR	44
4.3.3. Capacidade Da Instalação	46
4.3.4. Descrição da Unidade e do Processo Industrial.....	49
4.4. Análise Económico-Financeira.....	56
4.4.1. Estimativa Do Investimento	57
4.4.2. Análise Económica-Financeira.....	62
4.4.3. Análise De Sensibilidades	64
4.4.4.A Competitividade Do CDR No Mercado Dos Combustiveis Alternativos.....	66
5. CONCLUSÕES.....	68
6. FUTURAS ÁREAS DE INVESTIGAÇÃO.....	71
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar à minha orientadora Dr. Sofia Santos, pela disponibilidade demonstrada, pelo apoio, paciência e acompanhamento, os meus sinceros agradecimentos.

À Professora Susete Dias, do IST, pelo tempo dispendido e simpatia, por me aconselhar a não desistir, e pelo material bibliográfico acedido.

Ao Eng. Álvaro Gomes, que me ensinou tudo o que sei sobre a indústria cimenteira.

À Eng.^a. Cristiana Santos e ao Dr. Tiago Faria pelos esclarecimentos de muitas questões importantes, sem as quais seria difícil a conclusão deste projecto.

A todos os colegas e amigos que, de uma forma ou de outra, me apoiaram e ajudaram.

Em especial à minha mulher e aos meus filhos, que nunca deixaram de acreditar em mim, pelo apoio incondicional, ajuda e incentivo demonstrados em todos os momentos.

E finalmente, à minha mãe, pelo carinho de toda a vida, muito obrigada.

RESUMO

A gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) dada a sua complexidade científica e tecnológica, com os inerentes impactos sociais, ambientais e económicos, têm merecido uma atenção cada vez com maior tanto a nível nacional como internacional.

A disseminação do desperdício é o resultado de uma sociedade desencadeada pela expansão da industrialização, gerindo-se por modelos de consumo massificados, pela oferta de bens padronizados e por todo o tipo de pressões resultantes de um marketing intensivo e formatador dos modelos de comportamento a seguir.

Este fenómeno, utilizado actualmente como medida de modernidade e de progresso, tornou-se numa das principais causas do consumo crescente de matérias-primas e do conseqüente acréscimo da quantidade de desperdício gerado, sem precedente na história da humanidade.

Para enfrentar um fenómeno desta dimensão, dadas as pressões de carácter ambiental, económico, político e social, procuram-se soluções cada vez mais ecoeficientes, baseadas na transformação desses materiais desperdiçados em recursos alternativos, com valor, impulsionando o aperfeiçoamento de sinergias entre os diferentes sectores de actividades com objectivo de as tornar sustentáveis.

Esta dissertação, pretende contribuir para evidenciar os principais factores, contingências e impactos associados a um projecto que transforme os RSU em Combustível Derivado de Resíduo (CDR) e, complementarmente, propiciar um instrumento de apoio à tomada de decisão dos empreendedores relativamente à sustentabilidade do negócio.

Aspira ainda, servir de suporte académico e apoio ao desenvolvimento das estratégias e políticas de gestão dos RSU, auxiliando num maior rigor na aplicação da melhor solução, sem negligenciar a componente pedagógica, de grande valia, por continuar a ser um desafio não só ambiental, mas económico e social, à escala global.

ABSTRACT

The management of Municipal Solid Waste (MSW), given its techno-scientific complexity, with the inherent impact on environmental and socio-economic areas, have increasingly captivated attention both nationally and internationally.

The dissemination of waste, resulting from a society undergoing an increase in industrialization and being managed through mass-influence models, by the offer of standardised products and by all types of pressure resulting from an intensive marketing programme and behavioural pattern-making models to be followed.

This phenomenon, used now a days as a measure of modernism and progress, became one of the major causes for the increasing use of raw materials and the subsequent increase of the amount of waste generated, un-precedent in human history.

In order to deal with such phenomenon, notwithstanding the pressures of environmental, economic, political and social character, more eco-friendly solutions are being sought based on the transformation of these waste materials into valuable alternative resources, instigating the improvement of cooperation between the different sectors of activity aiming at rendering them self-sustainable.

This dissertation aims to clarify the principal factors, contingencies and impacts associated to a project thus transforming the MSW into Refuse Derived Fuel (RDF) and additionally, aid the entrepreneur's decision process concerning the business's capabilities.

It can also be helpful in an academic environment, supporting the development of strategies and management policies of MSW, helping towards a stricter application of the best solution without neglecting the highly valuable pedagogic component by continuing to be a challenge, not only ecological but also socio-economic on a global scale.

LISTA DE GRÁFICOS E FIGURAS

- FIGURA 1 - EMISSÕES DOS GEE NA UE 27 RESULTANTES DA GESTÃO DOS RSU
- FIGURA 2 – DIAGRAMA PROCESSUAL ASSOCIADO À PRODUÇÃO DE CDR;
- FIGURA 3 - BALANÇO DAS EMISSÕES DIRECTAS DE CO₂ RESULTANTES DA UTILIZAÇÃO DO CDR;
- FIGURA 4 – MODELO INTEGRADO DE GESTÃO DOS RSU;
- FIGURA 5 – VISÃO DO MODELO SUSTENTÁVEL PARA INVESTIMENTOS EM ENERGIAS ALTERNATIVAS;
- FIGURA 6 - BALANÇO DE MASSAS DA UNIDADE DE PRODUÇÃO DE CDR;
- GRÁFICO 1 – EVOLUÇÃO DO DESTINO FINAL DOS RSU EM PORTUGAL E UE 27;
- GRÁFICO 2 - EVOLUÇÃO DO DESTINO FINAL DOS RSU EM PORTUGAL E NA UE;
- GRÁFICO 3 – EVOLUÇÃO *PER CAPITA* DOS RSU VERSUS PIB EXPRESSO EM PPC;
- GRÁFICO 4 – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE;
- GRÁFICO 5 – DETERMINAÇÃO DO PREÇO DA INDIFERENCIA DO CDR.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 : Instrumentos Reguladores dos Combustíveis Derivados de Resíduos;
- Tabela 2 : Instrumentos Reguladores Sectoriais;
- Tabela 3 – Desvios às metas estabelecidas no PERSU II;
- Tabela 4 – Resultado Operacional do TMB em Portugal Continental;
- Tabela 5 – Previsão da quantidade de RSU em Portugal Continental;
- Tabela 6: Desvios entre os valores de referência e as projecções determinadas;
- Tabela 7: Fracções e o Poder Calorífico Inferior das principais fracções de resíduos;
- Tabela 8: Composição típica dos CDR;
- Tabela 9: Comparação de alguns parâmetros entre combustíveis sólidos tradicionais e alternativos;
- Tabela 10: Comparação de alguns contaminantes entre combustíveis sólidos tradicionais e alternativos utilizados nas cimenteiras e termoeléctricas;
- Tabela 11: Numero e capacidade de instalações produtoras de CDR;
- Tabela 12: Tecnologias para correcção de desvios à qualidade do CDR;
- Tabela 13: Principais matérias-primas para a produção do CDR;
- Tabela 14: Análise SWOT;
- Tabela 15: Forças motrizes para o desenvolvimento do CDR;
- Tabela 16: Parametros físico-químicos característicos do CDR para as cimenteiras;
- Tabela 17: Cenários para localização da unidade de produção do CDR;
- Tabela 18: Custos estimado do transporte dos fluxos de materiais;
- Tabela 19: Previsão das emissões indirectas de CO₂;
- Tabela 20: Tipologias dos resíduos a processar;
- Tabela 21: Características dos principais equipamentos a instalar;
- Tabela 22: Produção de CDR, recepção de rsu e geração de refugo (t/ano);
- Tabela 23: Activo fixo corpóreo;
- Tabela 24: Distribuição do capital;
- Tabela 25: Custo estimado do transporte dos diferentes fluxos;
- Tabela 26: Previsão dos custos com pessoal;
- Tabela 27: Previsão dos custos com energia eléctrica;
- Tabela 28: Previsão dos custos anuais com consumíveis;

- Tabela 29: Previsão dos custos anuais de deposição em aterro;
- Tabela 30: Previsão das receitas anuais da transformação dos RSU;
- Tabela 31: Análise económica-financeira - pressupostos;
- Tabela 32: Análise de Sensibilidade do Investimento
- Tabela 33: Variação do preço do CDR indexado ao petcoque;

LISTA DE ABREVIATURAS

- €/ t. km - euro por tonelada kilometro;
- ACV - Análise do Ciclo de Vida
- APA - Agencia Portuguesa do Ambiente;
- BAT - Best Available Technology;
- BREF - Best Available Techniques Reference Documents;
- CDR - Combustível Derivado de Resíduo;
- CEE - Comunidade Economica Europeia;
- CEN - Comité Europeu de Normalização;
- CH4 - Gás metano;
- CO2 - Dióxido de carbono;
- CO2 eq - Dióxido de carbono equivalente;
- CSR - Combustível Solido Recuperado;
- CT - Comissão técnica de normalização;
- EEA - European Environment Agency's;
- EIONET - European Topic Centre on Sustainable Consumption and Production;
- ENRRUBDA - Estratégia Nacional de Redução de Resíduos Urbanos Biodegradáveis.
- ERSUC - Empresa de Resíduos Sólidos Urbanos do Centro, S.A;
- FER - Fontes de energia renovável;
- GEE - Gases com efeito de estufa;
- GJ - Giga Joule;
- Hz - Hertz;
- I&DT - Investigação e Desenvolvimento tecnológico;
- IPPC - Prevenção e Controlo Integrados da Poluição;
- Kcal/kg - kilocalorias por quilograma;
- kJ - Quilo Joule;
- Kt - Quilo tonelada;
- kWh - Quilo Watt hora;
- kWh / t - Quilo Watt hora por tonelada;
- LA - Licença Ambiental;
- LER - Lista Europeia de Resíduos;
- MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo;

- MEI - Ministério da Economia e Investimento;
- MJ - Mega Joule;
- MJ/kg - Mega Joule por quilograma;
- MTD - Melhores Técnicas Disponíveis;
- NP - Norma Portuguesa;
- PAPERSU - Planos de Acção elaborados pelos Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos;
- PCI - Poder calorífico inferior.
- PCIP - Directiva Prevenção e Controlo Integrado da Poluição;
- PDM - Plano Director Nacional;
- PERSU - Plano Estratégico Resíduos Sólidos Urbanos;
- PIB - Produto Interno Bruto;
- PIRSUE - Plano de Intervenção de Resíduos Sólidos Urbanos e Equiparados;
- PME - Pequenas e Médias Empresas;
- PNAC - Plano Nacional para as Alterações Climáticas;
- PNALE - Plano Nacional Estratégico de Atribuição de Licenças de Emissão;
- PPC - Paridades de Poder de Compra;
- QREN - Quadro Referencial de Estratégia Nacional;
- RAN - Reserva Agrícola Nacional;
- REA - Relatório do Estado do Ambiente;
- REN - Reserva Ecológica Nacional;
- RIB - Resíduos Industriais Banais;
- RSU - Resíduos Sólidos Urbanos.
- RU - Resíduos Urbanos;
- TC - Comissão Técnica.
- TEP - Tonelada Equivalente de Petróleo;
- TIR - Taxa Interna de Rentabilidade;
- TM - Tratamento Mecânico;
- TMB - Tratamento Mecânico e Biológico;
- UE - União Europeia;
- UTMB - Unidade Tratamento Mecânico e Biológico;

1. SOBRE A TESE

1.1.Importância do tema

É sabido que uma das mais relevantes parcelas do preço dos bens e produtos advém do custo da energia consumida para os produzir. Por outro lado, os agregados populacionais produzem cada vez mais “lixo”, desperdícios cuja acumulação gera problemas de vária ordem, como adiante se explanará, e que levou os dirigentes e parceiros económicos a questionar-se sobre a melhor forma de os resolver, sendo a hipótese da substituição um produto escasso por outro cada vez mais disponível, vista com interesse e notórias vantagens para todas as partes.

Os Estados foram, e são, pródigos a legislar procurando incentivar o tratamento dos seus resíduos, a redução das facturas energéticas e o controlo das condições ambientais.

O Protocolo de Kyoto estabeleceu três “mecanismos de flexibilidade” que permitem às Partes (Anexo I) cumprir com as exigências de redução de emissões fora de seus territórios. São eles, a Implementação Conjunta (*Joint Implementation*), o Comércio de Emissões (*Emission Trading*) e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL (*Clean Development Mechanism*). O MDL cumpre essencialmente dois objectivos:

O primeiro traduz-se na prestação de assistência às Não-Partes do Anexo I em viabilizar o seu desenvolvimento sustentável através da implementação de projectos que possibilitem a redução das emissões de gases de efeito de estufa.

O segundo, consiste na prestação de assistência às Partes do Anexo I, para que estas possam cumprir os seus compromissos de redução de emissões, normalmente associado a investimentos em tecnologias mais eficientes, à racionalização do uso da energia, à substituição de fontes de energia fósseis por fontes de energia renováveis, e a iniciativas de florestamento e reflorestamento.

Estamos, portanto, perante uma necessidade humana amplamente reconhecida, indiciadora e motivadora de boas oportunidades de negócio.

1.2.Objectivos

Será viável a produção de Combustíveis Derivados de Resíduos (CDR) a partir dos refugos das unidades de triagem e do tratamento mecânico e biológico dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em qualquer momento económico?

Esta questão advém da actual controvérsia em torno da estratégia para o desenvolvimento dos CDR entre os organismos reguladores, entidades gestoras dos RSU e consumidores, preferenciais (sectores industriais de grande intensidade energética), que são regulamentados

pelos princípios estabelecidos no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), transcritas para as políticas nacionais de âmbito ambiental e energético.

Como suporte dos vectores de intervenção de carácter estratégico (Medidas) e operacional (Acções), esta tese deseja proporcionar uma resposta para as seguintes questões:

- Que características devem ter os CDR para promover a sua afirmação no mercado dos combustíveis e que contribuição poderão ter no âmbito ambiental?
- Que fracções dos “resíduos” que compõe os RSU poderão produzir um CDR de qualidade?
- Que processamento produtivo poderá ser implementado para que o CDR seja economicamente competitivo?
- Quais os agentes económicos que podem viabilizar o projecto e gestão de uma unidade para a produção do CDR?
- Quais os cenários nos mercados de carbono e dos combustíveis fósseis, que potenciam a viabilidade económica do CDR?

1.3. Metodologia e métodos utilizados

Para esta análise foi considerada a relevância do impacto do CDR no cumprimento dos compromissos ambientais *versus* compromissos energéticos assumidos pelo estado português.

Outra questão não menos relevante, igualmente analisada, diz respeito às garantias os produtores do CDR terão de assegurar para que os potenciais consumidores adoptem o CDR como um combustível alternativo e não unicamente com um veículo de redução de emissões de gases com efeito de estufa (GEE).

É neste contexto de melhoria da produtividade, por via da modernização tecnológica, em que os proveitos deverão estar correlacionados aos ganhos de eficiência para compensar os custos dos investimentos envolvidos, que a viabilidade do CDR terá de afirmar-se como uma estratégia empresarial, baseada no aperfeiçoamento da eficiência energética, ambiental e de produção, (*triple bottom line*)¹, reconhecidas, actualmente, como um factores de geração de valor para as empresas.

¹ Designa a ideia de que a performance de uma empresa deve ser medida baseando-se na sua contribuição para a prosperidade económica, qualidade ambiental e capital social. De um modo mais abrangente, o termo é utilizado para definir o conjunto de valores, assuntos e processos que as empresas devem ter em conta de modo a minimizarem os danos resultantes das suas actividades e de modo a criar valor económico, social e ambiental. (Fonte: <http://www.sustainability.com>)

2. CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL DO TEMA.

Quando da crise petrolífera de 1973, os CDR emergiram como potenciais combustíveis de substituição, com baixos custos, tendo no entanto sido impedida, a sua afirmação no mercado dos combustíveis, devido à abundância existente de carvão.

Não obstante, na última década, ressurgiu um crescente interesse por parte dos sectores industriais com maior intensidade energética² (cimenteiro, metalúrgico, papel, cerâmico e eléctrico) pelos CDR, principalmente da convergência de duas grandes linhas de força:

(1) A primeira é resultante dos princípios para o desenvolvimento limpo (MDL) expressos no Protocolo de Quioto os quais, “obriga” principalmente os sectores industriais anteriormente referidos, à implementação das melhores técnicas disponíveis (MTD), resultando em termos ambientais numa redução de emissões de GEE. O CDR, ao integrar na sua composição uma fracção em carbono biogénico, resulta em que as suas emissões são entendidas como neutras na contabilidade das emissões daí resultantes³.

(2) A segunda, meramente económica, baseia-se na necessidade prioritária dos países importadores de combustíveis fósseis reduzirem o seu peso na balança de transacções, incrementando o consumo dos recursos energéticos alternativos. Em Junho de 2008, o porta-voz da Comissão Europeia responsável pela Política de Energia Ferran Tarradellas declarou à LUSA “*é necessário que os países consumidores, como os Estados-membros da UE, aumentem a sua eficiência energética. A Comissão Europeia defende, que a UE deve tomar medidas para se tornar mais eficiente na utilização de energia e menos dependente dos combustíveis fósseis, através de uma maior utilização de energias alternativas com reduções de gases com efeitos de estufa.*”

Existe porém uma 3ª linha de força, mas de sinal contrário, associada aos constrangimentos relacionados com o consumo e produção do CDR, e, conseqüentemente, ao seu crescimento no mercado dos combustíveis alternativos, que reside nos mecanismos regulamentadores e de gestão dos resíduos, que serão objecto de menção no ponto seguinte.

² A intensidade energética mede a quantidade de energia, em "tep"- toneladas equivalentes de petróleo necessárias para produzir 1000 euros de riqueza.

³ v.d. Climate Change (1995): The Science of Climate Change, Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC, Cambridge University Press, pp. 65–86.

2.1.O Enquadramento Estratégico Nacional Dos RSU

Consequência das actividades humanas, os resíduos tornaram-se num grave problema ambiental a nível global, pelo qual, importa compreender a sua complexidade e porque até à data, ainda é matéria de grande controvérsia, quanto ao melhor modelo de gestão.

Em Portugal, até à segunda metade da década de 90, os RSU gerados eram na sua totalidade encaminhados para lixeiras a céu aberto (depósitos sobre o solo não protegido), sendo queimados posteriormente para redução do seu volume, sem qualquer controle ambiental e de saúde pública. O único material retirado selectivamente e, unicamente nos municípios com maior densidade populacional, eram as embalagens de vidro e cartão com subsequente reaproveitamento.

Esta situação manteve-se até final de 1996, baseada por definição de competências e responsabilidades no Decreto-Lei n.º 488/85, que no seu artigo 1º enunciava: “*O detentor de resíduos, qualquer que seja a sua natureza e origem, deve promover a sua recolha, armazenagem, transporte e eliminação ou utilização de tal forma que não ponha em perigo a saúde humana nem causem prejuízo ao Ambiente*”, do que resultou actuação delegada apenas no detentor, e não no produtor, cujas operações de gestão, embora considerassem o tratamento e destino final, não possuíam um suporte institucional e físico eficaz.

É a partir de 1996, com a elaboração do Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU), previsto no Decreto-Lei n.º 310/95, o qual só vem a ser aprovado em Novembro de 1997, que se insere na doutrina da Directiva Quadro de Resíduos⁴, que estabeleceu as linhas de actuação prioritárias para questões chave de âmbito ambiental, nomeadamente:

- Proibição de deposição de resíduos em lixeiras;
- Caracterização dos resíduos produzidos;
- Garantia de uma rede de destinos finais adequados.

Apesar de até 2005, se ter assistido a algumas situações de incumprimento, pela inexistência de meios apropriados de supervisão por parte dos municípios, e principalmente pela manifesta falta de sensibilização junto dos produtores, quer individuais quer colectivos, ainda assim os resultados da execução deste Plano conduziram:⁵

- Ao encerramento de 300 lixeiras municipais;
- À construção de Ecocentros / Estações de Triagem / Estações de Transferência;

⁴ Directiva 75/442/CEE, de 15 de Julho.

⁵ Fonte www.gaiaglobal.pt “Gestão de Resíduos no Território – CCDR Norte.”

- À instalação de Ecopontos (para além do vidro) nos principais centros urbanos;
- À construção de aterros sanitários;
- Ao desenvolvimento da reciclagem pela maior regulação das actividades de gestão dos RSU.

Não obstante o nível de estruturação atingido, houve necessidade de se constituir um novo referencial para a gestão dos RSU (2ª geração) para o período de 2007-2016 (PERSU II), conferindo um papel de maior relevo aos gestores de resíduos pelo maior envolvimento e responsabilização destes e dos cidadãos em comum, o qual é resultante de novas medidas regulamentadoras, que tiveram origem:

- Na evolução da política comunitária decorrente da Estratégia de Prevenção e Reciclagem de Resíduos e da Estratégia sobre a Utilização Sustentável dos Recursos Naturais, emanadas do 6º Programa Comunitário de Acção em Matéria de Ambiente, constituindo-se um enquadramento para a política ambiental para os estados membros da UE, consubstanciada nos princípios:
 - i. Do poluidor – pagador;
 - ii. Da precaução e da acção preventiva;
 - iii. Da correcção da poluição na fonte.
- Na percepção da necessidade de uma reflexão sobre a estratégia a adoptar tendo em vista o cumprimento dos objectivos comunitários de desvio de resíduos urbanos biodegradáveis de aterro e, por conseguinte, sobre alguns dos princípios consignados na Estratégia Nacional para o Desvio de Resíduos Urbanos Biodegradáveis de Aterro (ENRRUBDA) aprovada em 2003, na sequência da Directiva n.º 1999/31/CE, relativa à deposição em aterro, transposta pelo Decreto-Lei n.º 152/2002, de 23 de Maio;
- Na importância de uma política para os RSU ajustada aos compromissos de redução das emissões de gases com efeito de estufa, assumidos no âmbito do Protocolo de Quioto e concretizadas no Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC).

Consequências das estratégias enumeradas, as tabelas seguintes enumeram os principais instrumentos reguladores que promovem em Portugal o CDR produzido a partir de RSU no âmbito dos combustíveis alternativos.

Tabela 1 - Instrumentos Reguladores dos Combustíveis Derivados de Resíduos.

INSTRUMENTOS REGULADORES	
POLÍTICA NACIONAL	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Directiva nº 1999/31/CE Directiva Aterros</u>, transportada para o Direito Nacional pelo DL nº 152/2002 preconizando que apenas sejam depositados em aterros os resíduos últimos que constitui o vector chave para a definição de uma estratégia para o CDR; - <u>Directiva nº 94/62/CE “Directiva Embalagens”</u> estabelece os objectivos de reciclagem e valorização de embalagens a nível global.
	<p>PIRSUE (MAOTDR 2005), destacando-se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eixo 3, medida 15 da ENRRUBDA – analisando a viabilidade económica e ambiental dos co-produtos (onde o CDR se insere) gerados aquando da separação dos RUB para desvio para aterro. - Eixo 3 – medida 16 do PERSU II – só é possível se forem estudadas as várias possibilidades de destino final dos RSU.
	<p><u>A revisão do PNALE</u> para o período 2008-2013 onde é necessário ter em conta não só as emissões de GEE desviadas de aterro mas também as licenças que poderão ser libertadas se a fracção biogénica do CDR for tida em conta, no caso da sua utilização em substituição de combustíveis fósseis.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Decreto-Lei n.º 239/97</u>, que, transpõe para a ordem jurídica interna as Directivas 75/442/CEE, do Conselho, de 15 de Julho, e 91/156/CEE, do Conselho, de 18 de Março, relativas aos resíduos, decorre que subsidiariamente à redução da produção de resíduos e da sua perigosidade, a gestão adequada dos resíduos visa assegurar a respectiva reutilização e valorização e, por último, a eliminação segura dos resíduos. - Despacho 21295 publicado no Diário da Republica, nº 184 de 22/09/09 (2ª Série).

Tabela 2 – Instrumentos Reguladores Sectoriais

SECTOR	INSTRUMENTOS REGULADORES
Centrais Termoelectricas	<ul style="list-style-type: none"> - Directiva das grandes instalações de combustão implementada pelo DL 178/2003 de 5 de Agosto; - Directiva Incineração ⇒ DL 85/2005 de 28 de Abril; - Directivas Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (PCIP) para o sector (DL 194/2000 de 21 de Agosto); - Directiva 2001/77/CE – Produção de electricidade a partir de fontes de energia renovável (FER);
Industria Cimenteira, Papel e Pasta e Metalúrgica	<ul style="list-style-type: none"> - Directiva Incineração ⇒ DL 85/2005 de 28 de Abril; - Directivas PCIP para cada sector ⇒ DL 194/2000 de 21 de Agosto; DL 233/2004 de 14 de Dezembro; - BREF/MTD (Melhores Técnicas Disponíveis)

Estes instrumentos, que relançam os CDR num patamar que precede “hierarquicamente” a deposição da fracção rejeitada dos RSU em aterro, pretendem ainda garantir a sustentabilidade dos modelos de gestão actuais, baseados na reciclagem e no tratamento mecânico e biológico.

De referir ainda, que o PERSU II ao identificar a necessidade para o escoamento dos CDR, através da eliminação de constrangimentos e divulgando quais os benefícios resultantes da sua utilização ao nível energético e ambiental, fundamentou-se estrategicamente numa expectativa de gerar valor económico positivo para os sistemas de gestão de RSU.

Esta estratégia contudo, fica prejudicada dado o CDR assumir o “estatuto” de resíduo, que via da regulamentação comunitária e nacional, obriga as empresas interessadas no seu consumo de previamente implementar soluções impostas nos diplomas “Prevenção e Controlo Integrado da Poluição” (PCIP),⁶ passando deste modo, a disponibilidade de aceitação do CDR a depender particularmente da capacidade das empresas:

- ✓ Investir, factor que pode ser afectado pela capacidade económica (as receitas não cobrem os custos dos investimentos) para realização dos investimentos tecnológicos apropriados para a valorização dos CDR⁷;
- ✓ Inovar, particularmente no campo tecnológico (a vontade de adopção de novas tecnologias) e comportamental (a abertura a novas ideias) relacionada com a utilização de combustíveis alternativos;
- ✓ Avaliar e divulgar os dados disponíveis e actualizados devido à deficiente análise (interna e externa) resultante da inexistência de instrumentos de monitorização e controlo ambiental apropriado, resultado da falta de visão por parte da gestão e da carência de meios humanos com preparação técnica apropriada;
- ✓ Internalizar todos os custos no preço do serviço ou produto, resultante da escassa cultura ambiental que ainda se verifica pela grande maioria da população.

Apesar destes constrangimentos, as empresas com elevada intensidade energética tendem a assimilar, seja por imposição da regulamentação cada vez mais restrita, ou por iniciativa própria, que as questões ambientais e energéticas são preponderantes para uma gestão empresarial empreendedora, levando-as a investir em tecnologias cada vez mais “limpas”, produzindo produtos com melhor desempenho ambiental, recorrendo à reciclagem e à certificação ambiental dos seus processos, produtos ou serviços.

São acções que potenciam ganhos para a empresa, pela redução de custos e pela promoção da sua imagem, concedendo ao CDR um importante estímulo para a competitividade empresarial, conforme analisaremos no ponto seguinte.

⁶ Directiva 96/61/CE de 24 de Setembro de 1996 relativa à prevenção e controlo integrados da poluição.

⁷ A nível da UE foram publicados em 2005 dois importantes relatórios BREF, o primeiro em Julho de 2005 “Reference Document on the Best Available Technique for Waste Incineration” - BREF (07.05) e o segundo em Agosto de 2005, “Reference Document on the Best Available Technique for the Waste Treatment Industries” - BREF (08.05), documentos, que representam um consenso dos estados membros mais desenvolvido nas respectivas metodologias para aproveitamento dos resíduos. Disponíveis no site: www.eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm

2.2. A Utilidade Do CDR Na Política Energética E Ambiental Nacional

Actualmente, uma gestão equilibrada alicerça-se na procura contínua de optimização dos custos de oportunidade relacionados a três rubricas: disponibilidade energética, protecção ambiental e crescimento económico.

Este modelo, corolário da política energética comunitária⁸, está indissociavelmente enquadrado nas metas a atingir em 2020 por cada estado membro, de pelo menos 20% da produção de energia eléctrica e térmica ser proveniente de energias renováveis, resultando na redução das emissões de gases com efeitos de estufa (GEE) e na melhoria da eficiência energética de cada estado.

Esta meta para Portugal, no contexto da revisão da Directiva Renováveis, representa que 31%⁹ do consumo bruto da energia produzida em 2020, deverá provir de fontes de energia alternativas, o que, dada a proveniência do CDR assentar num circuito de matéria-prima renovável e não dependente do exterior, contribuirá para a auto-suficiência energética nacional. Neste âmbito de redução de consumo de combustíveis fósseis “*versus*” redução de emissões de dióxido de carbono equivalente¹⁰ (CO_{2eq}), o CDR pelo seu conteúdo em carbono biogénico,¹¹ resultante da presença de matéria orgânica bio-estabilizada (material cuja decomposição anaeróbia ou aeróbia, sob condições naturais que ocorrem na biosfera, está concluída)¹², contribui favoravelmente para o balanço nacional de emissões de CO₂, quer pelo seu consumo como combustível, quer pela redução das emissões provenientes do desvio dos RSU depositados em aterro os quais, por via da decomposição da matéria orgânica, são uma fonte de emissões de gás metano (CH₄), gás cujo contributo para o aquecimento global é cerca de 21 vezes superior ao CO₂¹³.

Para uma melhor análise da sua relevância, é de referir que as emissões de GEE resultantes da gestão dos RSU representam actualmente 3 a 4% das emissões de GEE totais globais anuais.¹⁴ No gráfico seguinte, ilustra-se a distribuição das emissões relevantes, em que o metano proveniente dos aterros e lixeiras representa 75% do total das emissões directas geradas.

⁸ V.d. artigo “European Energy Policy” site http://www.europa.eu/legislation_summaries/energy/european_energy_policy

⁹ V.d. Directiva 2009/28/CE, relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis, disponível no site: http://www.vda.pt/xms/files/Newsletters/Flash_n222_EU_Concurrencia_IP.pdf.

¹⁰ V.d. Decreto-Lei n.º 72/2006 - Regime de emissão de gases com efeito de estufa, define t CO₂ eq: tonelada de dióxido de carbono equivalente» 1 t métrica de CO₂ ou uma quantidade de outro gás com efeito de estufa com um potencial de aquecimento global equivalente.

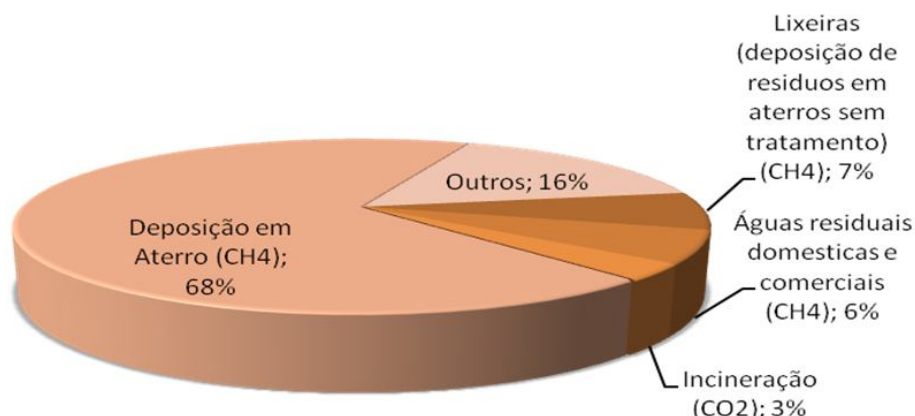
¹¹ V.d. NP 4486 (2008), Definições - Carbono Biogénico: Material produzido por organismos vivos em processos naturais, mas não fossilizado nem derivado de fontes fósseis. O termo biogénico é utilizado para referir material neutro em dióxido de carbono quando degradado em condições aeróbias.

¹² V.d. CEN/TR 14980: 2004 ou NP 4486 (2008) – Definições;

¹³ V.D. “Effect of combustion on greenhouse gas production from landfill gas/biogas” table 17, page 1052 “Technical, economic and environmental analysis of energy production from municipal solid waste” J.D. Murphy , E. McKeogh Department of Building and Civil Engineering, Cork Institute of Technology, Cork, Ireland

¹⁴ V.d. EEA (2008), “Better management of municipal waste will reduce greenhouse gas emissions”- EEA(2008/01).

Figura 1: Emissões dos GEE na UE 27 resultantes da gestão dos RSU



Adaptado do artigo: “Better management of municipal waste will reduce greenhouse gas emissions” EEA (2008)

Podemos assim concluir, que a competitividade do CDR poderá contribuir para a abertura dum mercado da energia que traga benefícios aos consumidores e à economia em geral, incentivando ao mesmo tempo o investimento na produção de energia limpa e na eficiência energética, atenuando até o impacto do aumento dos preços da energia na economia nacional e manter o país na vanguarda das tecnologias energéticas alternativas.

2.3. Estado Da Arte - Gestão Dos RSU Em Portugal

Actualmente, a gestão dos RSU em Portugal baseia-se ainda no modelo de “primeira geração”, por assegurar unicamente os meios estruturais necessários para defesa da qualidade de vida das pessoas e do património ambiental (objectivo estratégico do PERSU I). Este facto sai reforçado aos observarmos os desvios apresentados na tabela 8, face às metas do PERSU II cujos princípios estratégicos, conforme já referido, assentam numa gestão onde a prevenção, reutilização, reciclagem e valorização possibilitarão sustentabilidade das infra-estruturas existentes correspondendo à “segunda geração” dos modelos de gestão.

TABELA 3: Desvios às metas estabelecidas no PERSU II

2007		Real (kt)	Metas (kt)	Desvio
Deposição em aterro		3.150,2	2.747,5	14,7%
Valorização	Orgânica	417,5	382,5	-9,2%
	Energética	967,5	1.126,0	-14,1%
Reciclagem		471,8	673,0	-29,9%
Total		5.007,0	4.929,0	1,6% ⁽¹⁾

(1) Redução na fonte

Fonte: APA: Relatório de Acompanhamento do PERSU II

Estes desvios, segundo conclusões expressas no Relatório do Estado do Ambiente (REA), decorrem da necessidade de optimização da capacidade instalada das actuais infra-estruturas no

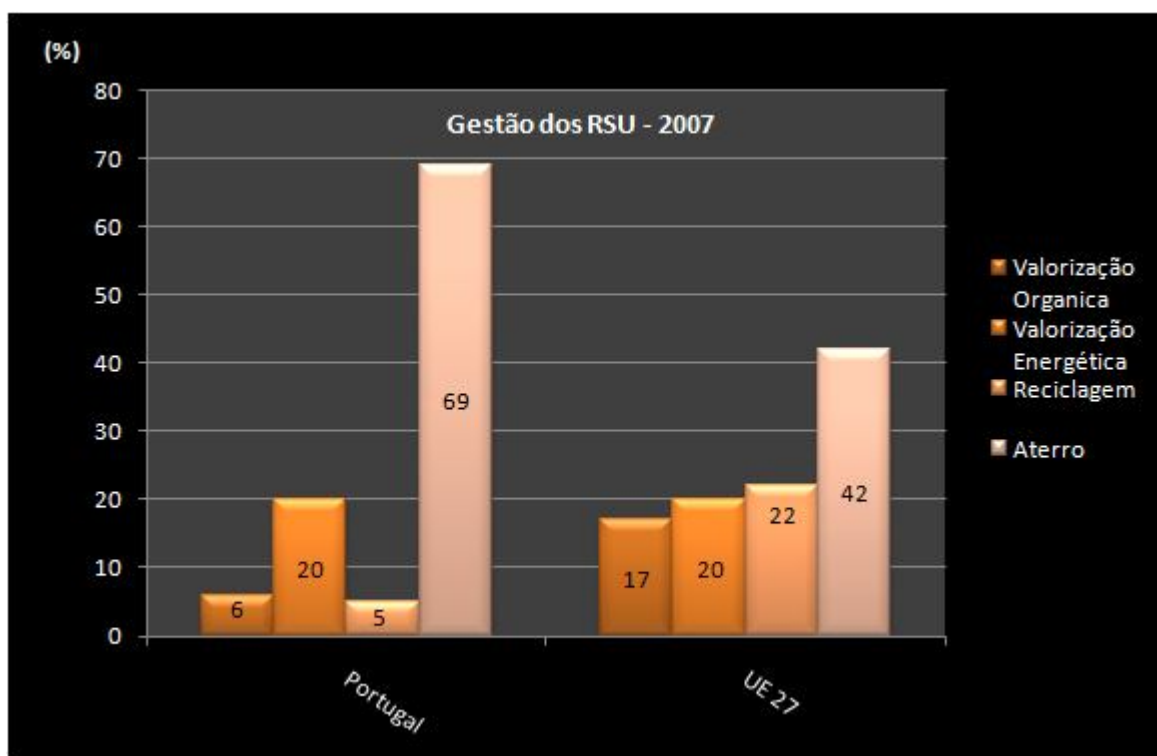
âmbito da valorização material, energética e da reciclagem, resultante da inexistência dos investimentos previstos no Quadro de Referência de Estratégia Nacional (QREN) para criação de novas infra-estruturas destinadas à valorização dos RSU e da carência em equipamentos e meios humanos de suporte à recolha selectiva através do acréscimo do número de ecopontos.

2.3.1. O Modelo De Gestão Actual

De acordo com os últimos dados disponibilizados no último Relatório do Estado do Ambiente (REA) publicado pelo MEI em 2008, a gestão dos RSU em Portugal Continental entre 1995 e 2007, teve como destino final preferencial a deposição em lixeiras e, a partir de 2002 em aterros sanitários, representando ainda em 2007 a opção mais praticável em prejuízo da valorização multimaterial e energética.

No gráfico seguinte, representa-se a evolução das várias opções de gestão praticadas em Portugal, comparando-se o ano de 2007 com a média da UE 27.

Gráfico 2: Evolução do destino final dos RSU em Portugal e UE¹⁵



Dados do EUROSTAT - Março 2009

Particularizando o ano de 2007, conclui-se que 63% dos cerca de 4,7 milhões de toneladas de RSU gerados em Portugal Continental tiveram ainda como destino final o aterro, dos quais

¹⁵ V.d. site: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=STAT/09/31&type=HTML>

92% são resíduos urbanos, representando uma deposição *per capita* média diária de 1,27 kg.¹⁶ Dos restantes RSU gerados, 18% foram destinados á incineração com recuperação de energia, 11% tiveram valorização orgânica (composto orgânico) pela via do tratamento biológico por compostagem e por último, 7%, teve uma recolha selectiva multimaterial com vista à reciclagem. É notório que qualquer uma das opções está muito abaixo das médias da UE 27, com a excepção consequente da deposição em aterro ultrapassar em + 67% a média verificada na UE 27.

Estes resultados ilustram a eficiência dos actuais sistemas Municipais ou Intermunicipais (14 sistemas) e Multimunicipais (15 sistemas), geridos por sociedades concessionadas de capitais exclusivos ou maioritariamente públicos, os quais são ainda responsáveis pela gestão de 34 aterros, 8 centrais de valorização orgânica, 2 centrais de incineração com recuperação de energia, 76 estações de transferência, 26 estações de triagem, 185 ecocentros e 28 723 ecopontos¹⁷.

No anexo I apresenta-se a distribuição geográfica dos actuais sistemas em Portugal Continental e a capitação média *per capita* atingida em cada um deles.¹⁸

No anexo II, ilustra-se de forma simplificada as operações de gestão que são praticadas em cada um deles e as eficiências operacionais que atingem os tratamentos mecânicos (TM), que consistindo na separação por crivagem e separação manual dos materiais recicláveis (papel, cartão e plástico), metais, não metais, inertes e fracção orgânica para posterior valorização organica por compostagem ou digestão anaeróbica (TMB)¹⁹.

Por sua vez e com base nos índices de eficiência média do TMB, o resultado económico médio por tonelada *per capita* de RSU em Portugal é negativo situando-se em 2009 entre os 16 e 18 €t de RSU entrado, dados os actuais proveitos pelo tratamento e encaminhamento final dos RSU e custos operacionais decorrentes do TM e/ou TMB conforme se pode verificar na tabela seguinte²⁰.

Neste contexto, é avaliado no ponto seguinte a viabilidade de produção do CDR como estratégia para minimizar os impactos ambientais e económicos resultantes do actual estado da arte, projectando-se os quantitativos disponíveis da fracção residual dos RSU expectáveis para o período de 2009 a 2016.

¹⁶ Fonte APA 2008

¹⁷ V.d. REA 2007, paragrafo: 4.6.1.1 Sistemas de gestão de resíduos urbanos. (APA – Dezembro 2008)

¹⁸ Dados retirados do Relatório anual referente a 2008 da Sociedade Ponto Verde.

¹⁹ Cortesia das empresas: ERSUC, TRATOLIXO e CITRI pela disponibilidade da informação relativa aos custos médios do TMB.

TABELA 4: Resultado operacional médio nacional do TMB

BASE DE CALCULO - Ano 2007	RSU (t)	Fracção de RU nos RSU	Geração <i>per capita</i> de RU em 2007 (t)	Sistema com 300.000 habitantes (t _{RU} /ano)			
Geração <i>per capita</i> ^(a)	0,463	92%	0,426	127.788			
a) Dados oficiais publicados no REA							
		Fracção mássica ¹ (%)	Valor Unitário ⁴ (€/t)	Valor Anual <i>per capita</i> (€)	Valor Anual	Valor Anual (€/t)	
Proveitos de Exploração							
Autarquias		100%	40,0	17,0	4.259.600 €	40,0	
Reciclagem (valor médio ponderado) ²		5%	115,0	2,4	612.318 €	5,8	
Composto organico		8%	4,0	0,1	34.077 €	0,3	
PROVEITOS TOTAIS				19,6	4.905.994 €	46,1	
		Decomposição do custo do TMB					
Custos de Exploração³							
Custo Médio Global do TMB				37,0	15,8	3.940.130 €	37,0
		TM	60%	22,2	9,5	2.364.078 €	
		TB	40%	14,8	6,3	1.576.052 €	
Deposição em aterro + transporte para aterro + taxa de gestão de resíduos				39,0	10,8	2.699.522 €	25,4
Fracções Refugo							
		Tratamento Biológico		15%	2,5	622.967 €	5,9
		Tratamento Mecanico		50%	8,3	2.076.555 €	19,5
CUSTOS TOTAIS DE EXPLORAÇÃO				26,6	6.639.652 €	62,4	
RESULTADO OPERACIONAL				-6,9	- 1.733.657 €	-16,3	
NOTAS:							
(1) Fracção mássica reportada ao fluxo de RSU à entrada da instalação;			(2) Fracção reciclada resultante do TM (2% cartão + 2% plásticos + 1% metais)				
(3) Sem considerar o valor das amortizações							
(4) Valores médios em Portugal Continental referentes a 2009							

2.3.2. Panorama Quantitativo Da Matéria-Prima Para Produção Do CDR.

Dado o actual estado da arte em Portugal e considerando os desvios às metas preconizadas e à inexistência dos investimentos a realizar nas infra-estruturas previstas no PERSU II, pretende-se neste ponto identificar qual o quantitativo disponível da matéria-prima para a produção de CDR, que reside na fracção refugo obtida do TM e TMB encaminhado para aterro pelos actuais Sistemas de Gestão para o período de 2009 – 2016, considerando-se para isso as seguintes premissas:

- A taxa de crescimento efectivo da população residente em Portugal continental em 2007 foi de 0,2% e não irá variar no período de 2008 – 2016;²⁰
- Os dados publicados no Eurostat referentes ao PIB expresso em Paridades de Poder de Compra (PPC) e os RSU *per capita*²¹ gerados no período de 1995 – 2008, proporcionam as projecções²² para o PIB e RSU para o período de 2009 – 2016;
- As metas preconizadas no PERSU II (documento de referência) para a reciclagem, valorização material e deposição em aterro no período 2009 – 2016 serão atingidas, para

²⁰V.d. Estimativas da população residente, Portugal, NUTS II, NUTS III e Municípios: www.ine.pt;

²¹ V.d quadros: “GDP per capita in PPS in EU 27” e “Municipal Waste Generated”: www.epp.eurostat.ec.europa.eu;

²² Projecção utilizando o método da média móvel simples – Anexo I: Validação estatística do método.

a determinação do excedente da fracção resto a depositar em aterro;

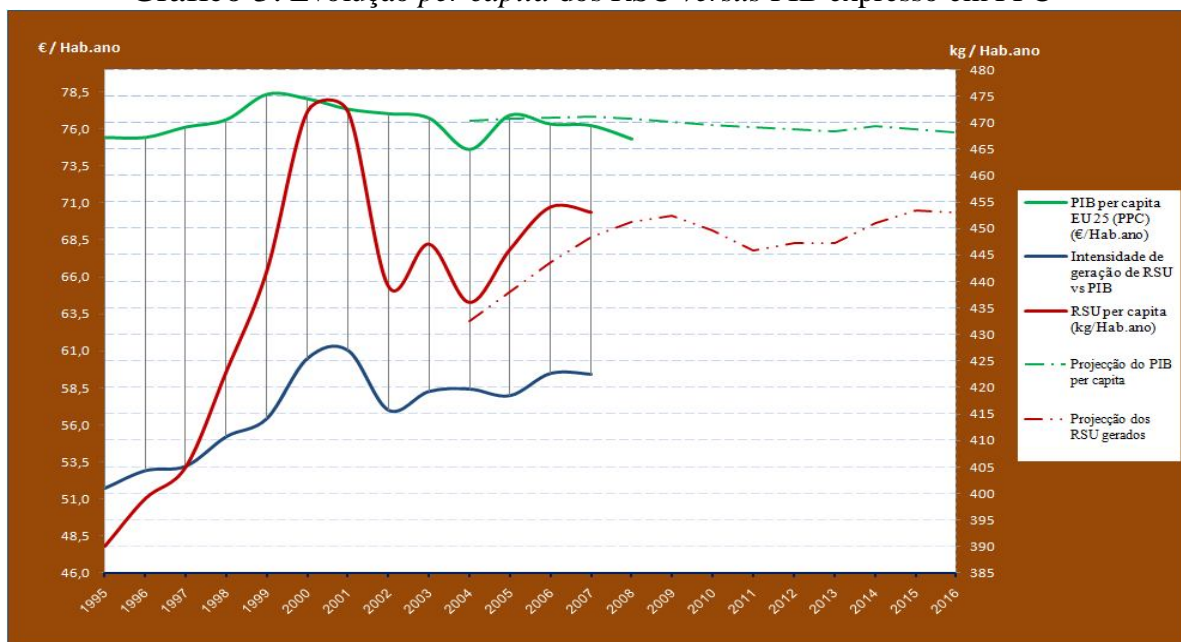
- O peso de RU provenientes da recolha indiferenciada relativamente ao total de RSU gerados em 2007 foi 92%,²³ estimando-se um decréscimo anual de 0,2%, em consequência duma melhoria nas atitudes e comportamentos das famílias e sectores de actividade, assente numa maior consciência ambiental resultado das acções de sensibilização.

Com base nestes pressupostos, as projecções calculadas que se observam no gráfico 4 na da linha tracejada a vermelho, estimaram-se com base num indicador que melhor correlaciona no tempo as variáveis PIB e RSU, denominado “Intensidade de geração de RSU versus PIB per capita”²⁴ que, segundo o Banco Mundial (1999), passo a citar:

“... a geração dos RSU aumenta em função do crescimento da população e do rendimento per capita, particularmente nos países desenvolvidos, resultado do modelo em que se baseiam os actuais hábitos sociais em que de aquisição dos bens materiais são um meio genérico das pessoas perseguirem o tipo de vida que valorizam”.

Este indicador traduz, de certo modo, uma medida da eco-eficiência a nível nacional.

Gráfico 3: Evolução per capita dos RSU versus PIB expresso em PPC



Esta previsão, como qualquer outra análise provisional, evolui num cenário do tipo ‘business as usual’, privilegiando-se a continuidade da actual tendência económica (crescimento em baixa),

²³ V.d. Relatório do Estado do Ambiente (REA) 2007, página 165 figura 4.6.5. - Recolha indiferenciada e selectiva dos RSU gerados em Portugal continental em 2007.

²⁴ V.d. Anexo III - Inferência Estatística.

sendo a variação média do PIB *per capita* (PPC)²⁵ para os períodos em análise, como se ilustra no quadro seguinte.

Δ	1995 - 2007	2008 - 2016
PIB <i>per capita</i> (PPC)	1,1%	0,9%

Aceitando que a variação do PIB *per capita* no período 2008 – 2016 será de +0,9%, na tabela seguinte apresenta-se o remanescente anual estimado da fracção de RSU que é necessário desviar de aterro para poder ser valorizado energeticamente na forma de um CDR.

TABELA 5: Previsão da quantidade de RSU em Portugal Continental

Ano	RSU gerados	RU Indiferenciados	Reciclagem		Valorização			Aterro				
			Taxa de reciclagem	Quantidade reciclada	Material proveniente das UTMB (composto orgânico)		Valorização energética (Incineração)	Deposição estimada	Deposição máxima autorizada (fracção resto)		Remanescente estimado	
			(%) ⁽²⁾	kt	(%) ⁽²⁾	kt	kt ⁽³⁾	kt	kt	(%) ⁽⁴⁾	kt	
2009	4.806	4.422	16%	685	23%	1.017	984	1.735	1.126	50%	609	456
2010	4.783	4.391	16%	765	23%	1.010		1.631	1.081	48%	550	
2011	4.767	4.366	17%	810	27%	1.196		1.376	1.036	46%	339	
2012	4.760	4.350	17%	809	29%	1.240	1.000	1.317	991	44%	326	162
2013	4.755	4.337	17%	808	31%	1.344		1.184	946	42%	238	
2014	4.815	4.334	18%	843	33%	1.430		1.061	901	40%	160	
2015	4.826	4.334	18%	845	35%	1.517		972	834	37%	139	
2016	4.815	4.314	18%	843	36%	1.570	901	788	35%	113		

(1) Fonte REA 2007, página 165 figura 4.6.5. - Recolha indiferenciada (92%) dos RSU gerados em Portugal continental em 2007.

(2) Fonte PERSU II V.d. quadro 7.4. pag. 88 Objectivos de valorização e reciclagem.

(3) Cortesia das empresas Valorsul e Lipor: Capacidade instalada da VALORSUL e da LIPOR totaliza 1.000.000 t ano de RSU. Actualmente a VALORSUL produz 660 GJ/h e a LIPOR II: 380 GJ/h, resultante da incineração anual directa de 984.000 t de RU.

(4) Metas estabelecidas na Directiva Aterros e na ENRRUBDA (em 2009: 50% e em 2016: 35% dos RUB produzidos em 1995: 2.252.720 t).

Conclui-se assim, uma existência potencial em termos médios para o 1º quadriénio de cerca 453.000 t RSU, com um decréscimo significativo, da ordem dos 65%, no 2º quadriénio, em que o crescimento efectivo da população residente em Portugal Continental à taxa anual de 0,2% não se revela determinante na evolução da fracção remanescente.

Este decréscimo é resultante da optimização das infra-estruturas de gestão multimaterial consequentes dos investimentos operados nas operações de reciclagem e da valorização material e energética.

Estas previsões, quando comparadas com as metas do PERSU II,²⁶ conforme se ilustra na tabela 6, revelam desvios que não são significativos, considerando que no ano de elaboração do

²⁵ Dados do Eurostat

²⁶ V.d. página 88, quadro 7.4 do PERSU II

PERSU II (2006) as projecções para o PIB se previram na base de um crescimento económico em alta.

TABELA 6: Desvios entre os valores de referência e as projecções calculadas

ANO	Valorização Material				Reciclagem			
	Metas de referência	PERSU II (kt)	Projecção (kt)	Δ	Metas de referência	PERSU II (kt)	Projecção (kt)	Δ
2009	21%	974	989	-2%	14%	660	667	-1%
2011	26%	1.274	1.164	9%	17%	823	807	2%
2016	36%	1.646	1.569	5%	18%	823	843	-2%

É ainda expectável que os quantitativos projectados estejam subavaliados, porque assumem um conjunto de incertezas, nomeadamente:

- Quanto à eficiência real de recuperação dos materiais recicláveis nas Unidades de Tratamento Mecânico e Biológico (UTMB), resultantes dos investimentos praticados em soluções tecnológicas de melhoria da eficiência operacional, condição imperativa para o cumprimento das metas parcelares apontadas no PERSU II;
- Da efectiva entrada em laboração das novas unidades de TMB previstas no PERSU II só entrarem em funcionamento em 2012/2013, segundo a informação disponível nos Planos de Acção Elaborados pelos Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (PAPERSU)²⁷;
- A não ocorrência de entrada em funcionamento de novas unidades incineradoras, estimando-se contudo uma melhoria da sua eficiência em 25%;
- Pela utilização do PIB *per capita* em Paridades de Poder de Compra (PPC) sendo um indicador de conjuntura, não é o mais representativo do bem-estar económico populacional, dado que reflecte também a produção industrial, majorando a avaliação, pela inclusão de algum quantitativo de Resíduos Industriais Banais (RIB) nos RSU. A forma de minimizar este efeito, seria correlacionar a evolução dos RSU gerados com o indicador do consumo privado (uma das componentes do PIB) o qual, tenderá a variar menos com as variações da conjuntura económica global;
- Pela não alteração da forma de evolução dos padrões de consumo e das tendências do estilo de vida conduzido pela posse material, conveniência, compra individualizada ou sazonal, produtos mais processados e embalados e factores tecnológicos;

²⁷ Fonte APA – Estratégia dos Combustíveis Derivados de Resíduos (Maio 2009)

- Pelo decréscimo anual previsto de unicamente 0,2% dos RSU gerados os quais entre vários factores, depende sobretudo da “atitude” dos consumidores, parâmetro sobre o qual se procura actuar pelo incremento da reutilização.
- Pelo facto dos actuais modelos de recolha na fonte não preverem quaisquer alterações (e.g. a obtenção de uma maior eficiência das fracções separadas na fonte, pela aplicação do princípio “*Pay-As-You-Throw*” (PAYT), revela-se um modelo eficaz por via dos incentivos financeiros às comunidades que promovam a separação na fonte, aumentando assim as taxas de recolha selectiva e reduzindo a pressão da recolha indiferenciada).

Quanto ao impacto da crise económica e financeira, surgida em 2008, na geração dos RSU, as análises de mercado efectuadas revelaram unicamente uma alteração na forma de consumo pela procura de produtos mais económicos, em vez da previsível quebra generalizada do consumo, i.e. a quantidade de desperdício não sofreu alteração.

Contudo a análise de viabilidade de produção do CDR com base nos quantitativos disponíveis é, por si só, insuficiente, pois requer complementarmente uma análise às características físico-químicas do “mix” de materiais existentes nessa fracção, o reconhecimento do seu potencial económico, qual o modelo de gestão que viabiliza o investimento a longo prazo, e quais as condicionantes sociais e políticas que previamente são necessárias ponderar para efectuar o projecto.

Temáticas que serão analisadas no âmbito do capítulo seguinte.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo, incidirá sobre as temáticas mais pertinentes relacionadas com esta dissertação, designadamente:

- O que é um Combustível Derivado de Resíduo, que características e tipos existem e como se classificam;
- Quais os meios tecnológicos necessários à produção do CDR;
- Qual o modelo empresarial estratégico que potencia a sustentabilidade do CDR.

3.1. Combustíveis Derivados De Resíduos

A origem dos combustíveis derivados de resíduos (CDR) conforme anteriormente referido remonta aos anos 70 no decorrer da crise petrolífera, o qual foi então promovido a combustível de baixo custo.²⁸

O termo CDR destina-se a designar a(s) fracção (ões) combustível recuperada a partir de resíduos sólidos não perigosos. Actualmente, começa já surgir no mercado dos combustíveis alternativos a designação de Combustível Sólido Recuperado (CSR), consistindo a principal diferença de que estes últimos terem necessariamente de possuir características compatíveis com normas e especificações de qualidade, ou seja, serem considerados como produtos, enquanto o CDR é classificado como resíduo.

Para um CDR ser um combustível terá de garantir pelo menos as seguintes características²⁹:

- Um poder calorífico inferior (PCI)³⁰, superior ao valor mínimo;
- Um teor de humidade³¹ inferior ao limite pré-estabelecido;
- Características físicas compatíveis com o sistema de combustão do utilizador final;
- Garantir estabilidade biológica de modo a não produzir odores desagradáveis e não constituir perigo para a saúde dos intervenientes que intervêm no se processo de queima.

Para melhor enquadrar as várias fracções de resíduos, enquanto potenciais combustíveis, Dong e Lee (2009) publicaram os PCI de algumas dessas fracções que podem incorporar o CDR.



“Fluff” de CDR

²⁸ Glorius, T.; Tubergen J.V.; Pretz, T.; Khoury, A.; Uepping, R (s.d.). Solid Recovered Fuels – Contribution to BREF “Waste Treatment”. European Recovered Fuel Organization (ERFO); Institute and Chair of Processing and Recycling of Solid Waste, RWTH Aachen;

²⁹ Palazzolo, R.; Coda, F.; Coggiola, F.; Porto, G; Giuside, R (2008). “RDF Ozone Desinfection” - Secondary International Symposium on Energy from Biomass and Waste. Veneza 2008

³⁰ Poder calorífico inferior é a energia libertada na forma de calor de um dado material.

³¹ Teor em humidade é quantidade máxima de de água que uma dada substancia pode conter, a uma determinada temperatura.

TABELA 7: Fracções e o poder calorífico inferior das principais fracções de resíduos³²

Constituinte	Fracção mássica típica em Portugal Continental ³³	PCI da fracção (MJ/kg)
Papel e cartão	24	13,2 – 15,0
Plásticos	11	28,2 – 33,5
Madeira	12	13,9 – 18,4
Têxtil	3	21,0 -22,0
Borracha e napa	5	70,2 - 44,4
Matéria orgânica	34	1,7 – 2,0

Complementarmente a título de exemplo, apresenta-se na tabela seguinte a composição típica de CDR produzidos em duas instalações a partir de Unidades de Tratamento Mecânico e Biológico (UTMB) para os RSU.

TABELA 8: Composição típica do CDR³⁴

Constituinte (%)	Grotmij (Holanda)	Herhof (Alemanha)
Papel e cartão	25	55
Plásticos	15	5
Fracções combustíveis (borracha, e madeira)	30	30
Têxtil	0	5
Finos	0	0
Matéria orgânica	15	10
Fracções não combustíveis	5	0

Por último, apresenta-se na tabela seguinte algumas das características físico-químicas essenciais, para a caracterização de combustíveis, tendo por objectivo a comparação entre os combustíveis tradicionais e alternativos.

TABELA 9: Comparação de parâmetros entre combustíveis sólidos tradicionais e alternativos³⁵

Parâmetro	Antracite	Lenhite	Petcoque	CDR		
				Centrais termo-eléctricas a lenhite	Centrais termo-eléctricas a antracite	Cimenteiras a petcoque
PCI médios (kcal/kg)	5 900	2 200	7 600	3 300 – 3 800	4 300 – 5 900	3 200 – 3 400
Humidade (%)	10	53	7	<35	< 15	< 10
Cinzas (%)	10 -12	4 - 5	0,3 – 0,5	< 20	15	< 15
Cloro (%)	<0,3	< 0,06	< 0,01	0,5	<1	< 0,7
Enxofre (%)	1	0,2	5	0,5	1	0,2

³² Dong, T.T.T.; Lee, B. (2009). “Analyses of potential RDF resources from solid waste and their energy values in the largest city of Korea. Waste Management, 29, 1725 – 1731.

³³ Relatório do Estado do Ambiente 2008, pág.166 publicado pela APA (2008)

³⁴ Marsh, R.; Griffiths, A. J.; Williams, K.P.; Wilcox, S.J. “Physical and Thermal proprieties of extruded refuse derived fuel” Processing Technology, 88, 701 – 706 (2007)

³⁵ Adaptado de: Roos, H. j.; Peters, W (2007). “Advanced processing of municipal solid waste for the production of high-grade quality fuels.” Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, Sardenha (2007)

Genon e Brizio³⁶ (2008) compilaram a partir de diversas fontes, alguns dos contaminantes presentes nos CDR e nos combustíveis tradicionais utilizados nas cimenteiras, os quais na tabela seguinte apresentam-se os principais.

TABELA 10: Comparação de alguns contaminantes entre combustíveis sólidos tradicionais e alternativos utilizados nas cimenteiras e termoelectricas.

Parâmetro (ppm)	CDR		Carvão		Petcoque	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Cádmio	0,18	2,6	0,05	10		0,3
Crómio	11,3	140	0,5	60	0,1	104
Cobalto	0,6	4	0,5	20		
Mercúrio	0,1	0,4	0,02	4,4	0,01	0,1
Níquel	0,85	21	0,5	100	200	300
Chumbo	25	157	1	300	2,4	100
Cobre	45	266	5	60		
Cloro	0,28	1			0,01	0,05
Vanádio	0,3	7	1	100	400	2342

(ppm - partes por milhão)

Adaptado de Genon (2008)

Em suma, e de acordo com ROOS e Peters (2007) os factores de sucesso para a classificação de um CDR como combustível alternativo devem-se essencialmente a³⁷:

- Obter-se um produto com características definidas de acordo com uma especificação compatível com a utilização final;
- Adequada selecção das matérias-primas utilizadas no processo de produção;
- Uma adequada tecnologia de processamento;
- Um controlo de qualidade do CDR eficiente.

3.2. Enquadramento Normativo

No ponto anterior apresentaram-se os principais diplomas e instrumento regulamentares que na actual conjectura nacional e europeia, possibilitam a utilização dos CDR pelos diversos sectores industriais. No âmbito normativo, existem duas comissões técnicas no Comité Europeu de Normalização (CEN), responsáveis pela criação e definição de sistemas de garantia de qualidade e referenciais normativos, que operam no domínio dos CSR, designadamente a:

- CEN/TC 343 – Comité técnico para a padronização de combustíveis sólidos recuperados;
- CEN/TC 118 – CEN/TR 14745: 2003 – Relatórios sobre combustíveis sólidos recuperados.

³⁶ Genon, G.; Brizio, E. "Perspectives and limits for cement kilns as a destination for RDF" Waste Management, doi:10.1016/j.wasman.2007.10.022

³⁷ Roos, H. J.; Peters, W (2007). "Advanced processing of municipal solid waste for the production of high-grade quality fuels." Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, Sardenha (2007)

A nível nacional a criação e o acompanhamento dos referenciais normativos neste domínio está a cargo da CT 172 “Combustíveis Derivados de Resíduos e Biocombustíveis Sólidos”, coordenada pelo Instituto Superior Técnico. Recentemente, foi publicada a NP 4486:2008 sobre o CDR, que veio em suma transpor para o normativo nacional o já estabelecido pela CEN 172. Presentemente encontra-se em desenvolvimento e aguarda publicação a Estratégia para os Combustíveis Derivados de Resíduos, elaborado pelo Grupo de Trabalho interministerial constituído na sequência do Despacho de 2 de Janeiro de 2009 pelo Secretário de Estado do Ambiente.

3.3. A Utilização Do CDR Na Europa

Segundo Gidararakos³⁸ (2008) até 1984 existiam 53 instalações de produção de CDR na Europa, a maioria no Reino Unido e na Suécia, contudo devido ao elevado teor em cloro e em metais a procura destes combustíveis não era significativa.

Desde então, devido aos factores já referidos no ponto 1.1., acrescidos da liberalização do mercado energético, que abre novas perspectivas para os sectores económicos que utilizam instalações de combustão possibilitando uma maior competitividade comercial pela via da redução dos custos energéticos, tem impulsionado o CDR na Europa como fonte de energia alternativa.

Complementarmente, no actual contexto europeu distinguem-se três vertentes segundo as quais, o CDR, enquanto fonte de energia deve ser analisado segundo um modo integrado.³⁹

- Enquanto combustível na sua definição;
- Enquanto fonte de energia alternativa;
- Enquanto fonte de energia que reduz as emissões de CO₂ fóssil.

Face ao exposto, na tabela 15 apresenta-se a quantidade e respectiva capacidade instalada das instalações produtoras de CDR na Europa.

Os valores desta tabela podem não reflectir o número actual de instalações ou a sua capacidade. A principal razão, deve-se a ser um mercado muito dinâmico em que os dados se alteram rapidamente e/ou porque não foi fornecida qualquer informação pelas TWG⁴⁰.

Schingnitz et al. (2008)⁴¹ estimam que actualmente são produzidos na Alemanha cerca de 7

³⁸ Gidararakos, E.; Simantiraki, F. (2008) “RDF Evaluation in Region of Chania, Crete.”, Second International Symposium on Energy from biomass and Waste, Veneza 2008

³⁹ Dias, S. M.; Costa M. (2006), “Avaliação do Potencial de Produção e Utilização de CDR em Portugal Continental”. IST-CEBQ, Junho de 2006

⁴⁰ TWG - Na âmbito da troca de informação entre os vários Estados Membros e a indústria, prevista pelo artigo 16º (2) da Directiva IPPC, foi criado o European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB) onde vários grupos de trabalho (Technical Working Groups – TWG) desenvolvem documentos de referência das MTD (BREF – Best Available Techniques Reference Documents) para os diferentes sectores de actividade.

⁴¹ Schingnitz, D; Hoffmann, G.; Gliess, M.; Wagner, J. Environmental and Economics Evaluation of Refuse Derived Fuels: Current situation prospects. Second International Symposium on Energy from Biomass and Waste. (Veneza 2008)

milhões de toneladas de CDR, contudo apenas 3,2 milhões são utilizadas como combustíveis alternativos em instalações de produção de energia ou cimenteiras, sendo que aproximadamente 50% das necessidades de combustíveis nas cimenteiras, são cobertas por CDR. A utilização do CDR nas centrais térmicas na UE está ainda no começo.⁴²

TABELA 11: Número e capacidade de instalações produtoras de CDR

País	Instalações	Capacidade Instalada (kt)
Bélgica	(E)	
Dinamarca	13	
Alemanha	34	
Espanha	5	
França	(E)	1 400
Irlanda	(E)	
Itália	27	2 080
Luxemburgo	(E)	
Holanda	(E)	
Áustria	10	
Portugal	Y	165
Finlândia	37	800
Suécia	(E)	
Reino Unido	(E)	
Irlanda	(E)	
Noruega	(E)	
Total	126	4 445

(E) – Existe, mas a informação não está disponível.

Adaptado de: European Commission “Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on the Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries” 2006

Na Europa a industria cimenteira é a maior consumidora de CDR, existindo actualmente 100 fábricas a valorizar energeticamente diferentes tipos de resíduos.⁴³

3.4. Classificação Dos CDR

À luz da actual legislação europeia os CDR são classificados como resíduos, de acordo com o código “19 12 10 – Resíduos combustíveis (combustíveis derivados de resíduos)” da Lista Europeia de Resíduos. Com a publicação da nova “Directiva de Resíduos” (2008/98/CE, de 19 de Novembro, do Parlamento Europeu contemplou-se, no seu art.º. 6, a possibilidade de determinados resíduos poderem ser desclassificados com tal, caso tenham sido submetidos a uma operação de valorização e simultaneamente satisfaçam os seguintes requisitos:

- A substancia ou objecto ser utilizado para fins específicos;
- Existir um mercado ou uma procura para essa substancia ou objecto;

⁴² Roos, H.J.; Peters, W. Advanced processing of municipal solid waste for the production of high-grade quality fuels. Eleventh international Waste Management and Landfill Symposium. (Sardenha 2007)

⁴³ Genon,G.;Brizio, E. “Prespectives and limits for cement kilns as a destination for RDF. Waste Management, doi 10.1016/j.wasman 2007. 10.022

- A substancia ou objecto satisfazer os requisitos técnicos para fins específicos e respeitar a legislação e normas aplicáveis aos produtos;
- A utilização da substancia ou objecto não acarretar impactos globalmente adversos do ponto de vista ambiental ou da saúde humana.

A nível normativo, o sistema de classificação do CDR está estabelecido pela CT 343, baseia-se essencialmente em três parâmetros: económico (poder calorífico inferior), técnico (teor em cloro) e ambiental (conteúdo em mercúrio).

Estes parâmetros foram escolhidos de forma a dar ao consumidor final uma ideia aproximada da qualidade do combustível, podendo assim, facilmente aferir a qualidade do combustível que compra através da análise destes três parâmetros.

3.4.1. Classes Dos CDR

O sistema de classificação dos CDR na Europa, assenta no estabelecimento de valores limites para as propriedades relevantes dos combustíveis alternativos.

Estas propriedades e limites são estabelecidos segundo a norma CEN/TS 15539: 2006 e mais recentemente pela NP 4486: 2008.

Cada um dos parâmetros referidos no ponto anterior, servem para enquadrar o CDR numa das 5 classes estabelecidas na NP 4486 (2008). Além da classificação, a verificação da conformidade é efectuada segundo a metodologia prevista na Norma referida, é ainda necessário, que o produtor e o consumidor estabeleçam uma especificação que contenha além da descrição do produto (origem, forma e dimensão) outros parâmetros físico-químicos que pode incluir o seu conteúdo em carbono biogénico, parâmetro de extrema relevância para os consumidores pela poupança de emissões de GEE que daí resultarão.

3.4.2. Tipos De CDR

A produção de CDR pode ser efectuada de modo a obterem-se três tipos de produtos distintos, que se caracterizam por diferentes formas do material produzido (Diaz et al., 2006). Genericamente classificam-se os CDR em função da forma nas seguintes categorias (Diaz et al., 2006):

- Fluff – materiais soltos de baixa densidade (0,15 – 0,25) que devido às suas características é facilmente transportado por ar;

- Pellets – aglomerado de material solto na forma de cubos, cilindros ou discos cuja dimensão é geralmente inferior a 25 mm;
- Briquette – cilindro produzidos por aglomeração do material solto com uma dimensão superior a 25 mm.

3.5. Processo de Produção De CDR

Segundo Spencer (2000)⁴⁴, a produção de CDR a partir de RSU conduz a um aumento da vida útil dos aterros e à redução de GEE.

A produção de CDR, que corresponda às necessidades caloríficas que deles se esperam, exige linhas de produção tecnologicamente avançadas cujo valor do investimento compromete a sua viabilidade económica. O somatório das operações processuais faz com que a relação entre a quantidade inicial de resíduos e a quantidade dos CDR produzida seja de algum modo comprometida pela exigência da qualidade dos CDR.⁴⁵

Em suma, a produção de CDR com elevado poder calorífico e qualidade exige não só linhas de produção muito complexas, traduzindo-se ainda em perdas de massa significativas, afectando consecutivamente o rácio entre a quantidade de CDR produzida e a massa de resíduos à entrada.⁴⁴

A produção de CDR pode ser estratificada em várias etapas, não existindo porem um processo “standard”. Como resultado, em função das características da qualidade a respeitar, e da tipologia dos resíduos, diferentes processos e metodologias podem ser aplicadas. As características mais relevantes utilizadas no tratamento de resíduos são a densidade, a forma, susceptibilidade magnética e a condutividade eléctrica dos materiais (Glorius *et al.*, *s.d.*).

Na concepção de uma linha de produção é essencial manter presente que os resíduos são misturas heterogéneas de materiais, por vezes muito complexas.

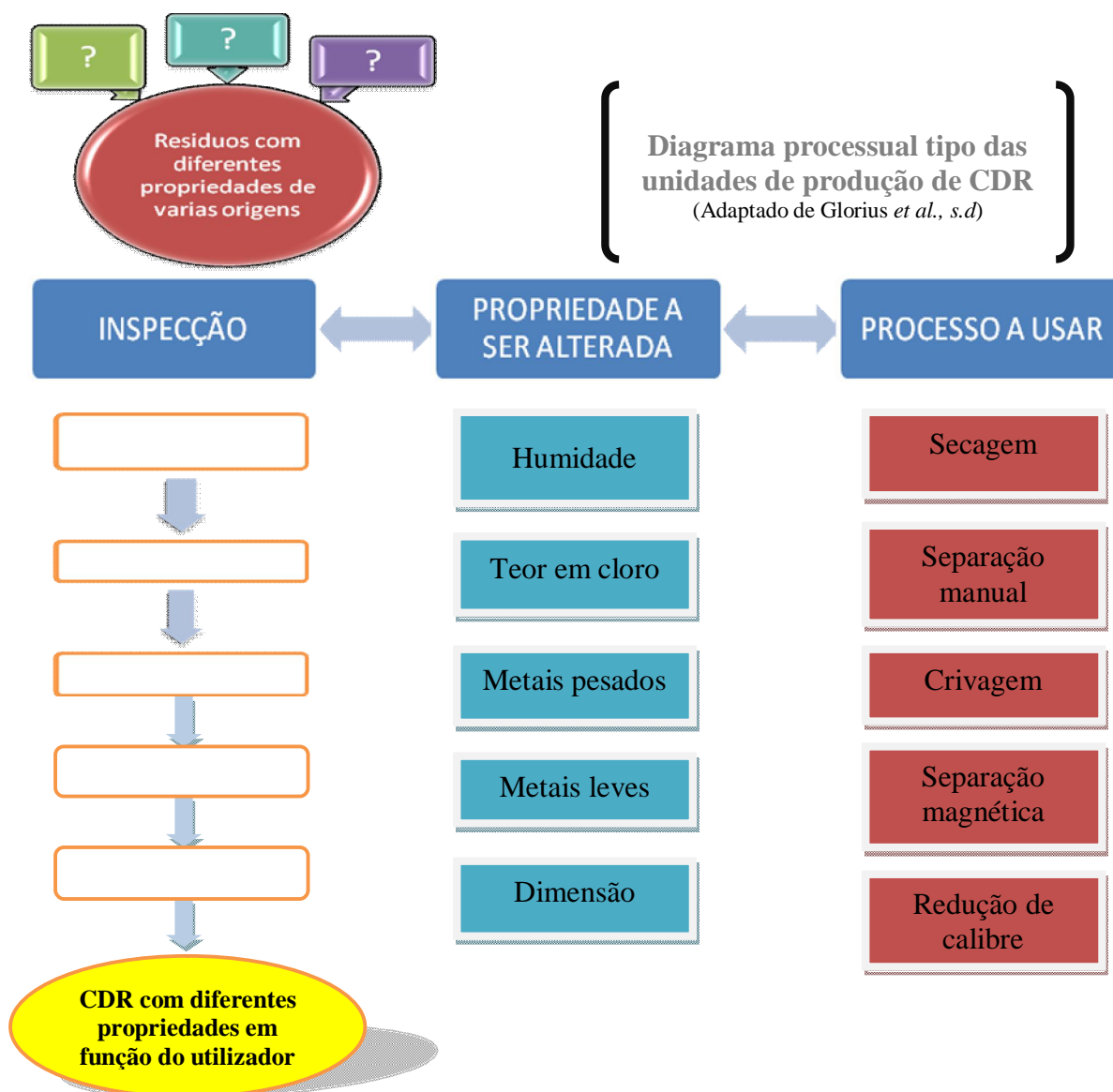
A produção deve portanto começar pela homogeneização dos materiais de partida, a matéria-prima, através de tecnologias relevantes e aplicáveis.

Consequentemente cabe aos produtores do CDR reduzir essa heterogeneidade pela adopção de várias operações unitárias (Glorius *et al.*, *s.d.*). De um modo resumido é possível encontrar unidades de produção de CDR parte ou todas as operações unitárias abaixo listadas e definidas através do diagrama seguinte.

⁴⁴ Spencer, R.; Yasuda, Y. “Environmental and Economic Evaluation of Refuse Derived Fuels”: With a Special Focus on the Application on Japanese Technology in Canada. (June 2000)

⁴⁵ Capputo C.; Pelagagge M.; “RDF Production plants: I Design and Costs” Applied Thermal Engineering, 22, 423 – 437 (2002 a)

FIGURA 2: Diagrama processual para produção do CDR



Ainda a título de exemplo, na tabela seguinte apresentam-se algumas das deficiências mais comuns na qualidade do CDR as quais, tem impacto no consumidor e as tecnologias que permitem corrigi-las (Roos et al., s.d 2007).

TABELA 12: Tecnologias para corrigir desvios à qualidade do CDR

Deficiências no processamento	Ação recomendada
Deficiência na combustão devido à dimensão do CDR	Trituração
Conteúdo em metais não ferrosos elevado	Separador de Eddy
Existência de metais ferrosos	Separador magnético
Teor em cloro elevado	Separador por infra vermelhos
Humidade elevada	Secagem

A instalação objecto da dissertação, cujo esquema representativo apresenta-se no anexo II, inclui na fase de arranque as operações unitárias mínimas necessárias para a tipologia dos resíduos a transformar para obtenção de um CDR com as características requeridas pelos utilizadores finais, pressupondo a necessidade de optimização no âmbito qualitativo no decurso dos dois primeiros anos de produção.

Os resíduos a serem processados na instalação tem a sua origem essencialmente das unidades de triagem dos operadores de gestão de resíduos, embora alguns possam ter origem nas actividades industriais. Na tabela seguinte, apresenta-se a lista dos resíduos e os códigos da Lista Europeia de Resíduos (LER) a processar pela instalação.


TABELA 13: Principais matérias-primas para a produção de CDR

Código LER ⁴⁶	Designação	Origem
15 01 01	Embalagens de papel e cartão.	RIB
15 01 02	Embalagens de plástico	RIB
15 01 03	Embalagens de madeira	RIB
15 01 05	Embalagens compósitas	RIB
19 12 12	Outros resíduos (incluindo misturas de materiais) do tratamento mecânico de resíduos não abrangidos em 19 12 11.	RSU
20 01 99	Outras fracções não anteriormente especificadas	
20 03 01	Outros resíduos urbanos e equiparados, incluindo misturas de resíduos.	RSU
20 03 99	Resíduos urbanos e equiparados não anteriormente especificados	

No ponto seguinte, serão definidos cada uma das operações unitárias apresentadas no anexo II.

3.6. Operações Unitárias

Neste ponto serão descritos os equipamentos correspondentes a cada uma das operações unitárias utilizadas no investimento para a produção do CDR, as suas características técnicas e o seu impacto na qualidade do CDR produzido.

 **Zona de recepção:** A primeira etapa do circuito da fracção remanescente dos RSU em qualquer instalação é a portaria, que deverá possuir uma balança onde se processa à passagem dos camiões entrados e saídos com os diferentes fluxos de materiais. Após a entrada dos camiões com os RSU são descarregados numa área destinada para o efeito, vulgarmente referenciada por plataforma de descarga. Nesta plataforma deverá ser possível ao operador recolher amostras da carga para caracterização físico-química em laboratório da

⁴⁶ LER - Lista Europeia de Resíduos. Os diferentes tipos de resíduos incluídos na lista estão totalmente identificados pelo “código LER”, composto por seis dígitos para cada um dos resíduos. Esta lista está publicada na Portaria n.º 209/2004, de 3 de Março.

instalação e efectuar uma pré-triagem de quaisquer materiais indesejáveis (Glorius *et al.*, *s.d.*).

Esta zona de recepção é coberta e fechada de modo a evitar a libertação de odores, poeiras e ruído. Deve ainda, possuir um sistema de ventilação para extracção de ar e evitar paralelamente a libertação de odores. Como medida de segurança, a zona de recepção deve estar equipada com um eficiente sistema de combate a incêndios devido ao risco associado à auto-ignição dos RSU ou à degradação biológica, uma vez que esta origina um aumento de temperatura (Glorius *et al.*, *s.d.*).

✚ Pré-triagem: O processo e a forma de alimentação são cruciais devido à influência que tem no CDR. Alguns dos mecanismos que facilitam este processo são o controlo das entradas através da recolha e caracterização de amostras e um profundo conhecimento da sua origem. Em algumas instalações o efeito da homogeneização das entregas consiste em existir diversas áreas em função da tipologia dos resíduos a receber, designadamente de origem: industrial, de centrais de tratamento mecânico e do sector comercial (Glorius *et al.*, *s.d.*).

✚ Alimentação: Esta operação destina-se a conduzir os materiais até à linha de produção a qual é realizada por máquinas giratórias ou pás carregadoras com garras acopladas (Glorius *et al.*, *s.d.*). Actualmente as cabines de operação destas máquinas são ou pressurizadas ou estão equipadas com filtros de partículas para garantir condições de saúde aos operadores.



✚ Trituração: A maioria dos RSU apresentam uma densidade muito baixa e são constituídos por diversos materiais e varias formas e dimensões (Cheremisinoff, 2003). A operação trituração destina-se a reduzir o calibre dos materiais e o seu objectivo é essencialmente reduzir o calibre dos materiais e o seu objectivo depende das operações seguintes ou dos requisitos dos sub-produtos, caso existam (Glorius *et al.*, *s.d.*). Existem vários factores que interferem na dimensão das partículas após trituração, entre elas a composição dos resíduos, o caudal, a humidade e o tipo de equipamento (Diaz *et al.*, 2006). O posicionamento no processo de produção da trituração, assim como o tipo de triturador influencia directamente o desempenho e a eficiência da separação a jusante (Diaz *et al.*, 2006). Em função do equipamento, a trituração divide-se:

1. Destroçamento para desintegração dos vários materiais;
2. Produção de fracções com uma determinada gama granulometrica.

O material triturado pode ainda ser classificado como grosseiro, médio ou fino (< 1 mm). A maioria das instalações para produção de CDR utiliza a trituração grosseira uma vez que a produção de CDR com granulometria fina implica um elevado consumo de energético (Glorius *et al.*, *s.d.*). Alguns estudos experimentais indicam que o consumo energético para produzir material com uma granulometria em 90% das partículas tenham 100 mm, é cerca de 6 kWh/t, enquanto para reduzir para 10 mm é da ordem dos 45 kWh/t (Diaz *et al.*, 2006).

O equipamento utilizado na pré-trituração e trituração secundária são constituídos por dois rotores, possuindo cada rotor vários “dentes” cravados alternadamente entre si, que permite aplicar sobre os materiais uma tensão de corte longitudinal e transversal para além do efeito de destroçamento (Glorius *et al.*, *s.d.* e Komptech, 2009). A dimensão das partículas à saída, depende da distância entre os dentes, da respectiva orientação e da quantidade processada (Pichtel, 2005).



Tambor triturador

✚ Separação magnética: o processo mais comum para separar metais ferrosos é recorrendo



à separação magnética (Kreith *et al.*, 2002). Em regra os separadores magnéticos são colocados após a operação de trituração grosseira. Esta opção traz particular vantagem nomeadamente quando os materiais são reduzidos a uma dimensão compatível com o funcionamento dos separadores magnéticos tornando possível separar alguns contaminantes, por exemplo etiquetas e rótulos que se

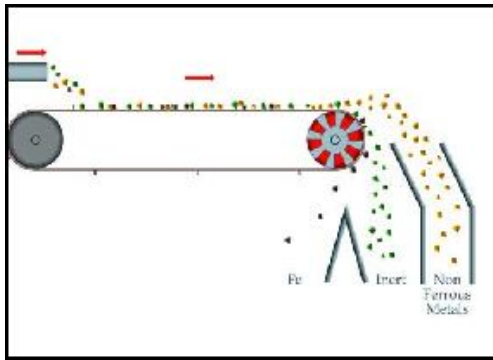
encontram agregados aos resíduos (Diaz *et al.*, 2006). Estes equipamentos extraem os metais ferrosos através de um campo magnético que á passagem do material permite que as fracções magnetizáveis sofram uma flexão e sejam separadas. Para além de retirar estes “contaminantes” do processo, os separadores magnéticos servem ainda para recuperar materiais recicláveis com elevado valor comercial como o ferro e o aço, permitindo ainda proteger os equipamentos a jusante (Glorius *et al.*, *sd*).

✚ Os separadores magnéticos “overband”, geralmente são instalados por cima dos transportadores a cerca de 400 mm de altura. A sua disposição poderá ser perpendicular (cross belt) ou longitudinalmente acima da trajectória do material, sendo a segunda opção preferível porque a remoção dos materiais é mais eficiente (Glorius *et al.*, *s.d.* e Kreith e tal., 2002).

✚ Os separadores de metais não ferrosos por corrente de Eddy são utilizados para separação de metais leves principalmente ligas de alumínio, chumbo, cobre e zinco, existentes

em embalagens e materiais eléctricos e electrónicos. O princípio de funcionamento tem em conta, que somente bons condutores eléctricos induzem uma diferença de potencial num campo magnético alterno, gerando uma corrente eléctrica à qual está associado um campo magnético oposto. Este processo conduz à rejeição dos metais não ferrosos do restante material (Manser *et al.*, 1996 e Kreith *et al.*, 2002).

A capacidade de rejeitar metais depende da dimensão, que não poderá ser inferior a 3 mm e superior a 150 mm, da forma (materiais planos e compridos são mais difíceis de separação por gerarem correntes eléctricas fracas). Estes separadores, contem um magnético em rotação colocado dentro de um tambor em fibra de vidro. O tambor magnético é constituído por magnéticos com polaridade alternada que permite na zona de



rejeição criara um campo magnético com elevada frequência (1000 Hz) (Glorius *et al.*, s.d.).

✚ **Crivagem:** Esta operação unitária consiste na separação de uma mistura de materiais em duas ou mais fracções em função da diferença de dimensões das partículas trituradas que constituem a mistura (Glorius *et al.*, s.d.). Esta operação é fundamental antes e/ou depois da redução do calibre (Glorius *et al.*, s.d.). A colocação da crivagem a montante de uma operação de trituração tem a vantagem de separar inertes e outros materiais abrasivos evitando o desgaste prematuro do equipamento. (Pichtel, 2005).



Interior do "Trommel"

A crivagem é aplicada nas linhas de produção de CDR sempre que (Glorius *et al.*, s.d.):

- O produto a utilizar é usado em função das suas dimensões;
- É necessário separar as fracções finas;



Trommel

Existem diversos tipos de tecnologias para a realização da crivagem, designadamente: rotativos, vibratórios, classificação por ar e separação balística. O tipo que é aplicado no investimento é o rotativo é o mais utilizado para misturas de resíduos com superfícies planas como sejam os materiais de embalagem, RSU e outras fracções

provenientes dos sectores do comércio e da indústria. As vantagens destes equipamentos é serem livre de ruído e vibrações, possibilitarem a homogeneização dos materiais e a remoção

de pequenas partículas aderentes aos materiais, os finos. Glorius e Diaz *et al.*, (2006) relataram evidências experimentais em que a crivagem rotativa vulgarmente denominada por *trommel* beneficia eficazmente a fracção combustível dos RSU. Os factores preponderantes, na eficiência de um crivo rotativo são: a abertura da malha, o caudal, o comprimento do *trommel*, o diâmetro, o ângulo de inclinação e a velocidade de rotação (Diaz *et al.*, 2006).

Outra particularidade, é que materiais homogéneos de maior densidade como o vidro ou areia, passam através do crivo mais rapidamente dos que as partículas de menor densidade cuja relação área -volume é elevada (Diaz *et al.*, 2006).

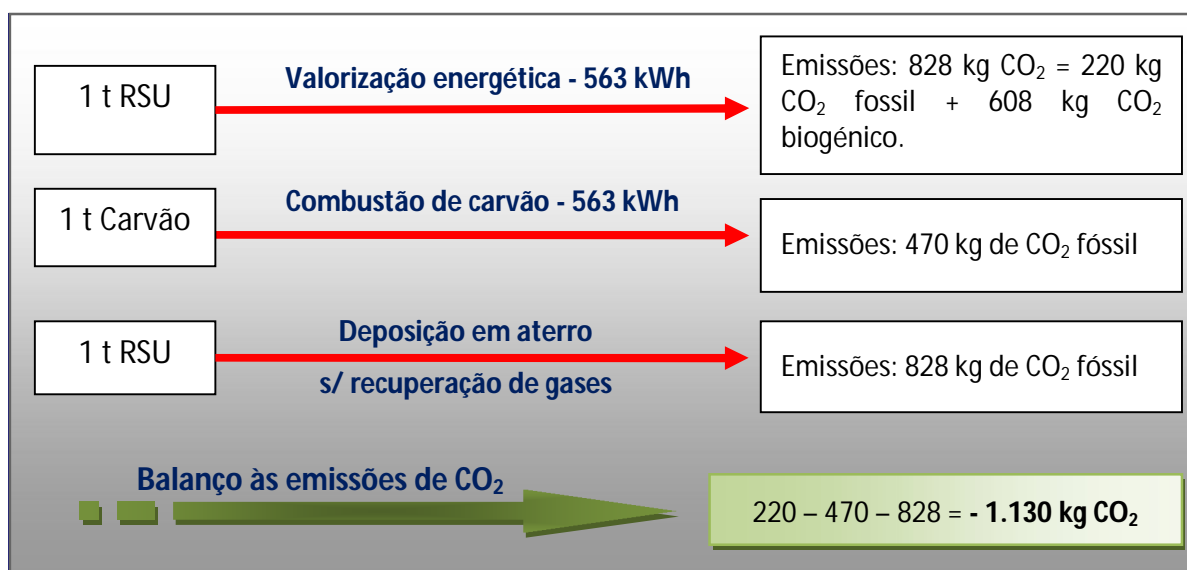
No ponto seguinte, analisaremos qual a estratégia empresarial que pode potenciar a sustentabilidade de um investimento para produção de CDR a partir de RSU.

3.7. A Estratégia Empresarial e a Sustentabilidade do CDR

A sustentabilidade do CDR está alicerçada na análise do ciclo de vida (ACV) das várias fracções que compõem os RSU, pela recuperação energética dessas fracções para produção de energia e nas emissões totais de gases geradas (0,22 kg CO₂/kWh, considerando o PCI médio do CDR de 10 MJ/kg e com 15% de carbono biogénico) (J.D. Murphy, E. McKeogh, et al, 2006).

Considerando ainda, que a deposição dos RSU em aterro, sem aproveitamento do metano gerado pela fermentação da matéria orgânica existente nos RSU (1 t de RSU é responsável pela emissão de aproximadamente 828 kg CO_{2eq}/ t RSU), teremos um balanço final em termos de poupanças de emissões de CO_{2eq} pela utilização do CDR para produção energia, de aproximadamente 1 130 kg CO₂, conforme o balanço seguinte (J.D. Murphy, E. McKeogh, et al, 2006).

Fig. 3 – Balanço às emissões directas de CO₂ resultante da utilização do CDR



Porém, como em qualquer investimento e particularmente os que estão relacionados com “resíduos”, devem ser previamente ser avaliados quais os factores de risco associados, os quais, sempre que menosprezados, podem inviabilizar a exequibilidade do mesmo (Asnani, et al. 2005).

Nos pontos seguintes, referem-se quais os principais factores de risco, que se devem analisar previamente.

3.7.1. Factores de Risco Associados à Produção de CDR

- **Preparação Do Projecto.**

Nesta fase, os investidores devem direccionar-se para a comunidade local, informando os objectivos dos eventuais benefícios económicos, ambientais e sociais que pode trazer para a comunidade, para que o projecto seja aceite.

O estigma “Not In My Back Yard – NIMBY” suaviza-se, se a comunidade perceber a finalidade do mesmo, possibilitando assim a sua adesão e cooperação a médio e longo prazo (Asnani, et al. 2006). Neste contexto, é pragmático gerir a informação proactivamente junto dos canais mediáticos locais, em vez de deixar evoluir a contestação, o que, não favorecerá a sua implantação.

A preparação do projecto deve assegurar uma informação bem planejada, baseada no conhecimento e consciencialização, quer das populações quer do poder local, podendo até, promover os meios necessários para que a sociedade local possa vir a desempenhar o papel de “vigilante” (Klunder, et. al. 2000).

- **Risco Político.**

O poder político local / central têm um papel relevante no desenvolvimento sustentável da gestão dos RSU e, sobretudo, nos projectos de valorização, actualmente muito conotados com a metáfora “resíduo paradigma de riqueza” (Asnani, et al. 2006).

Correntes políticas que defendem, em determinado momento, um modelo de valorização (e.g. incineração versus co-incineração), podem facilitar ou criar fortes obstáculos à sua implementação, repercutindo-se nas garantias dadas, as quais, no momento seguinte poderão não ser cumpridas.

Face às alternâncias de poder/opinião, ficam os investidores incapazes de controlar o momento certo para o desenvolvimento do projecto, factor que funciona como inibidor dos investimentos por parte do sector privado. O conhecimento das orientações políticas a longo prazo ou a sua previsibilidade, é uma variável relevante para a viabilização do investimento (Asnani, et al. 2006).

- **Modelos de Gestão Integrada**

Os projectos implementados nos primeiros anos foram por investidores inexperientes, com limitada capacidade técnica e organizacional (Jouni Korhonen et al 2004). A sua visão não era garantir a sua sustentabilidade a médio e longo prazo, mas rápidos benefícios económicos, sustentados na metáfora “do resíduo de paradigma riqueza” (Asnani, et al. 2006).

A conversão do resíduo em riqueza, residiu na obtenção por parte dos investidores de elevadas indemnizações do sector público por não assegurarem a quantidade e regularidade dos fornecimentos dos RSU estabelecidas contratualmente, operação que é executada pelos serviços municipais ou por empresas de capitais mistos (Asnani, et al. 2006).

Actualmente, os investidores devem adaptar o investimento à capacidade produtiva resultante da eficiência global do sistema de gestão de resíduos existente a montante, pelo que a análise prévia dos dados históricos relativos a quantidades de resíduos gerados no local é condição prévia para a adequabilidade do projecto bem como, a capacidade existente de recolha e transporte dos RSU.

Outro factor não menos importante a ter em conta é o tempo de vida útil do aterro para a deposição da fracção resto, resultante do processamento mecânico, dados capitais para garantir a viabilidade do projecto a médio e longo prazo (Schuebeler, et al.1996).

- **Exequibilidade do Projecto.**

É comum que à edibilidade não agrade ver instalada uma unidade de transformação de resíduos na sua zona, dado o subsequente acréscimo da circulação veículos transportando “lixo” (Asnani, et al. 2006). Acresce, que a proximidade de comunidades exige aos investidores a efectivação de “due diligence”, independentemente da dimensão do investimento a realizar, para identificação e avaliação dos potenciais impactos ambientais.

As variáveis ambientais mais importantes que estão associadas a um investimento desta natureza são: o odor resultante da fracção rejeitada do TM estar conspurcada com matéria orgânica, que no caso de baixa rotação de stocks exige adequado tratamento dos odores, por via da utilização de bio – filtros ou decomposição molecular por oxidação térmica; as partículas em suspensão no ar, pela presença constante de uma fracção de dimensões reduzidas (inferior a 5 mm) junto dos trituradores e crivos, as quais tem de ser removidas por aspiração e retidas em filtros de mangas e, por último, o tratamento dos efluentes líquidos resultantes das águas de lavagem, pela presença de metais pesados ou compostos halogenados⁴⁷. Estas condicionantes ambientais, atendendo que uma unidade de produção de CDR envolve investimento de capital elevado, tendem a ser subavaliadas, contudo há necessidade de minorar o “medo” real da

⁴⁷ Compostos com cloro, enxofre e fluor.

comunidade de ser condenada ao ostracismo, pela perda de “valor” ambiental com impactos potenciais sobre a saúde pública (Asnani, et al. 2006).

Para isso, deverão ser estimadas provisões, verbas consideradas como “os custos de não fazer nada”, que reflitam as estimativas de compensação ou para a optimização das infra-estruturas básicas / serviços de monitorização e controlo, contribuindo para minimizar os impactos negativos da exequibilidade do projecto (Asnani, et al. 2006).

- **Distancia ao aterro**

Os investidores têm necessidade de assegurar acessibilidade a um aterro na proximidade da instalação (Asnani, et al. 2006). Esta condicionante resulta das limitações das instalações de processamento, quando confrontadas com grandes quantidades de RSU que são necessário rejeitar, por se encontrarem altamente degradadas e/ou conspurcadas com matéria orgânica as quais, se não forem rapidamente eliminadas em aterro, podem originar na instalação quantidades elevadas de lixiviados e odores, originando contaminações de solos e dos níveis freáticos, colocando em risco a saúde e o bem-estar das populações (Asnani, et al. 2006).

Os projectos devem projectar na sua estrutura de custos variáveis as taxas para deposição em aterro e os custos de movimentação e carga e transporte dos refugos para aterro, que podem atingir em quantidade os 40% dos materiais entrados (Consonni et al. 2004). Por sua vez, a localização do aterro a distâncias superiores a 15 km, assume particular relevância pelo custo do transporte, podendo assumir custos significativos que inviabilizam economicamente o investimento (Consonni et al. 2004).

Outro factor relevante para ponderação da instalação, associado ainda à movimentação dos diferentes fluxos de materiais existentes nos RSU na sua ACV é o impacto ambiental que é gerado pelas emissões “indirectas” resultantes do transporte dos diversos materiais em galeras com capacidade de carga superior a 20 t é da ordem das 0,84 kg CO₂/km (Green c. et al. 2006).

- **Outros Factores De Risco**

Os RSU que serão transformados e, assim, adicionados de valor acrescentado, devem ser considerados não um “resíduo” mas uma "matéria-prima" para a unidade produtora do CDR. Neste cenário, as diferentes características físico-químicas das diversas fracções, bem como a quantidade de cada uma delas, são factores cruciais do ponto de vista da eficiência operacional (Consonni et al. 2004). Qualquer descontinuidade nos fornecimentos prejudica a eficiência do processo e a qualidade final do CDR.

A ausência de uma perfeita integração entre o Sistema de Gestão de RSU e uma unidade de produção de CDR é um importante factor de risco para o projecto, pela ausência de controlo

que os investidores têm nas operações a montante, geradoras do fluxo de materiais com destino ao CDR (Caputo, Pelagagge, et al. 2001).

A falta de eficiência dos Sistemas de Gestão dos RSU principalmente do TM é um factor extrínseco à produção do CDR, o qual os investidores são incapazes de intervir e do qual estão totalmente dependentes, em termos qualitativos e quantitativos (Asnani, et al. 2006).

Outras das preocupações de topo para os investidores é os RSU com algum valor económico residual são, pela via da hierarquização dos resíduos, encaminhados para reciclagem (Asnani, et al. 2006). Neste cenário, o "estado de desordem das matérias-primas" fica ainda mais agravado do ponto de vista da transformação. Reduzir esse estado de "desordem" de acordo com a segunda Lei da Termodinâmica, requer um contributo bastante elevado de energia e recursos tecnológicos, o que origina o produto final tenha de ser valorizado economicamente (Rotter, et al. 2004).

Reconhecendo esta particularidade básica, alguns países desenvolveram um conjunto de incentivos financeiros e fiscais, estes últimos pela redução dos impostos directos e indirectos (energia "verdes"), contrapondo por sua vez, taxas elevadas para a deposição dos RSU em aterro. Esta estratégia visa impulsionar o investimento no desenvolvimento dos combustíveis alternativos. A ausência efectiva de tais medidas, torna também compreensível o facto do sector privado considerar os investimentos neste sector de actividade pouco atractivos (Asnani, et al. 2006). Os factores de risco relacionados com as especificações de qualidade do CDR requeridas pelos consumidores, designadamente capacidade térmica, ausência de contaminantes (metais pesados e compostos halogenados) e regularidade na homogeneidade dos fornecimentos, condicionam a dimensão do mercado e a comercialização do CDR (Asnani, et al. 2006).

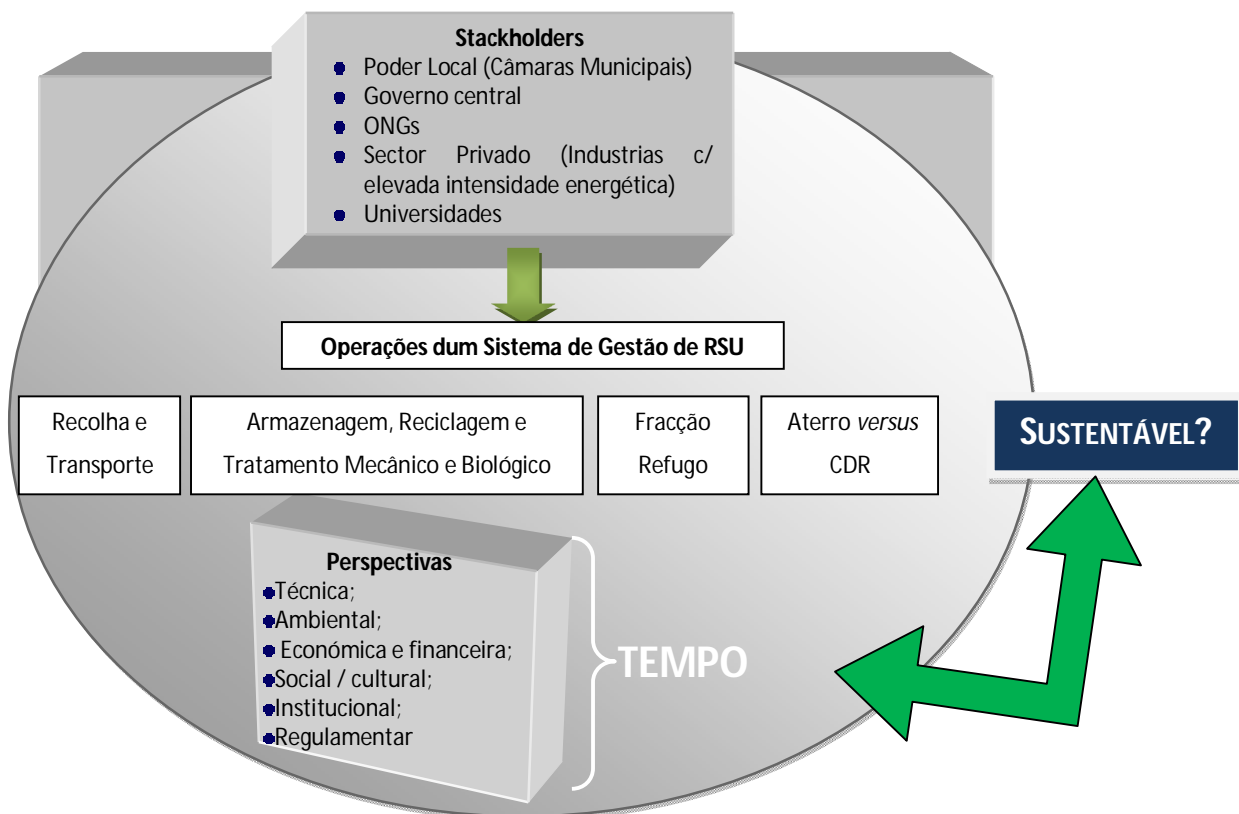
3.7.2. Modelo para a Gestão Integrada e Sustentavel dos CDR

Da análise aos diversos factores de risco, constata-se que a sustentabilidade de um projecto para produção do CDR, resulta da conjugação de esforços entre várias entidades com complementaridade de competências ou de interesses. O diagrama seguinte apresenta o modelo integrado de gestão dos RSU envolvendo as diferentes entidades, baseado em três princípios (Schuebeler, et al 1996):

- Equidade: a comunidade tem direito a um sistema adequado de gestão de resíduos por razões de saúde ambiental;
- Eficácia: o modelo de gestão de resíduo aplicado levará à remoção ambientalmente segura de todos os resíduos.

- Eficiência: a gestão dos resíduos é feita utilizando uma combinação óptima de recursos tecnológicos, que é apropriado no contexto económico e regulamentar.

Figura 4 – Modelo Integrado de Gestão do RSU



Adaptado de: The Sustainability of Alliances between Stakeholders in Municipal Solid Waste Management (Working paper – UWEP, Klundert, A. 2006)

Cabendo a gestão dos RSU ao sector público, sob a responsabilidade das câmaras municipais, que mais-valias lhes pode trazer a entrada do sector privado?

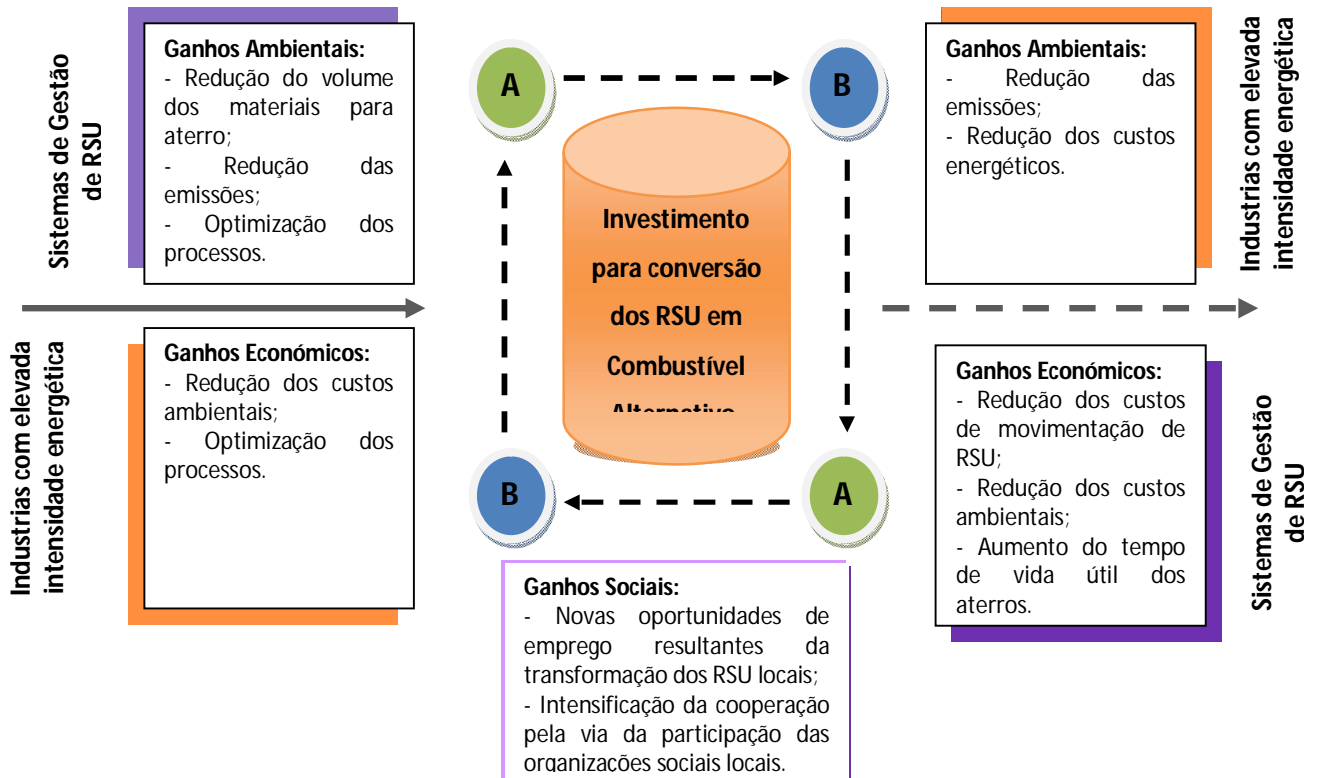
Pela dinâmica que caracteriza o sector privado, totalmente virado para resultados económicos, potenciar a optimização dos indicadores de eficiência e eficácia operacional dos sistemas de gestão, e transformando a gestão dos RSU num pré-requisito para novos desenvolvimentos, designadamente o do mercado do CDR inserido em modernos parques industriais, originando novas receitas e reduzindo os “custos de nada fazer”.

Pode ainda introduzir o efeito “pressão” sobre o poder local e central, no estimular das actividades de fiscalização sobre práticas ambientalmente incorrectas (e.g. deposição em aterros ilegais, controlo de lixiviados e dos gases de aterro) e monitorizar os efeitos ambientais dos sistemas de gestão de RSU, controlando a quantidade de materiais reciclados e de energia recuperada por via dos combustíveis alternativos, no âmbito do cumprimento das metas, bem como pelo estabelecimento de canais de comunicação, objectivando incentivar a comunidade

local a modificar a sua participação, através de mensagens claras e simples sobre as vantagens económicas ambientais (Schuebeler et al. 1996) resultante do novo paradigma.

Representa-se na figura seguinte o diagrama do modelo industrial suportado numa estratégia “win/win” que potencia a sustentabilidade do CDR, via do investimento cooperativo entre o sector industrial (consumidor) e o sector público (detentor da “matéria prima”).

FIGURA 5: Visão do modelo sustentável para investimentos em energia alternativa



Adaptado de: Industrial Ecology in the Strategic Sustainable development Model (Korhonen. J. et, al, 2004)

Este modelo integra o investimento no âmbito da “economia ecológica”, possibilitando uma produção por parte de ambos os sectores mais limpa (e.g. menores emissões de GEE), análise do ciclo de vida dos diferentes materiais e cooperação na gestão ambiental.

O modelo estratégico estabelecido pelas parcerias “win/win” entre sectores, pode ser a chave para o sucesso a longo prazo, pela interacção prática e permanente das partes na resolução dos factores críticos associados ao investimento e ao CDR, que, estando suportado neste modelo, não só o circunscreve numa estratégia de negócio, como confere dinâmica às políticas empresariais no âmbito da sua responsabilidade social (Robert K.H. et al. 2002).

4. PROJECTO PARA PRODUÇÃO DO CDR

4.1. Introdução

Neste capítulo pretende-se estudar a viabilidade económica de um projecto para produção de CDR, e identificar o investimento necessário conforme apresentado no capítulo anterior, para garantir a sua produção com a qualidade e regularidade exigida pelo consumidor.

A análise de viabilidade económica basear-se-á nos valores dos “cash flows” libertados, sendo que o valor de venda do CDR ao consumidor é a variável que se pretende determinar, para um determinado valor alvo de rendibilidade para o investimento.

Serão ponderados como potenciais benefícios, ou impedimentos, relevantes para demonstração da sua viabilidade, as seguintes variáveis:

- O preço de mercado do combustível fóssil utilizado pelo consumidor;
- O preço de mercado das licenças de emissão de CO₂;
- A poupança de recursos económicos por parte da entidade gestora dos RSU resultantes da não deposição em aterro da fracção “residual” e
- O acréscimo de tempo de vida útil do aterro.

Serão ainda apresentados:

- O modelo de negócio baseado nos diferentes factores que influenciam a escolha do CDR por parte dos consumidores e produtores;
- O mercado alvo deste projecto, os potenciais clientes e os objectivos específicos do negócio;
- Uma descrição da unidade de produção do CDR e que parâmetros sócio-ambientais deverão ser tidos em conta para decisão do local de implantação;
- Os pontos fortes e fracos do CDR integrando a componente ambiental (redução de emissões), económica (redução de consumo de combustíveis fósseis e durabilidade dos aterros) e social pela via de criação de postos de trabalhos e da melhoria da saúde pública das comunidades;

4.2. Análise Do Mercado

No contexto português, à semelhança do que se passa no resto da Europa, distinguem-se como principais potenciais consumidores de CDR as instalações que (1) do ponto de vista tecnológico apresentam condições para a sua co-incineração pela aplicação das directivas europeias IPPC, (2) cumpram com os requisitos da regulamentação nacional (DL 85/2005 relativo à incineração e co-incineração de resíduos), (3) utilizam combustíveis fósseis e,

caracterizando-se pela sua elevada intensidade energética, poderão beneficiar das mais-valias associadas à sua substituição por combustíveis de origem renovável.

Com estas características, identificam-se os seguintes sectores como potenciais consumidores de CDR:

- Cimenteiras;
- Produtores de energia – centrais termoeléctricas a carvão;
- Pasta e papel
- Cerâmicas
- Unidades de cogeração.

A produção de CDR em Portugal surge como parte da estratégia integrada na gestão dos RSU, que por sua vez se insere nas políticas preconizadas para o cumprimento de metas a que o País se propôs, enquanto Estado-membro da UE.

Na análise efectuada para a elaboração do PERSU II, os sectores que se manifestaram capacidade em consumir o CDR foram as cimenteiras e as incineradoras, não se verificando por parte do sector termoeléctrico e cerâmico qualquer apetência pelo produto, o que se explica, como principais, razões de cariz técnico e processual que obrigariam esses sectores a investimentos avultadíssimos para adaptação do seu processo de queima.

Verificou-se assim, que os sectores mais receptivos ao consumo do CDR são os que estão já bastante familiarizados com a valorização dos resíduos, que na sua maioria operam em conformidade com a legislação ambiental vigente e têm capacidade económica para proceder aos investimentos, quer processuais, quer de monitorização ambiental.

Contudo, no actual estado da arte, a capacidade das linhas de incineração em laboração, LIPOR e VALORSUL, têm a sua capacidade esgotada estando limitadas por perda de rendimento sempre que o poder calorífico dos resíduos a processar é superior a 14 MJ/kg (Consonni et al, 2005).

Outro dos constrangimentos técnicos das incineradoras, é o seu processo técnico de queima (caldeiras de leito fluidizado) gerar grande quantidade de resíduo – cinzas volantes – em que por cada 1.000 kg de CDR são geradas 86 kg, cujo destino final é o aterro após tratamento (Consonni et al, 2005).

Conclui-se assim que actualmente, em Portugal, o sector com maior potencial consumidor do CDR é o cimenteiro, facto já referenciado no PERSU II.⁴⁸

⁴⁸ V.d. PERSU II, pág. 93, figura 7.12 “Waste to energy”.

4.2.1. Análise da Procura – O poder negocial dos consumidores

De acordo com os diferentes os relatórios de sustentabilidade publicados pelas empresas cimenteiras nos últimos anos, quer nacionais quer estrangeiras, reconhece-se que é já prática corrente da sua gestão a substituição dos combustíveis fósseis não renováveis por combustíveis alternativos, provenientes de resíduos ou subprodutos industriais.

Trata-se assim de uma oportunidade de negócio, que permite reduzir os custos com os combustíveis, a dependência dos mercados externos, as emissões de CO₂ ao substituir combustíveis com factores de emissão de CO₂ elevados, por outros com factores de emissão mais reduzidos (kg CO₂/GJ), e, simultaneamente, prestam à sociedade um serviço para esta se desfazer dos resíduos que gera valorizando-os energeticamente.

O sector cimenteiro, pela responsabilidade de ser um dos mais poluentes (responsável pela emissão anual de 5% do total global)⁴⁹ regista nas últimas duas décadas uma acentuada tendência para a adopção dos princípios da chamada ecologia industrial, que correspondem à utilização como matérias-primas e combustíveis os subprodutos de outras actividades, procurando inspiração no comportamento, em circuito fechado, da maioria dos ecossistemas da Natureza, onde, em geral, não existem desperdícios.

Torna-se assim claro, a sua forte apetência pelos CDR, concentrando-se o seu poder negocial actualmente nas seguintes premissas:

- Concorrência praticamente inexistente por parte de outros consumidores;
- O nível elevado de utilidade para a sustentabilidade do sector dos resíduos;
- Pressão exercida pela oferta, no mercado externo, de outros combustíveis alternativos;
- Na baixa capacidade do produtor em garantir a estabilidade do rácio preço/qualidade⁵⁰.

4.2.2. Análise da oferta – o poder negocial dos produtores

Como exposto no capítulo 2, em Portugal são actualmente inexistentes as infra-estruturas de produção de CDR pelos actuais sistemas de gestão municipais e inter-municipais, tornando o seu poder negocial praticamente nulo.

Assistiu-se contudo, nos últimos anos, seja por via da pressão da regulamentação, que é cada vez mais exigente e penalizadora, ou por via dos contactos dos Sistemas de Gestão dos RSU

⁴⁹ V.d. "Towards a Sustainable cement industry: Climate change report" Battele (2002) http://www.wbcscement.org/final_reports.asp

⁵⁰ Exigido ao CDR produzido o cumprimento regular dos parâmetros: **económico** - reflectido nos valores mínimos estabelecidos para poder calorífico e conteúdo em carbono biogénico; **técnico** – por via do teor máximo em cloro admissível e **ambiental** - pelo teor máximo admissível em mercúrio.

iniciativas de aproximação cada vez mais frequentes junto das cimenteiras, revelando o seu poder negocial residir unicamente no conceito de valor, resultado:

- do custo do investimento e da mudança de estratégia;
- da ausência de concorrência na obtenção da matéria prima;
- da grande disponibilidade de “matéria-prima”;
- na concorrência (incineração);
- na “ameaça” da co-geração via do aproveitamento do gás metano.

4.2.3. Análise SWOT

Pelo que atrás foi exposto ressaltam duas vertentes a considerar na análise do mercado do CDR, (1) a montante o mercado do RSU/matéria-prima, muito dependente do poder público regional, descapitalizado e com orientações políticas, nesta vertente, pouco consistentes, mas sujeito às pressões demográficas que não param de acrescentar desperdícios e (2) a jusante o mercado do “cliente” cimenteiro, capitalizado e estrategicamente orientado para o consumo dos combustíveis alternativos, mas a atravessar os efeitos que uma retração grave, o que desaconselha quaisquer investimentos que não se revelem de absoluta necessidade.

É essencial portanto, dar particular atenção ao meio envolvente, pelo que a elaboração de uma análise SWOT se torna necessário.

A matriz SWOT que é desenvolvida de seguida, pretende interpretar de forma integrada, os principais elementos da análise interna e externa, para que o diagnóstico sobre a oportunidade de produção e comercialização do CDR que dela resulta seja fiável, e constitua assim, uma fonte de informação e suporte para a definição de estratégias de médio e longo prazo sobre o investimento necessário para o produzir.

Enquanto o ambiente interno pode ser controlado pelos gestores do investimento, aproveitando os pontos fortes como forma de combater ou minimizar os efeitos dos pontos fracos, já quanto ao ambiente externo, está totalmente fora do controle dos investidores.

Por essa razão, existe a necessidade de manter um conhecimento constante sobre a evolução deste tema quer a nível nacional quer internacional, uma vez que é pela sua monitorização que se poderá tentar prevenir as ameaças e antecipar as oportunidades.

TABELA 14: ANÁLISE SWOT

(2010) SWOT		ANÁLISE INTERNA	
		S (strengths) PONTOS FORTES	W (weaknesses) PONTOS FRACOS
ANÁLISE EXTERNA	O (opportunities) OPORTUNIDADES	<ul style="list-style-type: none"> ■ Minimização dos quantitativos a depositar de RSU em aterro; ■ Incremento do tempo de vida útil dos aterros sanitários; ■ Minimização dos impactos ambientais resultantes das emissões GEE gerados pelos aterros e queima de combustíveis fósseis; ■ Grande disponibilidade de recursos renováveis para produção de energia; ■ Existência de instrumentos técnicos e regulamentares para o desenvolvimento e implementação; ■ Contexto favorável ao desenvolvimento da política ambiental, com programas nacionais que apoiam o desenvolvimento e mobilização de ONG, bem como a comunicação social; ■ Mecanismo gerador de receitas para os sistemas de gestão de resíduos; ■ Possibilidade para o desenvolvimento económico local, fruto de actividades periféricas e criação de postos de trabalho; ■ Minimização dos impactos na saúde das comunidades locais; ■ Existência de mercado consumidor garantindo o cumprimento dos MDL; ■ Combustível familiar para o consumidor cimenteiro; ■ Mercado deficitário em termos quantitativos e qualitativo; ■ Aproveitar a vontade do cliente pagar ou participar no investimento. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Investimento bastante oneroso; ➤ Matérias-primas de elevada heterogeneidade; ➤ Fraco apoio do poder local para promover iniciativas de promoção dos CDR; ➤ Pouca divulgação das potencialidades do CDR; ➤ Inexistente agressividade do mercado das PME; ➤ Reduzido custo das taxas de deposição em aterro de resíduos valorizáveis; ➤ Distância da unidade produtora aos aterros e ao consumidor; ➤ Custos elevados de transporte; ➤ Baixa densidade do CDR; ➤ Eficácia dos sistemas de gestão dos RSU; ➤ Baixo preço de mercado redundante do estatuto de residuo e da sua fraca e irregular qualidade.
	T (threats) AMEAÇAS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ausência de integração com o mercado consumidor; ✓ Inexistência de controlo adicional à importação; ✓ Quadro legal e Institucional a carecer de actualização; ✓ Forte barreira á implementação do CDR no mercado dos combustíveis alternativos pela sua classificação como resíduo; ✓ Baixo valor de mercado dos combustíveis fósseis; ✓ Enorme volatilidade do preço das emissões no mercado de carbono; ✓ Forte lobby dos aterros; ✓ Lobbies ajustados noutros modelos de cogeração. ✓ Campanhas promocionais por parte de outras entidades concorrentes fora do sector dos RSU; ✓ Orientações governamentais no sentido de promoção de novos modelos de gestão orientados para a redução e reciclagem na fonte (PAYT); 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pouca divulgação dos resultados em termos de coordenação e regulação; ✓ Pouca diversidade e disponibilidade de processos produtivos; ✓ Inexistência de orientações políticas, claras e objectivas a médio e longo prazo; ✓ Inexistência de controlo e monitorização regular sobre as actividades de gestão de resíduos; ✓ Fraca participação da sociedade civil e dos meios para desempenhar o papel de vigilância na gestão dos RSU; ✓ Fraca visão estratégica por parte do sector dos RSU;

Resultante da análise SWOT apresentada, resumem-se no quadro seguinte as principais directrizes que podem viabilizar ou vulnerabilizar o investimento e o desenvolvimento do mercado do CDR.

TABELA 15: Forças motrizes associadas ao desenvolvimento do CDR

POSITIVAS (FORÇAS E OPORTUNIDADES)	NEGATIVAS (FRAQUEZAS E AMEAÇAS)
<p><u>Posição estratégica:</u> de âmbito nacional enquadrado no âmbito das políticas UE para a redução de emissões de GEE (descarbonização da economia nacional) e pelo contributo da eficiência energética nacional;</p> <p><u>Recursos:</u> elevados dado o potencial renovável da matéria-prima;</p> <p><u>Potencial socioeconómico:</u> elevado dada importância pela possibilidade de desenvolvimento da economia local e em minimizar os impactos ambientais negativos resultantes do modelo de gestão fortemente dependente dos aterros;</p> <p><u>Eco eficiência:</u> resultantes das sinergias entre os sectores potenciarem a criação de eco-parques industriais baseados no paradigma “dos resíduos de uns transformarem-se nos combustíveis de outros”;</p> <p><u>Potencial económico:</u> como fonte de receitas para o poder local para desenvolvimento do bem-estar das comunidades;</p> <p><u>Apoios subsidiados:</u> provenientes da UE para os investimentos de I&DT.</p>	<p><u>Políticas indefinidas:</u> que podem condicionar o processo de desenvolvimento do CDR, não só pela indecisões como pela falta de opções estratégicas a médio e longo prazo;</p> <p><u>Processos de exclusão:</u> das PME resultantes da classificação do CDR como “resíduo” que obriga as empresas, ao abrigo da regulamentação vigente, a um esforço de recursos económico, técnicos e humanos muitíssimo exigente;</p> <p><u>Pressão sobre os recursos naturais:</u> motivada pela carga orgânica sem tratamento adequado e incipiente valorização material;</p> <p><u>Monitorização e fiscalização desadequada:</u> a insuficiente consciência ambiental e a não aplicação dos instrumentos legais de intervenção limitam a eficácia dos sistemas de gestão de RSU actuais;</p> <p><u>Lobbies:</u> resultantes da indefinição de uma estratégia clara a médio e longo prazo para os CDR;</p> <p><u>Exclusão social:</u> resultante da falta de divulgação das praticas actuais de gestão aplicadas aos RSU e da ausência de meios que promovam a participação da comunidade como actor vigilante.</p> <p><u>Competitividade dos Combustíveis fósseis:</u> baixa pela relação energética variar entre os 30 – 40% da capacidade do carvão / petcoque.</p>

Conclui-se assim, que no momento actual a atracção do sector privado pelo consumo do CDR é elevada, o que poderá viabilizar o investimento através da cooperação directa entre investidores dos sectores público e privado designadamente, entre um dado Sistema de Gestão Municipal ou Inter-municipal de RSU e o sector cimenteiro, operando numa determinada zona geográfica. Esta estratégia, poderá assim “combater” de forma eficaz as vulnerabilidades do CDR, pela existência de mercado firmado, pela partilha dos recursos financeiros, de infra-estruturas e de informação adequadas, conseqüente do modelo de governação partilhado nas competências técnicas e de gestão de ambas as partes interessadas, que complementarizando-se são capazes de gerar valor.

4.3. Descrição da unidade e do CDR

Tomando por base as referências teóricas anteriormente alusivas ao tipo de equipamentos necessários, quais os principais tipos de equipamentos produtivos para que se garanta minimamente a qualidade do CDR e analisadas as principais ameaças e oportunidades que condicionarão o modelo de gestão associativo, que actualmente pode viabilizar o investimento, desenvolve-se neste ponto o estudo de viabilidade técnico-económica do investimento para transformação dos RSU em CDR.

Inicia-se pela apreciação dos eventuais locais adequados à implementação no terreno da unidade industrial, passando-se para descrição técnica do processo e do tipo de CDR a produzir para valorização térmica na indústria cimenteira. Por último, apresenta-se no anexo VI um exemplo tipo do layout da unidade produtiva.

4.3.1. Metodologia de avaliação dos potenciais locais de instalação

A primeira etapa do estudo de viabilidade do investimento consiste na sua análise socioeconómica, ou seja, na avaliação dos locais apropriados para a sua implantação em determinada zona geográfica, baseando-se nos benefícios económicos que podem advir e de que forma a comunidade local aceita o investimento como um veículo para o seu bem-estar.

Assim e conforme referido nos diferentes pontos do sub-capítulo 3.8.1., os investidores para decidirem sobre a melhor localização do projecto, devem ter em conta entre outros, os seguintes factores:

- Condições de aceitação/rejeição junto da comunidade e do poder local da região;
- A existência simultânea de boa acessibilidade a vias rodoviárias e ferroviárias;
- A distância, mínima possível, aos consumidores do CDR;
- A proximidade a infra-estruturas para deposição de refugos da produção de CDR (aterros) os quais, simultaneamente podem constituir locais elegíveis para a localização da unidade de produção;
- A existência de zonas classificadas como espaços industriais, em termos de ordenamento do território, que podem constituir locais elegíveis para implantação;
- A caracterização dos locais em termos ambientais, segundo os factores físicos, biofísicos e socioeconómicos relevantes, nomeadamente pela geração de novos postos de trabalho;
- Aspectos de carácter económico, pela existência ou implantação de PME's para apoio logístico à unidade.

Para reflexão dos factores enunciados, existem hoje, inúmeras metodologias de análise⁵¹ as quais, devem ter subjacentes os seguintes itens:

- a) Delimitação das zonas geográficas a analisar, tendo em conta principalmente a localização dos consumidores
- b) Identificação das vias rodoviárias e ferroviárias mais importantes dentro da zona do território em análise, marcando corredores ou faixas de terreno, com largura que se convencionou ser de 5 km, centrados nessas vias, determinando, assim, zonas simultaneamente com bons rodoviários e ferroviários;
- c) A informação obtida na alínea anterior, deve cruzar-se com informação sobre:
 - (i) a localização de aterros de RSU com capacidade disponível, constituindo eles próprios locais elegíveis, tendo em vista a necessidade de encaminhamento dos refulos gerados pela produção para aterro;
 - (ii) a existência de terrenos classificados como Espaços Industriais em termos de ordenamento do território, com base na consulta dos Planos Directores Municipais (PDM);
- d) Identificado o local através da metodologia descrita nas alíneas a) a c), a localização deve sujeitar-se ainda à avaliação quanto aos impactos ambientais, sociais e económicos;

Para a identificação dos impactos na área seleccionada, há que analisar os factores físicos, biofísicos e socioeconómicos. Os principais factores físicos a analisar são: fisiografia, geolitoogia, tectónica e sismicidade, hidrologia e hidrogeologia.

O biofísico examina os impactos no actual ecossistema local e áreas limítrofes, resultantes principalmente do ruído, poeiras e odores. Em termos da qualidade do ar, uma unidade para produção de CDR não gera emissões directas que possam influenciar o ecossistema conforme se concluirá na descrição do processo.

Os principais factores socioeconómicos a analisar conforme referidos no ponto 3.8.1. e de acordo com actual regulamentação relativa ao Ordenamento do Território e pela aplicação das BREF para o sector dos resíduos são:

- ✚ Situação dos aglomerados populacionais, relativa ao ordenamento do território (perímetros urbanos, zonas de desenvolvimento industrial, REN – Reserva Ecológica Nacional, RAN – Reserva Agrícola Nacional, património construído);
- ✚ Prévia divulgação por parte dos investidores junto da comunidade e do poder local do que se pretende produzir e de que forma, tendo em conta todos os imperativos técnicos e

⁵¹ Roldão, V.S., Ribeiro, J.S. “Gestão das Operações Uma Abordagem integrada” (2007) 1ª Edição, Capítulos 7 e 8.

regulamentares associados, nomeadamente das MTD aplicadas (referidas no BREF nº. 08 de 2006⁵² “Waste Treatments Industries”) e posteriormente medindo o resultado da aceitação via da auscultação directa ou com base no resultado de inquéritos efectuados.

- ✚ Outra das formas de avaliação é com base na recolha de informação sobre o histórico posicionamento das forças políticas, económicas, sociais e culturais da região abrangida e das populações, relativamente a instalações de tipo semelhante, designadamente instalações de gestão de resíduos;

Por último, e dada a sua relevância nos resultados operacionais da Unidade, a decisão sobre o local deve ainda basear-se nos custos do transporte⁵³, tomando em linha de conta a produção máxima anual que a instalação poderá atingir, considerando para isso os seguintes fluxos mássicos de materiais:

- RSU a receber para transformação;
- CDR a enviar para consumo pelos potenciais consumidores;
- Refugo gerado a enviar para aterro.

Esta avaliação de custos deve combinar os seguintes pressupostos e cenários⁵⁴:

- Balanço de massas da operação, assumindo a densidade do *mix* de tipologias dos RSU a receber nas plataformas (dependente da informação sobre os tipos e quantidades de RSU a disponibilizar pelas instalações de TMB e o rendimento da operação de processamento;
- O tipo de CDR a produzir;
- Estabelecimento de cenários relativos à proveniência geográfica de outras fileiras de resíduos a recepcionar na unidade (resíduos industriais banais e/ou lamas das estações de tratamento de águas residuais).
- Estabelecimento de cenários relativos à distancia aos aterros que receberão os refugos da operação.

Esta avaliação será determinada nos pontos seguintes, de acordo com o rendimento operacional da unidade, das características físico-químicas médias e da quantidade anual de CDR a ser consumido pela cimenteira.

4.3.2. Descrição do CDR

As características físico-químicas do CDR a produzir deverão ser estabelecidas pelo consumidor, visto que essas características estão directamente relacionadas com o tipo de instalação que procede á sua valorização energética. Neste sector industrial, a co-incineração é na maioria das instalações efectuada no queimador principal e/ou no pré-calcinador, que impõe

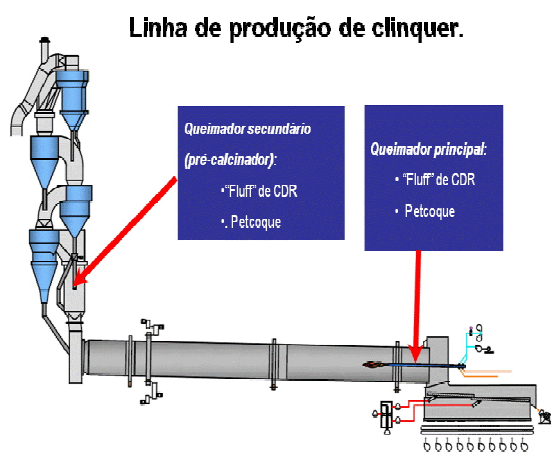
⁵² V.d site: <http://eippcb.jrc.es/reference/wt.html>

⁵³ Rotter, V.S., Thomas Kost, T., Winkler, J., Bilitewski, B. “Material flow analysis of RDF-production processes” (2004)

⁵⁴ Caputo, C., Pelagagge, M. “RDF production plants: II Economics and profitability” (2001)

que o CDR fornecido no primeiro caso tenha uma dimensão média reduzida⁵⁵ enquanto no segundo local, a dimensão do CDR poderá ser superior ($d \leq 120 \times 120$ mm).

Uma segunda característica exigida ao CDR é que seja facilmente atomizável, ou seja, quando atinge a parte final do queimador dissemina-se de modo a garantir eficiência máxima de combustão das partículas. Esta característica, alcança-se se o CDR for fornecido na forma de um “fluff” ou de “pelletes” com reduzida dimensão.



Queimador principal

As duas características físicas referidas, são relevantes para a definição do “layout” processual. Por sua vez, os equipamentos para produzir um CDR de reduzida dimensão e na forma de “pellets”, requerem equipamentos honerosos (trituradores afinadores complementares e peletizadores) que, numa fase inicial, podem inviabilizar o investimento economicamente, caso o subsequente aumento de preço do CDR não seja reconhecido pelo consumidor.

Dados os parâmetros quantitativos e qualitativos e os procedimentos estabelecidos nas LA⁵⁶ das cimenteiras, determinados com base no processo produtivo após aplicação das BREF para o sector⁵⁷, o consumidor terá que definir e controlar quais as características físico-químicas, que se exigem ao CDR, enquanto classificado com o estatuto de resíduo. Assim, por razões inerentes ao seu processo produtivo e obrigações determinadas nas suas LA, as cimenteiras necessitam que o CDR garanta nos seus parâmetros de carácter obrigatório⁵⁸ os valores médios anuais máximos e mínimos de modo a viabilizar a sua valorização energética os quais, se descrevem na tabela seguinte.

TABELA 16: Parametros fisico – quimicos característicos do CDR para as cimenteiras

Parâmetro	Unidade	Medida estatística	Limite
Humidade	%		< 15
PCI	kcal/kg (b.s.)	Média	≥ 3 200
Cloro (Cl)	% (b.s.)		< 1,0
Mercúrio (Hg)	mg/MJ (t.q.)	Mediana	< 0,08

(b.s. – Base seca)

(t.q. – Base tal e qual)

⁵⁵ Dimensão máxima para o queimador principal não deve exceder os 30×30 mm enquanto no 2ª caso a dimensão pode ser superior mas nunca ultrapassando os 120×120 mm;

⁵⁶ V.d. Licenças ambientais no site da APA: http://www.apambiente.pt/Instrumentos/LicenciamentoAmbienta/IA_E

⁵⁷ V.d. no site: <http://eippcb.jrc.es/reference/> “Cement, Lime and Magnesium Oxide Manufacturing Industries”- FD (05 2009)

⁵⁸ Parametros de carácter obrigatório, segundo a NP 4486 de 2008 são: o económico (PCI), técnico (cloro) e o ambiental (mercúrio);

Segundo a norma NP 4486 estamos perante a produção de um CDR com o código de classe: PCI 4; CI 3; Hg 3.

Outro parâmetro de extrema relevância para as cimenteiras é o teor em carbono biogénico⁵⁹ que, à semelhança dos anteriores é de extrema importância económica e ambiental, pois possibilita a redução das suas emissões de GEE. Assim, a incorporação na composição do CDR de composto orgânico é de extrema importância, o qual só deve ser executável se for garantido pela Unidades de Tratamento Mecânico e Biológico (UTMB) o seu estado de completa estabilização (composto orgânico não estabilizado é a principal fonte de odores).

Esta caracterização das propriedades exigidas ao CDR é de extrema importância não só pelo tipo de equipamentos que são necessários adquirir e que fracções do “mix” de RSU se necessita separar para se obter um CDR com características qualitativas competitivas.

4.3.3. Capacidade Da Instalação

A capacidade de produção de CDR é crucial para a avaliação do valor global do investimento. Este parâmetro é base para o dimensionamento dos equipamentos e do número de horas de laboração anual necessárias para se atingir a produção estimada. Contudo, o dimensionamento produtivo não pode por si só restringir-se à capacidade estabelecida no curto e médio prazo, mas ter em linha de conta o eventual crescimento do mercado, para o que deve ser assegurado, sempre que viável, capacidade física para o redimensionamento da linha de produção ou montagem de uma nova. Deste modo, deve o consumidor decidir qual a sua capacidade de consumo anual numa previsão a cinco anos, para que o produtor por sua vez analise a sua exequibilidade, garantindo a matéria-prima, capacidade de produção e encaminhamento dos rejeitos daí resultantes, conforme cenário seguinte:

- ➡ Rendimento estimado da operação de processamento: 75%⁶⁰ (da fracção de rejeito do TMB unicamente 25% será encaminhado para aterro)⁶¹;
- ➡ No ano 1 a cimenteira consome 30.000 t, com uma taxa de crescimento médio nos 3 anos seguintes de 2,5%⁶². Do ano 4 ao ano 8, cresce 1% ao ano pela entrada de novos consumidores e a partir do ano 8 o mercado não registará variações significativas.

Neste cenário, apresenta-se na figura seguinte o diagrama representativo com o balanço de massas da operação, tendo por objectivo a avaliação do custo médio do transporte.

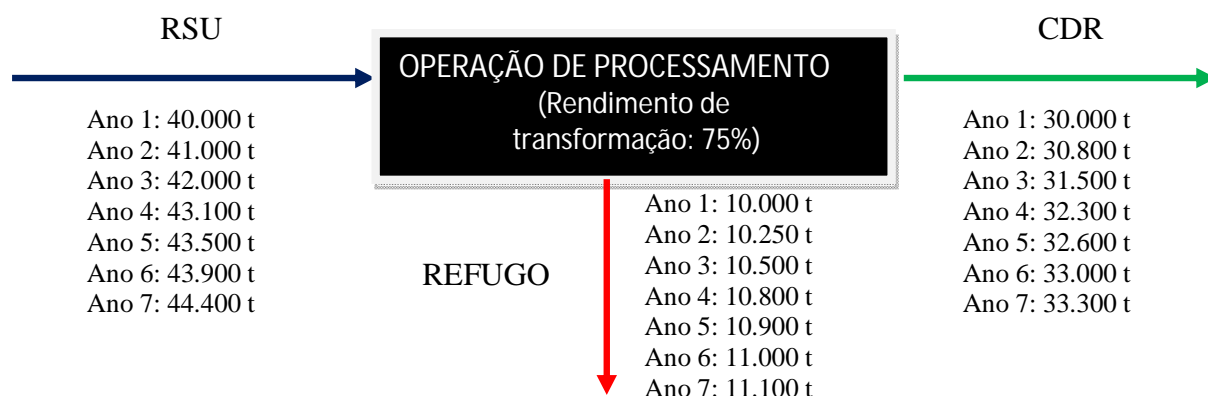
⁵⁹ NP 4486 Definições - Biogénico: Material produzido por organismos vivos em processos naturais, mas não fossilizado nem derivado de fontes fósseis. O termo carbono biogénico é utilizado para referir o carbono neutro em dióxido de carbono quando degradado em condições aeróbias (por exemplo, combustão, incineração).

⁶⁰ Rendimento médio prospectado 68% (C. Caputo, M. Pelagagge et al 2002);

⁶¹ Dado da empresa Lindeberg fornecedora do equipamento e responsável pela sua instalação.

⁶² De acordo com o valor máximo de co-incineração para o CDR previsto nas LA (5 t/h) das cimenteiras.

FIGURA 6: Balanço de massas da unidade de produção de CDR



Com base deste cenário, os investidores podem analisar a viabilidade técnico-económica da instalação para uma capacidade máxima de processamento de RSU de 46.000 t por ano, que representará uma produção máxima estimada de 35.000 t por ano de CDR.

Estabelecidas as quantidades de fluxos de materiais a movimentar, avaliação dos custos de transporte dos diferentes fluxos é um parâmetro determinante para a localização da unidade. Para tal, serão analisados três cenários (C), designadamente:

- ✓ C1 a unidade fica instalada na area adjacente ao TMB do Sistema de Gestão de RSU, localizando-se num raio de 25 km do aterro e num raio de 50 km do consumidor;
- ✓ C2 a unidade é instalada num raio 25 km do TMB do Sistema de Gestão de RSU, localizando-se na area adjacente ao aterro, distanciando-se um raio de 50 km do consumidor;
- ✓ C3 a unidade é instalada numa area adjacente ao consumidor, distanciada num raio 50 km do TM do Sistema de Gestão de RSU e a 25 km do aterro.

TABELA 17: Cenários para a localização da unidade industrial

DISTÂNCIAS MÉDIAS DA UNIDADE DE PRODUÇÃO DO CDR (KM)	C1	C2	C3
SISTEMA DE GESTÃO DOS RSU – Fracção resto do TMB.	0	≤ 25	≤ 50
CONSUMIDOR	≤ 50	≤ 50	0
ATERRO – Fracção resto transformação dos RSU em CDR	≤ 25	≤ 0	≤ 25

Dados os elevados volumes de materiais a transportar, considera-se que o transporte se efectua em viaturas de caixa fechada, vulgarmente designadas por galeras, com a capacidade de 90 m³ basculantes e de fundo móvel para minimizar no acto da descarga a presença de partículas em suspensão. Estas viaturas, dada a densidade dos materiais em análise ser baixa (0,2 – 0,4)⁶³, transportam por frete entre 18 e 22 toneladas.

⁶³ Garrett C. F.; N. J. Themelis “Technical And Economic Impacts Of Pre-Shredding The Msw Feed To Moving Grate Wte Boilers” (2009), tabela 1.

Os preços actuais de transporte em viaturas desta natureza foram aferidos por consulta às empresas da especialidade, obtendo-se um custo médio de aproximadamente 0,30 €/t.km sem retorno, para distâncias inferiores a 50 km.

TABELA 18: Custo estimado do transporte dos diferentes fluxos

Cenários		C1	C2	C3	
Distâncias Médias Ponderada da Unidade de Produção do CDR ao Fornecedor de RSU (km)		0	25	50	
Distâncias Médias Ponderada da Unidade de Produção do CDR ao Consumidor de CDR (km)		50	50	0	
Distâncias Médias Ponderada da Unidade de Produção do CDR ao aterro (km)		25	0	25	
Fluxos mássicos máximos (t/ano)	Fornecimento de RSU	46.000			
	CDR para o consumidor	35.000			
	Fracção resto resultante da transformação dos RSU em CDR	12.000			
Custo médio de mercado (d ≤ 50 km)	0,25 (€/t.km)	RSU	0	287.500	575.000
		CDR	437.500	437.500	0
		Fracção resto	75.000	0	75.000
Custo total anual do transporte (€/ano)		512.500	725.000	650.000	
Custo específico (€/t)		10,9	9,0	11,2	
Imputável ao transporte de residuo		0	5,1	8,9	
Imputável ao transporte de CDR		8,1	3,9	0,0	
Imputável ao transporte da fracção resto		2,8	0	2,3	

Se analisarmos ainda o impacto ambiental resultante do transporte dos fluxos de materiais, obteremos em termos de emissões os valores apresentados na tabela seguinte.

TABELA 19: Previsão das Emissões indirectas de CO₂

Cenários		C1	C2	C3
Distâncias Médias Ponderada da Unidade de Produção do CDR ao Fornecedor de RSU (km)		0	25	50
Distâncias Médias Ponderada da Unidade de Produção do CDR ao Consumidor de CDR (km)		50	50	0
Distâncias Médias Ponderada da Unidade de Produção do CDR ao aterro (km)		25	0	25
Fluxos mássicos máximos (t/ano)	Fornecimento de RSU	46.000		
	CDR para o consumidor	35.000		
	Fracção resto resultante da transformação dos RSU em CDR	12.000		
Emissões de CO₂ para viaturas com capacidade de transporte de 90 m³	0,84 (kg CO ₂ / km)	t CO₂/ ano		
		148	255	183

(1) "GHG benefits of using municipal solid waste as a fuel in a thermal treatment plant" Carly Green Department of Biological and Environmental Science University College Dublin (tabela 2)

Como síntese conclusiva, a determinação do local para implantação de uma unidade de produção de CDR obedece a um processo faseado.

Numa primeira fase analisam-se os locais em zonas classificadas como espaços industriais e condições favoráveis à aceitação social da infra-estrutura, que apresentem, simultaneamente, bons acessos rodoviários e ferroviários na proximidade dos consumidores, a infra-estruturas para deposição de refugos da produção de CDR (aterros), e por último ao custo de transporte. Em termos de balanço final, o cenário mais recomendado, caso exista disponibilidade física, é a unidade ficar instalada na proximidade do Sistema de Gestão Municipal de RSU, cujo impacto no ecossistema não é representativo, reduz-se significativamente o valor das emissões indirectas resultantes do transporte e o respectivo custo de transporte, consequência do maior volume de material em circulação corresponder à fracção para produção do CDR.

4.3.4. Descrição da Unidade e do Processo Industrial

Os resíduos a tratar na instalação são as fracções “resto” do TM e TMB dos Sistemas de Gestão Municipais e Intermunicipais cujo destino final actualmente é o aterro sanitário. Na tabela seguinte identificam-se as diferentes tipologias que caracterizam maioritariamente os RSU.

TABELA 20: TIPOLOGIAS DOS RESÍDUOS A PROCESSAR

LER	Descrição
02 01 04	Resíduos de plásticos provenientes da agro-pecuária (excluindo embalagens)
04 02 09	Resíduos de materiais compósitos (Indústria têxtil)
04 02 22	Resíduos de fibras têxteis processadas
07 02 13	Resíduos de plásticos do Fabrico, Formulação, Distribuição e Utilização de plásticos, borrachas, etc.
15 01 01	Embalagens de papel e cartão
15 01 02	Embalagens de plástico
15 01 03	Embalagens de madeira
15 01 05	Embalagens compósitas
15 01 06	Misturas de embalagens
17 02 01	Madeira (de Construção e Demolição)
17 02 03	Plástico (de Construção e Demolição)
19 12 04	Plástico e borracha (do tratamento mecânico de resíduos)
19 12 08	Têxteis (do tratamento mecânico de resíduos)
19 12 12	Outros resíduos (incluindo misturas de materiais) do tratamento mecânico de resíduos
20 02 01	Resíduos biodegradáveis
20 03 01	Outros resíduos urbanos e equiparados incluindo misturas de resíduos

A instalação para produção do CDR incorpora uma sequência de operações unitárias destinadas a separar os componentes indesejados e a conferir ao produto final as características pretendida, designadamente em termos de dimensão.

Os processos envolvidos são:

→ Separação mecânica e selecção de fluxos dos materiais;

→ Redução da granulometria das partículas.

Foram consultados diversos fornecedores de equipamentos de produção de CDR, com vista à definição detalhada dos equipamentos, e à obtenção de preços. No anexo V apresenta-se o mapa comparativo com propostas recebidas, que incorporaram as seguintes operações unitárias, na sequência apresentada:

→ BMH, Finlândia

Trituração > Separação magnética > Mesa oscilante > Separação por ar

→ Masias & Hoffle/Komptech, Portugal/Alemanha

Trituração > Separação magnética > Mesa oscilante > Separação por ar

→ Gruman/Doppstadt, Portugal/Alemanha

Pré-trituração > Separação magnética > Crivo rotativo > Trituração secundária

→ Linden/Lechtenberg, Áustria/Alemanha

Pré-trituração > Crivo rotativo > Separação magnética > Separação por corrente de Eddy > Separação por ar > Trituração secundária

Para efeitos da avaliação técnica e económico-financeira, foi seleccionada, como instalação de referência, de entre as propostas recebidas a proposta da LINDEN/LECHTENBERG, atendendo às características dos equipamentos e às condições comerciais oferecidas apresentar o binómio custo *vs* qualidade mais competitivo.

No Anexo IV, apresenta-se o diagrama processual da instalação de referência, bem como o respectivo balanço de massas.

O diagrama considera, que a montante da instalação de produção de CDR, a existência de uma triagem manual efectuada no TM do Sistema de Gestão Municipal de RSU, consistindo na separação dos materiais recicláveis e dos RSU sem conteúdo energético e/ou que apresentem um elevadíssimo potencial de contaminação ou de dano para a instalação.

Principais características dos equipamentos

Como indicado anteriormente, a instalação associa, as seguintes operações unitárias:

Pré-trituração > Crivo oscilante > Separação magnética > Separação por corrente de Eddy > Separação por ar > Trituração secundária.

A instalação compreende os seguintes equipamentos principais:

→ Triturador primário;

→ Crivo rotativo;

→ Separador magnético;

→ Separador de metais não ferrosos, por corrente de Eddy;

- Separador da fracção pesada/classificador por ar, composto por transportador acelerador, caixa de separação da fracção pesada, sistema de insuflação de ar, câmara de deposição, sistema de exaustão de ar, filtro e compressor de ar;
- Triturador secundário;
- Tapetes transportadores para ligação entre os equipamentos e para descarga das várias fracções granulométricas.

Descrição do Processo

Os RSU chegados à instalação são descarregados na área destinada à sua recepção. Aí são alvo de uma triagem mecânica grosseira, com o objectivo de remover materiais de grande dimensão que não são passíveis de processamento na instalação, designadamente elementos com dimensões médias superiores a 1000 x 1000 mm os quais, deverão ser previamente triturados, bem como fracções dos RSU que possam apresentar potencial elevado de contaminação ou provocar dano aos equipamentos, designadamente metais e resíduos da construção e demolição. Seguidamente, os resíduos são introduzidos numa tremonha de alimentação do triturador primário, através de uma viatura do tipo escavadora de rodas equipada com um grifo. Neste equipamento, a dimensão dos resíduos é reduzida de forma a obter fracções com uma dimensão média de 95% < 250 mm e 100% < 500 mm. Seguidamente, os resíduos pré-triturados passam por um crivo oscilante, onde são separadas as fracções:

- < 10 mm, constituída por areia e inertes, que vai refugo ou valorização material;
- ≥ 10 mm e < 100 mm, que podem ser valorizadas energeticamente ao pré-calcinador do forno de clínquer, constituindo, portanto, um CDR na forma de “fluff”. As fracções com dimensão ≥ 100 mm, prosseguem a sua transformação, passando seguidamente os materiais pelo separador magnético, colocado após a crivagem onde são removidos os metais ferrosos, e seguidamente no separador de corrente de Eddy, para remoção dos metais não ferrosos (latas de refrigerantes). O material que é admitido no separador de Eddy é através de um transportador “acelerador”, onde é criada uma corrente de ar ascendente que arrasta os materiais mais leves em direcção a um transportador de descarga; os materiais que não são suspensos pela corrente de ar caem para um contentor, onde é recolhida a fracção pesada.

Todo o ar de exaustão utilizado no separador é desacelerado numa câmara de deposição, colocada acima do transportador de descarga, antes de ser conduzido a um filtro para o despoeiramento.

Por fim, o material é triturado num triturador secundário, destinado a conferir-lhe a granulometria pretendida, que, no caso da instalação de referência, consiste numa composição granulométrica de 99% < 100 mm.

A instalação abrange um sistema de despoeiramento que capta o ar na zona do separador da fracção pesada e nos transportadores que lhe estão associados por forma a recolher todas as partículas em suspensão no interior da instalação.

Apresentam-se, seguidamente, as características dos principais equipamentos envolvidos na instalação de referência.

TABELA 21 – Características dos principais equipamentos a instalar

Equipamento	Características
Fabricante	Lindner/Lechtenberg (Áustria/Alemanha)
Capacidade, CDR (t/h)	16
N.º de linhas	1
Potência total, kW	716
Produto	“Fluff”
Dimensão das partículas	90% < 100 mm; 100% < 50 mm
Triturador Primário	
Modelo	Meteor 3200-87/2x160 kW
Dimensões	6200 x 3400 x 4100
Potência, kW	2x160
N.º de tambores de trituração	1
Velocidade do tambor ajustável	Sim
Capacidade da tremonha de enchimento, m ³ (aprox.)	7,7
Sistema de controlo	PLC Siemens S7 300, painel OP7
Transportador (descarga e triturador)	
Modelo	H1200
Velocidade, m/s	1,0
Potência, kW	7,5
Crivo Oscilante	
Fracções separadas	10 mm; > 10 mm < 50 mm; > 50 mm
Dimensão do crivo, m	2,4x6,0
Área de crivagem, m ²	14,4
Potência, kW	7,5
Transportador (descarga do crivo)	
Modelo	H1200
Comprimento, m	17,4 (12,4 horizontal, 5,0 ascendente a 32°)
Largura da tela, mm	980
Velocidade, m/s	1,0
Potência, kW	7,5
Separador Magnético	
Modelo	MEPQ 1201 Q-GP
Potência, kW	4
Separador por Corrente de Eddy (metais não ferrosos)	
Tipo	SAS1100
Modelo	H1200
Velocidade, m/s	1,0
Potência, kW	7,5
Caixa de Separação da Fracção Pesada	
Dimensões da estrutura, mm	1084 x 700 x 600
Dimensões da boca de queda, mm	110x350
Caudal, m ³ /h	9500
Potência, kW	7,5
Transportador de Descarga	
Modelo	H1200
Velocidade, m/s	1,0
Potência, kW	7,5
Câmara de Deposição	
Dimensões, mm	1140 x 1433 x 5700
Dimensões da câmara de exaustão, mm	1200 x 1000 x 1000

Filtro	
Modelo	Plus-Jet-Filter BHF 1/3300-45
Concentração de partículas, g/m ³	3 (aprox.)
Caudal, m ³ /h	8500
Área de filtração, m ²	76
Dimensões, mm	1390 x 2300 x 6200
Limpeza	Por ar comprimido
Contentor para poeiras, dimensão, mm	1100 x 1000 x 1200
Ventilador de exaustão, caudal, m ³ /h	8500
Potência, kW	11
Compressor de Ar	
Modelo	Atlas Copco LE 22 E
Caudal, Nm ³ /h	12,6
Pressão, bar	10
Potência, kW	2,2
Reservatório de ar, l	250
Triturador Secundário (2)	
Modelo	Komet 2800 2 x 160 kW
Dimensões	7000 x 2600 x 3000
Potência, kW	2 x 160
N.º de tambores de trituração	1
Velocidade do tambor ajustável	Sim
Capacidade da tremonha de enchimento, m ³	7,95
Sistema de controlo	PLC Siemens S7 300, painel OP7
Transportador – Descarga CDR	
Modelo	H1000
Velocidade, m/s	1
Potência, kW	9,2

Descrição das Instalações e Equipamentos Auxiliares

Não se definindo o local geográfico para a implantação da unidade de produção do CDR, optou-se por definir, uma implantação tipo, baseada nas áreas necessárias para o equipamento principal e para as instalações auxiliares, e na relação a estabelecer entre os diversos componentes da instalação.

Edifícios

Consideram-se quatro edifícios: para a produção e carga do CDR, stockagem dos RSU a transformar, apoio (portaria e administrativo) e de manutenção aos equipamentos.

O layout industrial com a implantação dos diferentes edifícios representa-se no Anexo VI.

Edifício de Produção de CDR

Para alojar o equipamento principal, bem como a armazenagem de CDR e da fracção refugo, considerou-se um edifício fechado, em estrutura metálica, como desenvolvimento, em planta, de 62 m x 31 m e altura útil de 8,5 m.

São estabelecidas zonas de armazenagem de CDR e de fracção pesada, respectivamente com as capacidades aproximadas de 2 200 m³ (440 a 550 t de CDR)⁶⁴ e de 500 m³ (125 a 150 t de

⁶⁴ CDR na forma de “fluff”: 0,20 e 0,25 t/m³; Fracção refugo: 0,30 e 0,35 t/m³; RSU: 0,22 a 0,30 t/m³

fracção pesada)¹ equivalentes a cerca de 22 horas de produção, à capacidade nominal da instalação.

Edifício de Apoio (Portaria e Administrativo)

Considera-se um edifício de apoio polivalente, englobando uma zona de portaria, zona administrativa, com gabinetes e sala de reuniões, laboratório e zona social, com refeitório.

O edifício comum de apoio desenvolver-se-á em piso térreo, ocupando uma área bruta de aproximadamente 200 m². Terá construção tradicional em paredes exteriores de alvenaria dupla e estrutura tradicional de betão armado.

Prevê-se a seguinte ocupação para o edifício: hall de entrada/recepção – 8 m²; portaria e serviços administrativos - 18 m² e 13 m² respectivamente; gabinete de primeiros socorros – 3 m²; gabinetes: dois com 10 m²; sala de reuniões com 24 m²; refeitório com capacidade mínima para 12 pessoas com 32 m²; laboratório com 24 m²; balneários: 25 m² e instalações sanitárias.

Edifício para Manutenção

O edifício ocupará uma área em planta de 180 m², destinada, na sua maior parte, a espaço para a realização dos serviços manutenção dos equipamentos. Considera-se, ainda, uma pequena construção no interior da nave oficial para armazém de peças e materiais e instalações sanitárias. No interior da oficina, será delimitada uma zona para armazenagem de óleos usados. Os acessos são garantidos por dois portões com 5,0 m de largura.

Unidade de Pesagem

Considera-se uma unidade de pesagem constituída por ponte - balança, com capacidade até 60.000 kg e plataforma receptora de carga. O sistema deverá permitir transmissão de informação da balança para o edifício de apoio administrativo e portaria.

De assinalar que, à capacidade nominal da instalação, prevê o seguinte número máximo de entradas e saídas diárias na instalação:

- Entradas (RSU): 10 a 13
- Saídas (CDR): 7 a 10
- Saídas (Refugio): 2 a 5

Considerando que a chegada e a saída de camiões ocorre durante 8 horas por dia ter-se-á o seguinte número máximo de movimentos horários:

- Saídas: 1 a 2 camiões/hora
- Entradas: 2 a 3 camiões/hora

A unidade de pesagem confronta com o edifício de apoio administrativo e portaria.

Arruamentos, Vedação e Arranjo Paisagístico

O layout mostra a localização dos arruamentos internos da instalação bem como as zonas estabelecidas para o estacionamento de viaturas ligeiras e de viaturas pesadas.

Envolvendo o recinto, será instalada uma vedação em rede elástica de arame plastificado, com 2 m de altura.

Serão executadas plantações arbóreas e sementeiras na zona envolvente da instalação, para que o impacte visual seja reduzido.

Abastecimento de Água

O abastecimento de água à unidade será feito a partir da rede de abastecimento municipal.

Internamente, o sistema será constituído por duas redes de abastecimento e distribuição:

- Rede de Água de Serviço/Água Potável;
- Rede de Água de Incêndio.

A rede de distribuição de água de serviço e água potável será alimentada directamente a partir da rede municipal e abastecendo todos os edifícios.

A rede de distribuição de água para combate a incêndios é alimentada por meio de um reservatório interno, com a capacidade de 150 m³ e será constituída por um anel, envolvendo a unidade de preparação do CDR, que alimentará 5 hidrantes, localizados de forma a garantir a segurança em todas as instalações.

Para intervir da área de produção de CDR, dado o “fluff” ser um material facilmente inflamável, será instalado um sistema de chuveiros de extinção de incêndio, dispendo de pulverizadores automáticos de jacto cónico (*sprinklers*).

Drenagem e Tratamento de águas Residuais

Na instalação serão produzidas águas residuais industriais, resultantes das operações de lavagem de equipamento e de pavimentos, e águas residuais domésticas, resultantes da permanência de 11 trabalhadores.

Na drenagem da oficina e da armazenagem e abastecimento de combustível, considera-se um separador gravítico de óleos.

As águas residuais são tratadas numa ETAR de tipo compacto, com depuração pelo processo de lamas activadas, em arejamento prolongado.

A lavagem frequente dos pavimentos e a planificação cuidadosa dos percursos dos camiões na instalação permitirão evitar o estabelecimento de uma unidade de lavagem de rodados.

Energia Eléctrica

Prevê-se alimentação de energia eléctrica às instalações, em baixa tensão (B.T.), a partir de um Posto de Transformação (PT) privativo, que será alimentado em Média Tensão (M.T.) pela rede

da EDP.

A alimentação eléctrica em BT às instalações será feita, à tensão de 400/231 V, 50 Hz, a partir do quadro geral de baixa tensão (Q.G.B.T.), situado no P.T. privativo, com a distribuição a todos os edifícios.

Armazenagem de Combustível

Será estabelecida uma armazenagem de combustível, destinada a abastecimento de gasóleo das viaturas ao serviço da instalação. Será constituída por um reservatório superficial, de eixo horizontal, em aço carbono, com 10 m³ de capacidade e uma bacia de retenção com 5 m³ de capacidade (50% de capacidade do reservatório), em toda a envoltória do reservatório, de forma a reter qualquer derrame accidental de produto.

Serão instalados meios de combate a incêndio, designadamente extintores de pó químico (2), baldes em ferro com areia e uma boca-de-incêndio.

Equipamento de Exploração

O equipamento para o manuseamento dos RSU, do CDR e dos refugos é constituído por duas pás carregadoras de rodas equipadas com balde carregador frontal de 2,3 m³ e um grifo destinadas, respectivamente, à movimentação dos diferentes fluxos de materiais.

4.4. Análise Económico-Financeira

O procedimento teórico em que se baseou a avaliação económica-financeira da implantação de uma unidade de produção de CDR, foi desenvolvido pela aplicação de factores multiplicativos a cada rubrica de custo, conforme descritos nos artigos: “RDF production plants: I Design and costs” e “RDF production plants: II Economics and profitability” (Caputo, C. Pelagagge, M. *et al* 2001), os quais estão baseados em balanços de massa e energia para instalações tipo com uma produção mínima de 25 t/h de CDR e com um rendimento operacional de 78%.

Atendendo a que a instalação em estudo prespectiva uma produção máxima de 16 t/h, e que, pela evolução tecnológica, os equipamentos actuais apresentam comparativamente com os existentes em 2000/2001, níveis de eficiência operacional e fiabilidade superiores, optou-se, para efeito desta análise, pelo lançamento de consultas a alguns dos principais fornecedores desse tipo de equipamentos, localizados em Portugal, Austria, Filandia e Alemanha, referindo-se qual a produção pretendida, a tipologia dos resíduos a transformar e o tipo de CDR a produzir, conforme exposto nos pontos anteriores.

Resultantes das consultas efectuadas, foram apresentadas diversas propostas, com as quais se elaborou o mapa comparativo (anexo V) que determinou a selecção da proposta da

Linden/Lechtenberg, atendendo às características dos equipamentos e das condições comerciais oferecidas, como instalação de referência para o desenvolvimento desta análise.

A análise económica-financeira será realizada a preços correntes, no horizonte de 9 anos, adoptando-se os indicadores económicos habituais na avaliação de projectos de investimento, designadamente: Valor Actualizado Líquido (VAL), Taxa Interna de Rendibilidade (TIR) e o Período de Recuperação do Investimento.

Permitirá ainda estimar o preço de custo do CDR a praticar ao longo do período em análise, em função dos:

- Valores do investimento na construção da instalação;
- Encargos de exploração e do transporte dos diversos fluxos de materiais;
- E das receitas correspondentes à recepção dos RSU na instalação.

Os critérios e métodos seguidos para o cálculo financeiro e valorização das rubricas associadas ao investimento (percentagens sobre outras rubricas), seguiram as metodologias aprendidas na pós graduação em Contabilidade e Finanças Empresariais do ISCTE/INDEG no ano 2003/2004.

4.4.1. Estimativa Do Investimento

A estimativa do investimento é desenvolvida com base nos fluxos de materiais previsíveis (figura 6), na estimativa da quantidade de trabalho, de equipamentos e infra-estruturas necessárias e dos custos médios unitários praticados pelo mercado (a preços de 2009), conforme se apresentam nas tabelas seguintes.

FLUXOS DE MATERIAIS PREVISTOS

TABELA 22: Produção de CDR, recepção de RSU e geração de refugo (t/ano)

ANO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
CDR	30 000	30 800	31 500	32 300	32 600	33 000	33 300
RSU	40 000	41 000	42 000	43 100	43 500	43 900	44 400
Refugo	10 000	10 250	10 500	10 800	10 900	11 000	11 100

No desenvolvimento de um projecto, os recursos financeiros são normalmente libertos de forma faseada, e nem sempre estão à disposição dos investidores, exigindo o recurso à obtenção de capitais alheios.

ESTIMATIVA DO INVESTIMENTO

TABELA 23: ACTIVO FIXO CORPÓREO

Rubrica	Valor (€)
Equipamento produtivo	
Triturador primário, crivo rotativo, separador magnético, separador de Eddy, separador de ar para a fracção pesada, triturador secundário e tapetes transportadores	1 432 000
Peças de reserva (2% do investimento base em equipamento principal)	29 000
Equipamento auxiliar	
Báscula de pesagem	30 000
Rede de água (serviço, incêndio)	34 000
Rede de águas residuais, pluviais incluindo ETAR	24 000
Contentores abertos de 30 m ³ , para armazenagem de fracções rejeitadas (2 unidades)	11 000
Equipamento de laboratório	14 000
Pás carregadoras de rodas (2 unidades)	190 000
Rede eléctrica (PT, ligação à rede publica e rede interna)	35 000
Edifícios	
Produção (area total 1 925 m ² e altura útil 8,5 m) (preço de mercado 180 €/m ²)	350 000
Armazenagem de RSU (area total: 625 m ² e altura útil 10 m) (preço de mercado 155 €/m ²)	112 500
Oficina (area total: 180 m ² e altura útil 10 m) (preço de mercado 260 €/m ²)	47 000
Apoio administrativo e portaria (área total: 200 m ²) (preço de mercado 310 €/m ²)	62 000
Mobiliário diverso (perspectiva-se 2% do custo dos edifícios)	11 400
Preparação do terreno, acessos, arruamentos e arranjo paisagístico	35 000
Vedação e portão	7 000
Sub total 1	2 423 900
Imprevistos (10% do sub total 1)	242 400
Sub total 2	2 666 300
Terreno: Área estimada 15 000 m ²	75 000
TOTAL	2 741 300

É assim prática corrente determinar-se, num cronograma, as datas chave do desenvolvimento do projecto, o qual é aprovado pelos investidores, para que o capital esteja atempadamente disponível para o progresso das tarefas inerentes ao projecto.

O cronograma dos trabalhos previsto para a execução do investimento estima os seguintes períodos:

- ✓ Aquisição do terreno, estudos, projectos e licenças: 2010
- ✓ Início da construção da instalação: 2011
- ✓ Início da produção: 2012

Na tabela seguinte apresenta-se a distribuição do capital nos dois primeiros anos, considerando as seguintes actividades: a constituição da sociedade, estudos sócio-economicos, campanhas de divulgação, projectos de especialidade e obtenção de licenças.

TABELA 24: Distribuição do Capital

RUBRICA	ANO	
	2010	2011
Terreno	75 000	-
Equipamento industrial	-	1 746 000
Construção civil e infra-estruturas	-	682 000
Constituição da sociedade (capital social + despesas)	250 000	750 000
Estudos, projectos e licenças (estima-se 1,5% do activo corpóreo)	37 000	-
TOTAL	362 000	3 138 000

PROVEITOS E CUSTOS DE EXPLORAÇÃO

Neste ponto, serão enumerados os principais custos e proveitos operacionais que permitirão o estudo de viabilidade económica-financeira do investimento.

● TRANSPORTE

A avaliação desta rubrica de custo irá considerar o cenário mais favorável C1, apresentado na tabela 12, que prevê a existência física disponível de 1 hectare subjacente à UTMB responsável pela gestão dos RSU de uma capital de distrito, (zona de maior influência pela geração das maiores quantidades de RSU).

O custo a imputar à unidade de produção do CDR deverá ser a diferença entre o custo do transporte dos RSU para a unidade, e o custo de transporte para a deposição em aterro, conforme se apresenta na tabela seguinte.

TABELA 25: Custo anual do transporte a imputar à unidade

Custo do transporte (€/ano)	Ano	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	CDR (t)		30.000	30.800	31.500	32.300	32.600	33.000
RSU (t)		40.000	41.000	42.000	43.100	43.500	43.900	44.400
Refugo (t)		10.000	10.250	10.500	10.800	10.900	11.000	11.100
Custo médio do transporte (€/t.km) para distâncias < 50 km		0,25						
Distâncias Médias Ponderada da Unidade de Produção do CDR ao Fornecedor de RSU (km)		0						
Distâncias Médias Ponderada da Unidade de Produção do CDR ao aterro (km)		50						
Distâncias Médias Ponderada da UTMB ao aterro (km)		25						
		15						
Custo do transporte a imputar à unidade de produção do CDR(€/ano)	CDR (€)	375.000	385.000	393.750	403.750	407.500	412.500	416.250
	RSU (€)	150.000	153.750	157.500	161.625	163.125	164.625	166.500
	CDR (€)	225.000	231.250	236.250	242.125	244.375	247.875	249.750
	Refugo (€)	62.500	64.063	65.625	67.500	68.125	68.750	69.375
	Total (€)	287.500	295.313	301.875	309.625	312.500	316.625	319.125

Arbitrou-se a distância de 15 km entre a UTMB responsável pela gestão dos RSU de uma determinada capital de distrito e o respectivo aterro, atendendo às distâncias actualmente variarem entre os 10 e os 25 km.

• PESSOAL

Para a capacidade de produção estimada (12 t/h), a laboração decorrerá em regime de laboração normal. Os custos são calculados com base nos seguintes dados:

Dias no mês	22
Segurança social	23,75 %
Subsídio de almoço	5,50 €
Seguro de acidentes de trabalho	1,25 %

TABELA 26: Previsão dos custos com pessoal

Categoria	Pessoal	Remuneração Base	Outras Remun.	Encargos sociais	Total Mês	Total Ano
Director	1	2.400	121	600	3.121	43.694
Administrativo	2	700	242	350	1.292	18.088
Chefe de Equipa	1	1.000	121	250	1.371	19.194
Oficial de conservação	1	800	121	200	1.121	15.694
Indiferenciado	3	600	363	450	1.413	19.782
Condutor de Veiculos Industriais	2	680	242	340	1.262	17.668
Analista de laboratório	1	700	121	175	996	13.944
Total	11	6.880	1.331	2.365	10.576	148.064

• ENERGIA ELECTRICA

Considerando os seguintes dados base:

Potencia instalada total	400 kW
Factor de utilização da potência instalada	60%
Custo médio do kWh (RRC-artº 184, nº5)	0,104 €/kWh

Determinam-se os seguintes custos anuais:

TABELA 27: Previsão dos custos com energia electrica

ANO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Euros	44 500	45 700	46 700	48 000	48 400	49 000	49 400

• COMBUSTIVEIS E ÓLEOS LUBRIFICANTES

Considerando os seguintes dados base:

Consumo específico por pá carregadora de rodas (2)	l/dia	20	40
Preço do gásóleo (Petrogal)	€/l	1,13	
Consumo médio diário de oleos e massas lubrificantes	Kg/dia	0,3	
Preço médio dos lubrificantes (TOTAL)	€/t	7,0	
Encargo anual em combustível e lubrificantes	€/ano	12 700	

- ÁGUA

Considerando os seguintes dados base:

Consumo anual previsto	m ³ /ano	1 000
Preço (tabela das AdP)	€ m ³	1,90
Encargo anual de água (inclui contador de 65 mm)	€/ano	2 700

- CONSUMÍVEIS

Considerando os seguintes dados base:

Custo específico das principais peças de desgaste dos trituradores (facas e dentes) (dado do fornecedor) é 1,0 €/t de RSU transformado (dado do fornecedor do equipamento), representando de encargos anuais os seguintes:

TABELA 28: Previsão dos custos anuais com consumíveis

ANO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Euros	40 000	41 000	42 000	43 100	43 500	43 900	44 400

- MANUTENÇÃO

Atribuiu-se uma taxa sobre o valor global do investimento total nestas rubricas.

Manutenção dos edifícios e infra-estruturas	0,5%
Manutenção dos equipamentos	1,5%
Encargo anual de manutenção (€/ano)	28 200

- SEGUROS

Consideram-se os seguintes dados base:

Encargo anual de seguros, em percentagem do investimento global	1%
Encargo anual de manutenção (€/ano)	23 200

- DEPOSIÇÃO DOS REFUGOS EM ATERRO

Considerou-se o custo unitário da deposição, incluindo a taxa de gestão de resíduos praticada actualmente aos Sistemas de Gestão Municipal, que é em termos médios, de 7,00 €/t (sem transporte).

TABELA 29: Previsão dos custos anuais de deposição em aterro

ANO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Euros	70 000	71 400	73 500	75 600	76 300	76 300	77 700

O eventual reaproveitamento ou reciclagem de materiais não aproveitados, não estimado, significará uma redução do custo considerado, e um proveito para a UTMB fornecedora dos RSU à unidade.

- PROVEITOS

Os proveitos de exploração considerados relevantes para o investimento deverão resultar, pelo investimento constituir como uma extensão da unidade de gestão de RSU, sendo-lhe assim devida, pela recepção dos RSU, uma verba de gestão entregue pela UTMB que deverá representar o custo da deposição da fracção resto em aterro. Assim, foi considerado o valor unitário de 25 euros por tonelada, representando os seguintes proveitos anuais.

TABELA 30: Previsão das receitas anuais da transformação dos RSU

ANO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Euros	1 000 000	1 025 000	1 050 000	1 077 500	1 087 500	1 097 500	1 110 000

A segunda parcela dos proveitos, deverá obter-se da venda do CDR, variável cujo preço unitário será avaliada no ponto seguinte.

4.4.2. Análise Económica-Financeira

Conforme referido no início deste ponto, o valor da venda ao consumidor do CDR é a variável que se pretende apurar, para um determinado valor alvo de rentabilidade do investimento, pelo que foram considerados os pressupostos supramencionados nas rubricas de investimento e exploração e os indicados na tabela seguinte.

A análise económica é conduzida a preços correntes, de acordo com a inflação acima referida, assumida como afectando uniformemente todos os proveitos e custos (excepto amortizações) e mantendo-se constante ao longo de todo o período em análise, fixado em 9 anos (2 anos de investimento e 7 anos de produção).

TABELA 31: Pressupostos	
Prazo médio de recebimentos (meses)	2
Prazo médio de pagamentos (meses)	2
Existencias de produto final (meses)	1
Taxa média de IRS sobre o valor nominal das retribuições	15,00%
Taxa social única (empregador)	23,75%
Taxa de IRC sobre os resultados líquidos	25,00%
Taxa de derrama sobre IRC	1,50%
Imposto de selo sobre juros	4,00%
Taxa de inflação	1,50%
Taxa de juro nominal do empréstimo bancário a médio e longo prazo ⁶⁵	4,31%

⁶⁵ V.d. site do BCE: (1) <http://www.ecb.int/stats/money/long/html/index.en.html>

- FINANCIAMENTO

O modelo de financiamento previsto envolve o recurso a capitais próprios e alheios, na proporção de 1 para 3 (*Debt/Equity ratio de 3*).

Os capitais próprios foram distribuídos por capital social (22%) e prestações acessórias (78%).

Os capitais alheios são representados por um empréstimo bancário a 5 anos, com um período de 1 ano de diferimento de capital e um período de amortização e 4 anos, em que há lugar a 4 prestações de capital, iguais e consecutivas.

- POLITICA DE DIVIDENDOS

A distribuição de dividendos é realizada de acordo com a legislação em vigor, segundo a qual, apenas se distribuem dividendos quando verificadas cumulativamente, as seguintes condições:

- ➡ Os resultados transitados sejam positivos;
- ➡ Os resultados líquidos do ano anterior sejam positivos.

- VALOR DO INVESTIMENTO

A avaliação do investimento é conduzida através do método APV (Adjust Present Value), ou seja, através da decomposição dos fluxos de caixa em duas componentes fundamentais:

- ➡ Fluxo de caixa operacional, que resulta do investimento, independentemente da forma como é financiado;
- ➡ Fluxos de caixa associados ao benefício fiscal do endividamento.

A primeira das duas componentes, cuja soma de valores actualizados é designada valor do projecto, permite medir o valor da nova empresa se esta fosse exclusivamente financiada por capitais próprios. Os fluxos de caixa são portanto calculados sem incluir o efeito da dívida.

Para actualização dos fluxos de caixa é necessário conhecer a taxa que corresponde ao risco sistemático deste investimento. Para o efeito, procedeu-se à comparação dos betas⁶⁶ médios desalavancados, de 13 empresas europeias no sector dos resíduos⁶⁷ (não perigosos $\beta_2=0,64$) e, também de 12 empresas do sector dos cimentos ($\beta_1=1,06$)⁶⁸. Geram-se assim duas alternativas de avaliação, uma na óptica do negócio da empresa produtora do CDR e, outra, da óptica do consumidor (indústria de cimentos).

⁶⁶ O conceito de beta é a medida da quantidade de risco sistemático inerente ao capital de uma empresa em comparação com o mercado global no mesmo sector de actividade. Unlevering the beta removes any beneficial effects gained by adding debt to the firm's capital structure. O beta desalavancado remove quaisquer efeitos benéficos adquiridos pela dívida na estrutura de capital da empresa. Comparing companies' unlevered betas gives investors a better idea of the amount of risk associated with a firm's stock. Comparando-se os betas "desalavancado" das empresas do mesmo sector dá aos investidores uma melhor ideia melhor da quantidade de risco associado a uma empresa. Damodaran (1994).

⁶⁷ Beta médio das 13 empresas do sector dos resíduos não perigosos e ambiente da UE, Fonte: http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/data.html

⁶⁸ Beta médio das 12 empresas europeias no sector do cimento, fonte: Ibidem

Para o cálculo do custo do capital do investimento independentemente da estrutura financeira de suporte, considerou-se ainda:

- Taxa de juro nominal das aplicações sem risco a 8 anos⁶⁹: $r_F = 4,0\%$
- Premio de risco do mercado de capitais⁷⁰: $(r_M - r_F) = 6,50\%$
- Taxa de inflação: $1,5\%$

Destes pressupostos, e da aplicação do modelo CAPM⁷¹, resultaram as seguintes taxas de actualização para as duas ópticas de risco sistemático, ou seja, duas taxas internas de rentabilidade (TIR) para o investimento:

- Na óptica dos investidores cimenteiros: $R_N = r_F + \beta_1 (r_M - r_F) = 4,00 + 1,06 \times 6,50 = 10,90\%$
- Na óptica dos investidores UTMB: $R_N = r_F + \beta_2 (r_M - r_F) = 4,00 + 0,64 \times 6,50 = 7,90\%$

Reteve-se a primeira taxa, uma vez que o objectivo é a rentabilidade máxima do investimento, a qual é determinada pelo preço unitário do CDR que torna nulo o valor do projecto.

Assim, conforme se pode constatar no quadro com o calculo do cash-flow (Anexo VII), o valor de venda determinado para o CDR para a TIR objectivada:

Preço de Venda do CDR = 5,90 €/ t

Será o preço de referência à porta do consumidor no raio até 50 km de distância do produtor.

Atendendo que a TIR pretendida e o valor do VAL obtido é muito baixo (97euros), e sabendo-se que este critério de avaliação tem a desvantagem de não ser sensível à dimensão do investimento e apresentar um período de 4,9 anos para a recuperação do capital investido (o que na óptica dos investidores se pode considerar longo), é pelo contributo que o investimento pode trazer para a melhoria ambiental e bem-estar social da região, que o investimento é executável.

No ponto seguinte, analisam-se quais os factores mais sensíveis que podem influenciar a decisão dos investidores na tomada de decisão, se unicamente centrada na óptica dos resultados.

4.4.3. Análise De Sensibilidades

Os principais factores determinantes do valor do investimento (custo do investimento, nível de eficiência operacional, proveitos e custos de exploração), foram submetidos a uma análise de sensibilidade, destinada a avaliar o impacto na rentabilidade interna, face a variações positivas

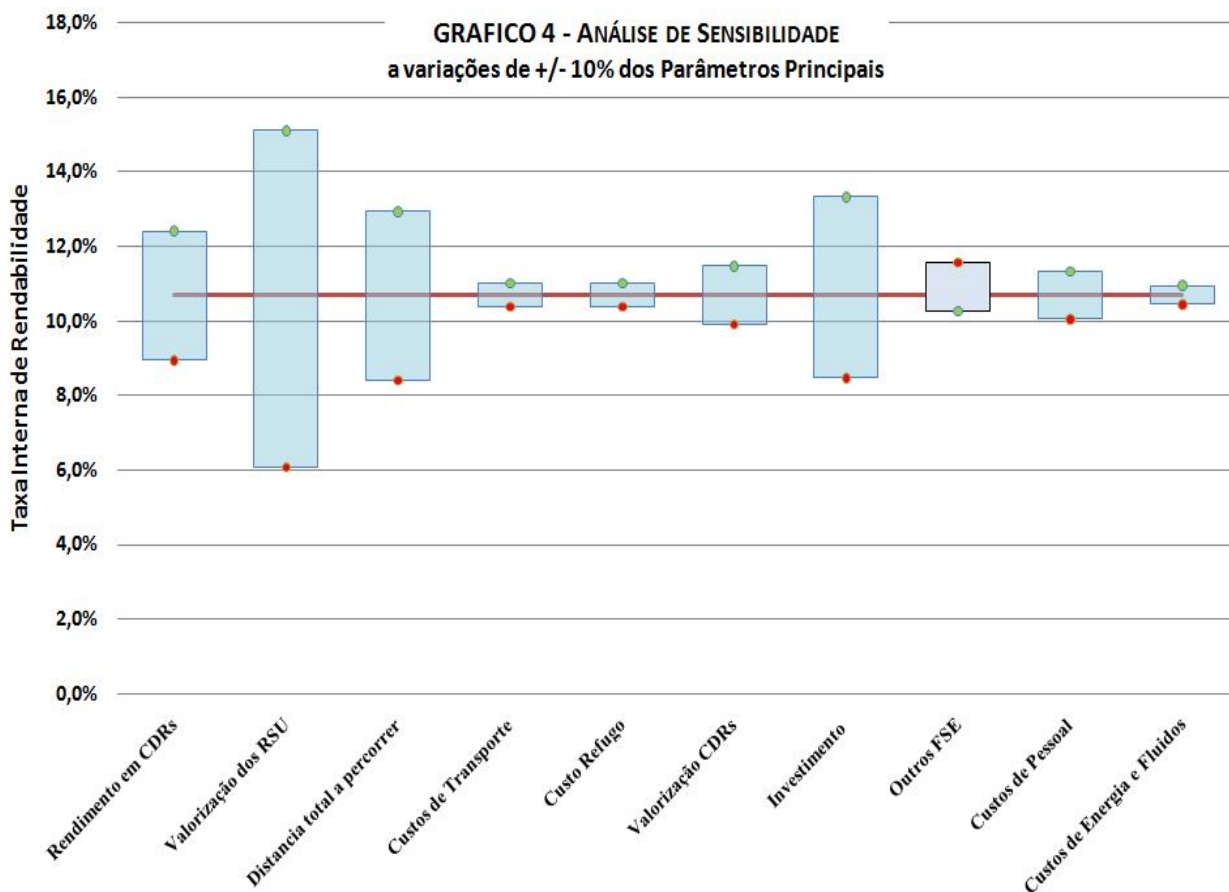
⁶⁹ Taxa de juro da mais recente emissão obrigacionista na zona euro: Bilhetes de Tesouro federal da Alemanha em 2008.
 Fonte: <http://www.bloomberg.com/markets/rates/germany.html>

⁷⁰ Ano de 2008: Fonte: www.stern.nyu.edu/~adamodar/

⁷¹ *Capital Asset Pricing Model*

e negativas do peso de cada um desses factores. Este exercício, é efectuado para a TIR a 10,7%, considerando variações de 10% nos valores base determinantes.

Observa-se no gráfico seguinte o resultado desta análise da qual se destaca, pelo seu nível de importância, que a valorização dos RSU à entrada da plataforma é determinante, seguindo-se praticamente em igualdade, a variação do rendimento da conversão dos RSU em CDR, dependente do seu maior ou menor valor económico das diferentes fracções que compõe o mix dos RSU entregues (quantidade de materiais conspurcados que deviam ser rejeitados na UTMB) e as distancias que os fluxos necessitam de transitar até ao seu destino final, realça-se o facto de se ter arbitrado a localização da unidade na imediação da UTMB do concelho, cujo objectivo é anulação deste custo, e por último, a valorização económica do CDR, ou seja, quanto é que o consumidor pretende pagar para consumir o CDR. Esta variável, determinante para a sustentabilidade do investimento, será analisada no ponto seguinte.



Na tabela seguinte, apresenta-se igualmente, os resultados da análise de sensibilidade, desta vez na forma dos valores da TIR e VAL alcançados quando os factores de análise variam $\pm 10\%$.

TABELA 32: Análise de Sensibilidade do Investimento

Caso Base	Variação	VAL	TIR
	Não	97	10,7%
Aumento 10% no Valor Unitário dos RSU	Favorável	342.396	15,1%
Redução 10% no Valor Unitário dos RSU	Desfavorável	-342.202	6,1%
Aumento de 10% nos rendimentos em CDRs	Favorável	131.951	12,4%
Redução de 10% no rendimento em CDRs	Desfavorável	-131.757	8,9%
Redução 10% nos custos de transportes	Favorável	24.106	11,0%
Aumento 10% nos custos de transportes	Desfavorável	-23.911	10,4%
Redução 10% no Custo Unitário do Refugo	Favorável	24.106	11,0%
Aumento 10% no Custo Unitário do Refugo	Desfavorável	-23.911	10,4%
Redução 10% no Investimento Total	Favorável	182.794	13,3%
Aumento 10% no Investimento Total	Desfavorável	-182.600	8,5%
Aumento 10% no Valor Unitário dos CDR	Favorável	59.817	11,5%
Redução 10% no Valor Unitário dos CDR	Desfavorável	-59.623	9,9%
Redução 10% nos custos de energia e fluidos	Favorável	19.293	10,9%
Aumento 10% nos custos de energia e fluidos	Desfavorável	-19.099	10,4%
Redução 10% nos custos de Pessoal	Favorável	48.820	11,3%
Aumento 10% nos custos de Pessoal	Desfavorável	-48.626	10,1%
Aumento de 10% na distância total	Desfavorável	-171.670	8,4%
Redução 10% na distância total	Favorável	171.864	12,9%
Redução 10% nos Outros FSE	Favorável	-32.560	10,3%
Aumento 10% nos Outros FSE	Desfavorável	66.476	11,6%

4.4.4. A Competitividade Do CDR No Mercado Dos Combustíveis Alternativos

Actualmente, a competitividade do CDR no mercado dos combustíveis está condicionada pelas razões referidas no ponto 1.1., destacando-se a vontade e capacidade de investimento dos potenciais consumidores para adaptarem o seu processo produtivo à utilização dos combustíveis alternativos.

Deste modo, face à inexistência de mercado, a evolução do preço do CDR fica unicamente dependente da vontade do consumidor. Face ao exposto, para se projectar a evolução do preço do CDR produzido, assume-se que a instalação cumpre, em termos médios anuais, com as características apresentadas na tabela 16, estabelecendo o parâmetro económico (PCI) nas 3.200 kcal/kg.

Com base neste dado, podemos avaliar quais os benefícios colaterais para o consumidor

resultantes da substituição parcial do petcoque por CDR, possibilitando ainda avaliar qual o preço que o consumidor se dispõe a pagar para utilizar o CDR como combustível alternativo.

A relação em calor entre 1 t de petcoque e 1 t de CDR avalia-se pelo quociente entre a capacidade calorífica de cada um, obtendo-se para estes combustíveis 0,42 ($3,2 \text{ Gcal/t}_{\text{CDR}} \div 7,6 \text{ Gcal/t}_{\text{PET}}$ ⁷²). Designando por CEIPQ (Custo de Exploração e do Investimento do Processo de Queima) a variável representativa dos custos de exploração resultantes do investimento para a adaptação do processo para uso do CDR (amortizações do investimento em infra-estruturas e equipamentos, acréscimo de consumo de energia eléctrica, mão de obra adicional, taxa de co-incineração de resíduos, custos de manutenção dos novos equipamentos entre outros), que o consumidor suporta, podemos avaliar o custo da indiferença (valor de mercado dos combustíveis fósseis que anula o custo do CDR) e o preço que o consumidor se dispõe a pagar pelo CDR, pela equação seguinte:

$$\text{Preço do CDR (€/t)} = [(\text{VMM}_{(\text{€/t})} \times 0,42) - \text{CEIPQ}_{(\text{€/t})}]$$

VMM representa o preço de mercado do combustível fóssil, que no caso das cimenteiras, é o petcoque⁷³.

Na tabela seguinte, perspectiva-se a evolução anual do preço do CDR, admitindo que o preço do petcoque irá variar anualmente na ordem de +2,5% (em 2009 a variação média foi de 3,7%).

TABELA 33: Variação do preço do CDR indexado ao petcoque

ANO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
(PACE) VMM Combustível fóssil (€/t)	45,00	46,13	47,28	48,46	49,67	50,91	52,19	53,49	54,83
CEIPQ (€/t)	17,42	17,16	16,95	16,73	16,69	5,71	5,79	5,79	5,79
Preço do CDR (€/t)	1,48	2,21	2,90	3,63	4,17	15,67	16,20	16,75	17,31

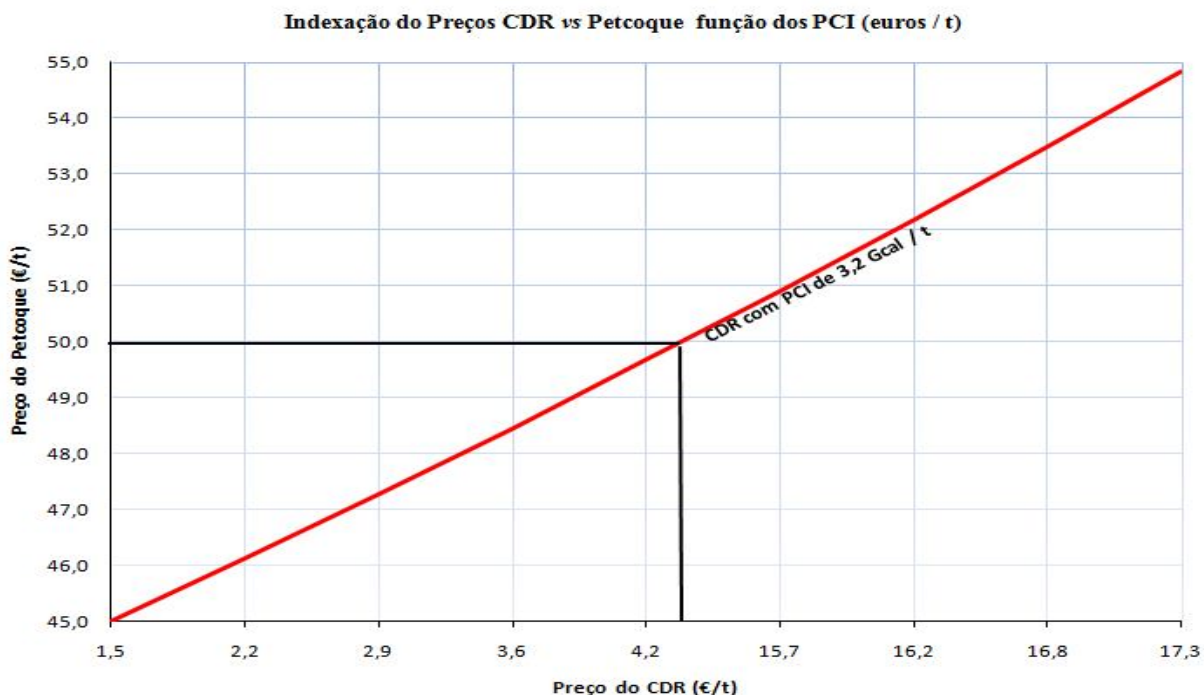
No anexo VII apresentam-se os cálculos da variação anual da variável CEIPQ no período do investimento mais 2 anos, de acordo com os custos médios do investimento e outros custos apurados pelas cimenteiras nacionais, para uma instalação com capacidade de valorização energética anual de 35.000 t de CDR.

O gráfico seguinte permite projectar qual o preço de mercado do petcoque que torna nulo o preço do CDR, significando que sempre que o mercado do petcoque assumir valores inferiores ao preço de venda do CDR a 5,90 €/t, não é atractivo para os consumidores.

⁷² V.d. Tabela 9, pág. 20.

⁷³ Divulgado no site: <http://petcokes.com> Table 1: "Green and Calcined Petroleum Coke Prices Exports Markets"

GRÁFICO 5 – DETERMINAÇÃO DO PREÇO DA INDIFERENCIA DO CDR



Em síntese, o preço estimado que viabiliza economicamente o investimento de 5,90 €t é atractivo para o consumidor sempre que no mercado dos combustíveis fósseis o preço do petcoque seja igual ou superior a 50,00 €t podendo, a partir deste preço, o preço de venda do CDR ser majorado anualmente para os valores referidos na tabela 33, optimizando-se assim os Cash-flows do investimento.

5. CONCLUSÕES

As conclusões sobre a viabilidade económica do investimento foram referidas após obtenção do preço do CDR. Contudo, é de realçar que o investimento é crucial na base das orientações estratégicas saídas do PERSU II, que tiveram em conta as políticas energéticas e ambientais, no que concerne à diminuição da dependência energética externa, na redução das emissões dos GEE, na minimização da deposição de resíduos em aterro e no respeito pela hierarquia de gestão de resíduos.

Foram assim desenvolvidos e aprofundados os pressupostos, orientações e métodos de actuação para a produção do CDR, demonstrando-se, que a sua implementação constitui não só um desafio para os actuais sistemas de gestão de resíduos e sectores industriais, como uma oportunidade de importância fulcral nos termos da gestão de recursos.

Enumeraram-se quais os principais potenciais riscos e constrangimentos inerentes à implementação deste investimento, destacando-se as dificuldades de adaptação dos sectores industriais ao cumprimento dos requisitos da Directiva Incineração, designadamente obstáculos de natureza económica, de mercado e da inoperacionalidade dos actuais Sistemas de Gestão dos RSU para implementação das accções preconizadas no PERSU II no âmbito do CDR, otimizando assim principalmente as suas performances económicas, ambientais e sociais.

Neste contexto, evidenciou-se uma estratégia de viabilizar a estratégia traçada para os CDR contudo, torna-se indispensável para a competitividade do CDR a existência de instrumentos regulamentares ao nível do ambiente e da energia, que estimulem o desenvolvimento de sinergias entre os sectores industriais de elevada intensidade energética e dos resíduos.

O critério de oportunidade do investimento, consubstanciado na conveniência do sector cimenteiro, que actualmente, não só revela conhecimento suficiente na utilização destes combustíveis alternativos, como é o sector pelas suas características e dimensão processual, que maior número de investimentos efectuou, principalmente ao nível dos equipamentos, monitorização e controlo, em conformidade com as MTD previstas no BREF para o sector.

O investimento considerou o mínimo dos equipamentos indispensáveis para que o CDR produzido, enquanto combustível alternativo, garanta as características físico-químicas mínimas com uma dispersão mínima, requeridas pelo consumidor. Porém, esta peculiaridade só conseguirá ser ultrapassada, se as diferentes tipologias que compõem o “mix” de materiais existentes nos RSU, passarem, logo na fonte, a serem fraccionadas. Esta é a principal barreira para o garante da homogeneidade exigida ao CDR, para poder competir no mercado dos combustíveis e reduzir as fracções rejeitadas durante o processo de produção, otimizando-se assim a eficiência produtiva da instalação.

Conclui-se ainda, que a sustentabilidade do CDR passa ainda por alterar ou introduzir novos instrumentos económicos. O actual sistema tarifário para os RSU, que na generalidade dos municípios se baseia numa percentagem do valor correspondente ao consumo de água efectuado pelas famílias, é ineficaz como incentivo à redução e à separação dos resíduos na fonte. É assim indispensável que se avaliem e apliquem sistemas de taxas variáveis ou proporcionais à quantidade de resíduos produzidos e simultaneamente, funcionem como um incentivo à redução e fraccionamento na fonte.

Outro instrumento económico relevante é a implementação de taxas de deposição de RSU em aterro, que incentivem o desvio das fracções com potencial económico do aterro. Estas taxas, já aplicadas nalguns países europeus, têm-se revelado um bom mecanismo na redução dos

resíduos depositados em aterro e, como consequência, promotoras da sua valorização como CDR.

Evidenciou-se para investimentos desta natureza, a importância do estudo prévio socioeconómico, que permitirá aos investidores analisar da sua sustentabilidade a médio e longo prazo.

Actualmente, pela falta de mercado estruturado e competitivo, a viabilidade económica do CDR diminui com o acréscimo dispersão geográfica entre a unidade de produção, do consumidor e do aterro. Privilegiou-se assim, localização da unidade na proximidade aos Sistemas de Gestão Municipais detentores da “matéria-prima” e localizando-se o consumidor e o aterro num raio de acção inferior a 50 km dados os custos dos transportes serem bastante influentes nos resultados económicos. Este factor, tornar-se-á ainda mais relevante assim que forem contabilizadas as emissões resultantes do transporte rodoviário.

O modelo de gestão repartido proposto para gerir o investimento é actualmente inovador considerando que o modelo de gestão de resíduos em Portugal está baseado num modelo repartido por tipos de resíduos, que dificilmente se poderá harmonizar num modelo integrado e razoavelmente sustentado em termos ambientais e económicos. A mesma situação se verifica na recolha dos RSU indiferenciados e selectivos, em que os respectivos tratamentos não são, normalmente, realizados pela mesma entidade. Isto significa que dificilmente o investimento para produção do CDR será exequível, sem estar integrado e sustentado em termos ambientais e económicos. Assim, assegurou-se a viabilidade desta proposta de investimento na constituição de uma sociedade entre uma dada unidade de gestão dos RSU e o consumidor, com igual peso societário e com um modelo de governação participado, permitindo projectar soluções técnicas mais flexíveis e adaptadas ao tipo de resíduos a transformar, com maior rentabilidade técnica e económica.

Em síntese, nenhuma análise sobre qual a melhor solução técnica para o destino a dar aos resíduos fará sentido se não tiver em consideração o conjunto de factores contextuais próprios de cada região, nos quais se incluem as tecnologias a seleccionar para a sua valorização, o funcionamento do sistema económico e do mercado dos resíduos, as políticas e estratégias locais para a gestão dos resíduos sólidos banais e, com igual relevância, as questões de carácter cultural, comportamental e psicossocial dos produtores de resíduos e dos consumidores.

6. FUTURAS ÁREAS DE INVESTIGAÇÃO

No âmbito do estudo apresentado, algumas matérias deverão ser alvo de investigação, tendo por alvo a optimização do projecto e/ou do contexto ambiental, como evidenciado nas seguintes temáticas:

- 1) Tendo em conta o avultado investimento nos equipamentos necessário à criação destas unidades, o custo inerente à manutenção decorrente do desgaste provocado por matérias-primas muito heterogéneas, terá certamente interesse em ser avaliado e minimizado;
- 2) Com o objectivo de afinar a regularidade qualitativa do CDR, a análise do custo/benefício de equipamentos mais dispendiosos, e no entanto mais eficientes (e.g. infra-vermelhos), objectivando a rentabilidade do processo produtivo;
- 3) A análise da viabilidade económica do CDR na forma de um “fluff” *versus* CDR peletizado, com a determinação do “breakeven point” atendendo à redução do custo de transporte que advém da maior densidade do “pellet”;
- 4) O impacto económico por via da optimização do parâmetro económico (PCI) com a inclusão de fluxos de resíduos industriais banais (pneus, lamas secas de ETAR ou resíduos da indústria de transformação de aglomerados);
- 5) Avaliação económica da redução das emissões de CO₂ a nível nacional, resultante da inclusão do CDR nos processos de combustão e pelo desvio dos resíduos de aterro;
- 6) As mais-valias económicas a médio e longo prazo do prolongamento do tempo de vida útil dos aterros, resultantes da produção do CDR;
- 7) Análise da principal mais-valia do CDR para o consumidor, se centrada no conteúdo em carbono biogénico, que possibilitará ao consumidor a venda de créditos de CO₂, ou no poder calorífico que permitirá uma redução dos custos em combustíveis fósseis;
- 8) O estudo económico e ambiental do investimento para produzir o CDR comparativamente com outras metodologias de gestão dos RSU com possibilidade de produção de energia eléctrica, designadamente a gaseificação, incineração e pelo aproveitamento do metano resultante da deposição dos RSU em aterro.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATTELE (2002) "Towards a Sustainable cement industry: Climate change report"
http://www.wbcscement.org/final_reports.asp
- BREF (07.05) "Reference Document on the Best Available Technique for the Waste Treatment Industries" - BREF (08.05) <http://www.eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>
- CAPPUTO C.; PELAGAGGE M.; "RDF Production plants: I Design and Costs" Applied Thermal Engineering, 22, 423 – 437 (2002 a)
- Climate Change (1995): The Science of Climate Change, Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC, Cambridge University Press, pp. 65–86.
- Decreto-Lei n.º 72/2006 - Regime de emissão de gases com efeito de estufa.
- DIAS, S. M.; COSTA M. "Avaliação do Potencial de Produção e Utilização de CDR em Portugal Continental", IST-CEBQ (2006)
- Directiva 2009/28/CE, relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis, disponível no site:
- Directiva 75/442/CEE, de 15 de Julho.
- DONG, T.T.T.; LEE, B. (2009). "Analyses of potential RDF resources from solid waste and their energy values in the largest city of Korea. Waste Management, 29, 1725 – 1731.
- EEA "Better management of municipal waste will reduce greenhouse gas emissions"- (2008/01).
- G. C. FITZGERALD. N. J. THEMELIS "Technical and Economic Impacts of Pre-Shredding The MSW Feed to Moving Grate WTE Boilers" Department of Earth and Environmental Engineering Center Columbia University. (Maio 2009);
- GENON, G.; BRIZIO, E. "Perspectives and limits for cement kilns as a destination for RDF" Waste Management, doi:10.1016/j.wasman.2007.10.022
- GIDARARAKOS, E.;SIMANTIRAKI, F. (2008) "RDF Evaluation in Region of Chania, Crete.", Second International Symposium on Energy from biomass and Waste, Veneza (2008);
- GLORIUS, T.; TUBERGEN J.V.; PRETZ, T.; KHOURY, A.; UEPPING, R (s.d.). Solid Recovered Fuels – Contribution to BREF "Waste Treatment". European Recovered

Fuel Organization (ERFO); Institute and Chair of Processing and Recycling of Solid Waste, RWTH Aachen;

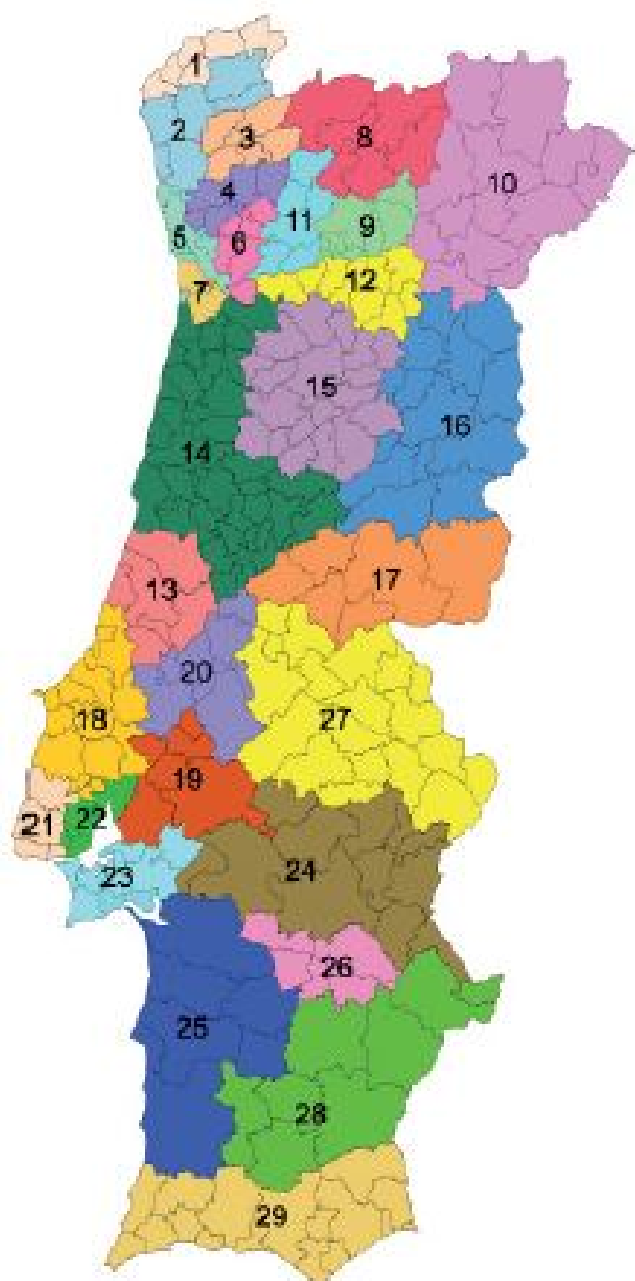
http://www.vda.pt/xms/files/Newsletters/Flash_n222_EU_Concorrencia_IP.pdf.

- J.D. MURPHY , E. MCKEOGH “Effect of combustion on greenhouse gas production from landfill gas/biogas” table 17, page 1052 “Technical, economic and environmental analysis of energy production from municipal solid waste” Department of Building and Civil Engineering, Cork Institute of Technology, Cork, Ireland
- J.D. MURPHY; E. MCKEOGH - Technical, economic and environmental analysis of energy production from municipal solid waste”- Department of Building and Civil Engineering, Cork Institute of Technology, Cork, Ireland
- KLUNDERT. A – “Integrated Sustainable Waste Management: The election of appropriate technologies and the design of sustainable systems is not (only) a technical issue” Waste Advisors on Urban Environment and Development (2006);
- KORHONEN. J. - “Industrial ecology in the strategic sustainable development model strategic applications of industrial ecology”- Institute for Social Sciences, University of Tampere, Finland (2004);
- MARSH, R.; GRIFFITS, A. J.; WILLIAMS, K.P.; WILCOX, S.J. “Physical and Thermal proprieties of extruded refuse derived fuel” Processing Technology, 88, 701 – 706 (2007)
- NP 4486 (2008), Combustíveis derivados de resíduos. Enquadramento para a produção, classificação e gestão da qualidade.
- P. U. ASNANI; ZURBRÜGG C, DA ZHU – “Improving municipal solid waste management” Thermal & Environmental Engineering Institute, Tongji University, Shanghai, China; National Engg. Research Center for Urban Pollution Control, Bangalore University, India (2006);
- PALAZZOLO, R; CODA, F; COGGIOLA, F.; PORTO, G; GIUSIDE, R (2008). “RDF Ozone Disinfection” - Secondary International Symposium on Energy from Biomass and Waste. Veneza 2008
- Relatório do Estado do Ambiente 2008, pág.166, APA (2008)
- ROLDÃO, V.S., RIBEIRO, J.S. “Gestão das Operações Uma Abordagem integrada” 1ª Edição, Capítulos 7 e 8 (2007).

- ROOS, H. J.; PETERS, W (2007). “Advanced processing of municipal solid waste for the production of high-grade quality fuels.” Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, Sardenha (2007)
- ROTTER V. S, T.KOST, J. WINKLER, B. BILITEWSKI “Material flow analysis of RDF-production processes” (2004) - Department of Waste Management, Technical University Berlin; Institute for Waste Management and Contaminated Treatment, Technical University Dresden;
- S. CONSONNI, M. GIUGLIANO, M. GROSSO “Alternative strategies for energy recovery from municipal solid waste Part A: Mass and energy balances Department of Energy Engineering, Politecnico di Milano Pizza Leonardo da Vinci, Italy (2004);
- S. CONSONNI, M. GIUGLIANO, M. GROSSO “Alternative strategies for energy recovery from municipal solid waste Part B: Emissions and Cost Balances Department of Energy Engineering, Politecnico di Milano Pizza Leonardo da Vinci, Italy (2004);
- SCHINGNITZ, D; HOFFMANN, G.; GLIESS, M.; WAGNER,J. Environmental and Economics Evaluation of Refuse Derived Fuels: Current situation prospects. Second International Symposium on Energy from Biomass and Waste. (Veneza 2008)
- SPENCER, R.; YASUDA, Y. “Environmental and Economic Evaluation of Refuse Derived Fuels”: With a Special Focus on the Application on Japanese Technology in Canada. (June 2000);

ANEXO I

Sistemas de Gestão de RSU Multimunicipais e Intermunicipais em Portugal Continental



- 1 - VALORMINHO  EGF
- 2 - RESULIMA  EGF
- 3 - BRAVAL
- 4 - Amave
- 5 - Lipor
- 6 - Ambisousa
- 7 - SULDOURO  EGF
- 8 - RESAT  EGF
- 9 - A. M. Vale do Douro Norte
- 10 - Resíduos do Nordeste
- 11 - REBAT  EGF
- 12 - RESIDOURO  EGF
- 13 - VALORLIS  EGF
- 14 - ERSUC  EGF
- 15 - Ecobeirão
- 16 - Resiestrela  EGF
- 17 - A.M. Raia-Pinhal
- 18 - RESIOESTE  EGF
- 19 - Ecolézéria/ Resiurb
- 20 - Resitejo
- 21 - AMTRES/Tratolixo
- 22 - Valorsul  EGF
- 23 - AMARSUL  EGF
- 24 - Gesamb
- 25 - Ambilital
- 26 - Amcal
- 27 - VALNOR  EGF
- 28 - Resialentejo
- 29 - ALGAR  EGF

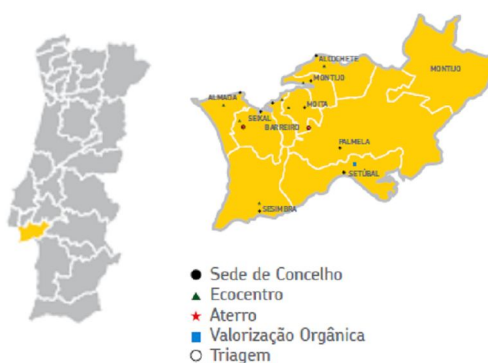
CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS

ALGAR



ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
4.996	421.528	84	327.678	777

AMARSUL



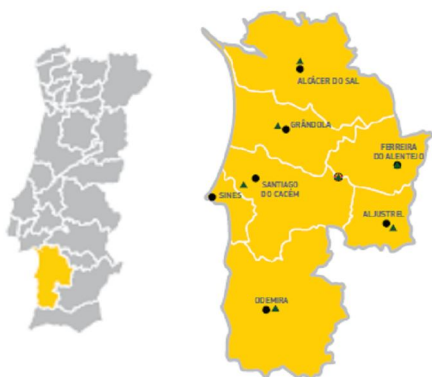
ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
1.559	774.697	497	354.496	458

AMAVE/SUMA



ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
895	485.037	542	181.706	375

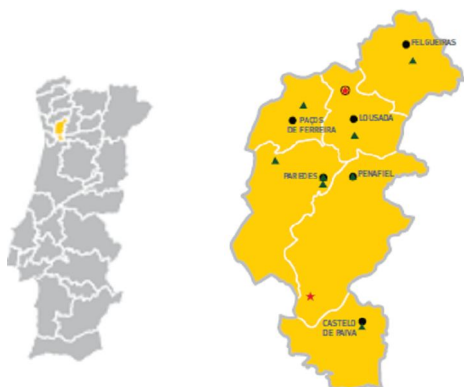
AMBILITAL



- Sede de Concelho
- ▲ Ecocentro
- ★ Aterro
- Triagem

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
6.362	114.851	18	62.028	540

AMBISOUSA



- Sede de Concelho
- ▲ Ecocentro
- ★ Aterro
- Triagem

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
767	337.380	440	130.513	387

AMCAL



- Sede de Concelho
- ▲ Ecocentro
- ★ Aterro

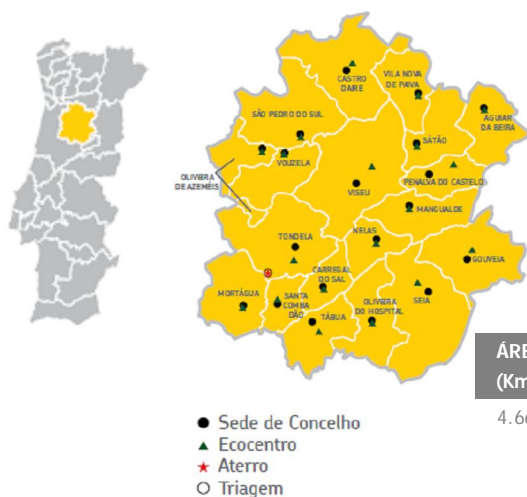
ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
1.748	26.220	15	14.351	547

A.M. RAIA/PINHAL



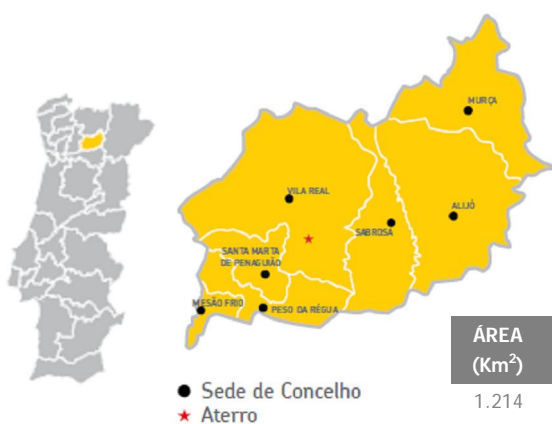
ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
4.498	99.785	22	39.362	394

A.M. REGIÃO DO PLANALTO BEIRÃO/ ECOBEIRÃO



ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
4.660	368.566	79	132.325	359

A.M. VALE DO DOURO NORTE/ SERURB DOURO



ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
1.214	107.437	88	46.490	433

BRAVAL



- Sede de Concelho
- ▲ Eocentro
- ★ Aterro
- Triagem

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
1.122	288.479	257	101.753	353

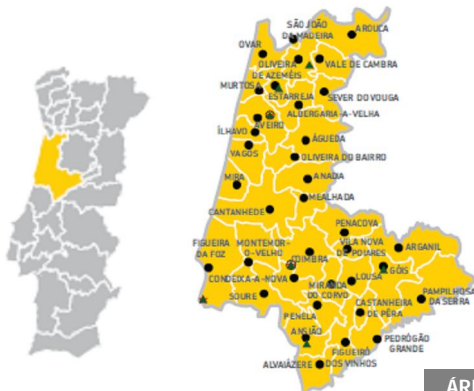
ECOLEZÍRIA/ RESIURB



- Sede de Concelho
- ▲ Eocentro
- ★ Aterro

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
2.357	124.395	53	61.974	498

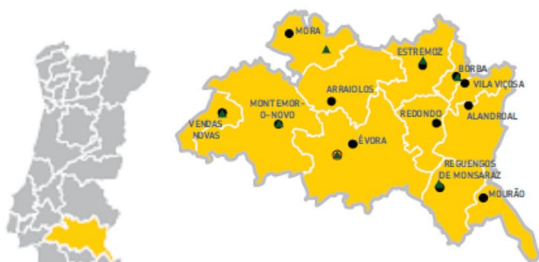
ERSUC



- Sede de Concelho
- ▲ Eocentro
- ★ Aterro
- Triagem

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
6.694	977.873	146	402.012	411

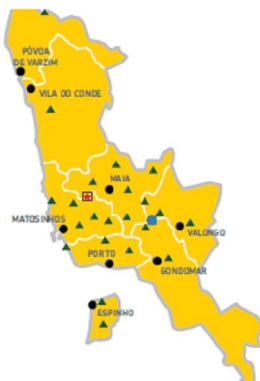
GESAMB



- Sede de Concelho
- ▲ Ecocentro
- ★ Aterro
- Triagem

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
6.399	157.729	25	84.621	536

LIPOR



- Sede de Concelho
- ▲ Ecocentro
- ★ Aterro
- Valorização Orgânica
- Triagem
- Valorização Energética

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
646	972.479	1.505	488.383	502

REBAT



- Sede de Concelho
- ▲ Ecocentro
- ★ Aterro
- Triagem

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
1.273	183.479	144	54.594	298

RESAT



- Sede de Concelho
- ▲ Eocentro
- ★ Aterro
- Triagem

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
2.922	103.105	35	40.931	397

RESIALENTEJO



- Sede de Concelho
- ▲ Eocentro
- ★ Aterro
- Triagem

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
6.683	97.221	15	49.264	507

RESIDOURO



- Sede de Concelho
- ▲ Eocentro
- ★ Aterro
- Triagem

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
1.728	109.648	63	36.871	336

RESÍDUOS DO NORDESTE/ FOCSA



- Sede de Concelho
- ▲ Eocentro
- ★ Aterro

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
6.997	151.443	22	58.604	387

RESIESTRELA



- Sede de Concelho
- ▲ Eocentro
- ★ Aterro
- Valorização Orgânica

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
6.133	214.310	35	79.075	369

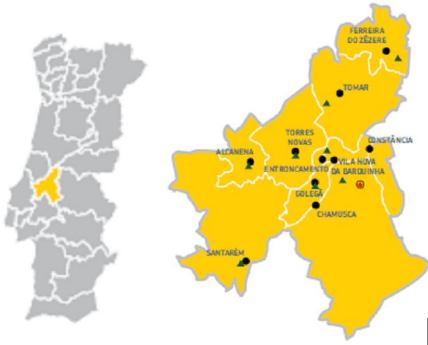
RESIOESTE



- Sede de Concelho
- ▲ Eocentro
- ★ Aterro
- Triagem

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
2.756	402.888	146	196.420	488

RESITEJO



- Sede de Concelho
- ▲ Eocentro
- ★ Aterro
- Triagem

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
2.465	217.227	88	91.708	422

RESULIMA



- Sede de Concelho
- ▲ Eocentro
- ★ Aterro
- Triagem

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
1.743	333.028	191	134.732	405

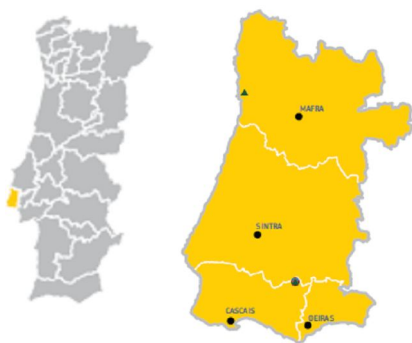
SULDOURO



- Sede de Concelho
- ▲ Eocentro
- ★ Aterro
- Triagem

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
384	452.691	1.179	191.928	424

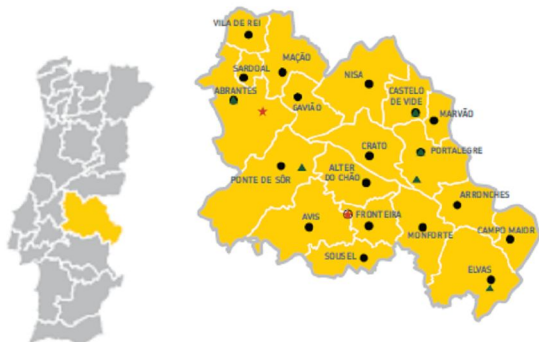
TRATOLIXO



- Sede de Concelho
- ▲ Ecocentro
- Valorização Orgânica
- Triagem

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
754	850.879	1.128	374.492	440

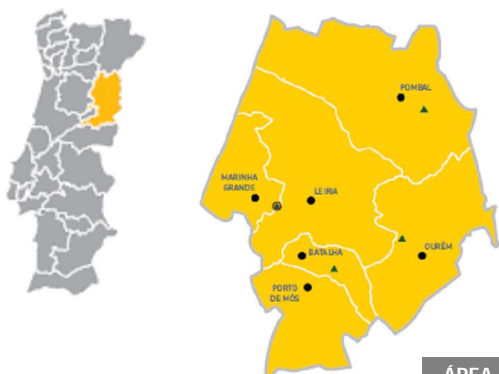
VALNOR



- Sede de Concelho
- ▲ Ecocentro
- ★ Aterro
- Triagem

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
7.483	174.719	23	86.235	494

VALORLIS



- Sede de Concelho
- ▲ Ecocentro
- ★ Aterro
- Triagem

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
2.160	315.928	146	126.791	401

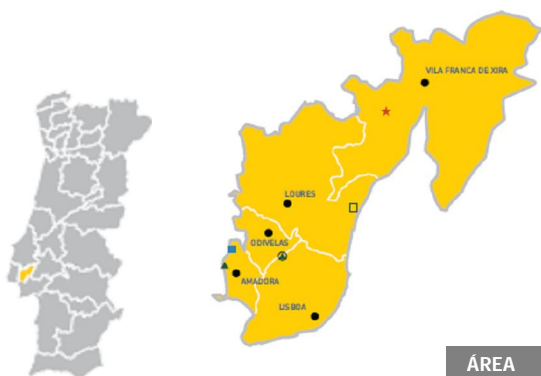
VALORMINHO



- Sede de Concelho
- ▲ Eocentro
- ★ Aterro
- Triagem

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
950	78.599	83	35.683	454

VALORSUL

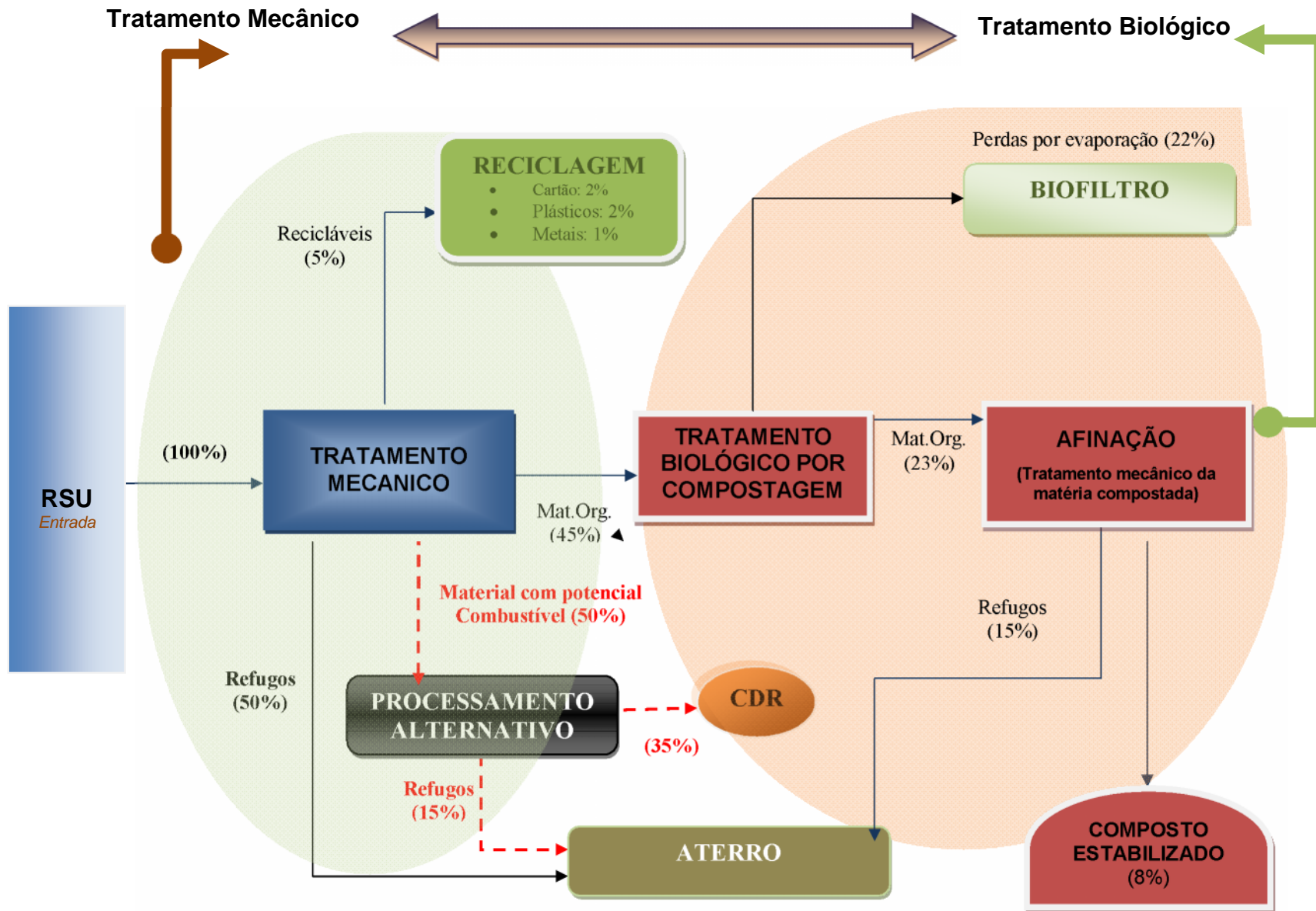


- Sede de Concelho
- ▲ Eocentro
- ★ Aterro
- Valorização Orgânica
- Triagem
- Valorização Energética

ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
622	1.168.650	1.879	510.282	437

SISTEMA	ÁREA (Km ²)	POPULAÇÃO RESIDENTE	DENSIDADE POPULACIONAL (hab/Km ²)	PRODUÇÃO DE RSU (t/ano)	CAPITAÇÃO (kg/hab.ano)
1 ALGAR	4.996	421.528	84	327.678	777
2 AMARSUL	1.559	774.697	497	354.496	458
3 AMAVE/SUMA	895	485.037	542	181.706	375
4 AMBILITAL	6.362	114.851	18	62.028	540
5 AMBISOUSA	767	337.380	440	130.513	387
6 AMCAL	1.748	26.220	15	14.351	547
7 A.M. RAIA/PINHAL	4.498	99.785	22	39.362	394
8 A.M. REGIÃO DO PLANALTO BEIRÃO/ ECOBEIRÃO	4.660	368.566	79	132.325	359
9 A.M. VALE DO DOURO NORTE/ SERURB DOURO	1.214	107.437	88	46.490	433
10 BRAVAL	1.122	288.479	257	101.753	353
11 ECOLEZÍRIA/ RESIURB	2.357	124.395	53	61.974	498
12 ERSUC	6.694	977.873	146	402.012	411
13 GESAMB	6.399	157.729	25	84.621	536
14 LIPOR	646	972.479	1.505	488.383	502
15 REBAT	1.273	183.479	144	54.594	298
16 RESAT	2.922	103.105	35	40.931	397
17 RESIALENTEJO	6.683	97.221	15	49.264	507
18 RESIDOURO	1.728	109.648	63	36.871	336
19 RESÍDUOS DO NORDESTE/ FOCSA	6.997	151.443	22	58.604	387
20 RESIESTRELA	6.133	214.310	35	79.075	369
21 RESIOESTE	2.756	402.888	146	196.420	488
22 RESITEJO	2.465	217.227	88	91.708	422
23 RESULTIMA	1.743	333.028	191	134.732	405
24 SULDOURO	384	452.691	1.179	191.928	424
25 TRATOLIXO	754	850.879	1.128	374.492	440
26 VALNOR	7.483	174.719	23	86.235	494
27 VALORLIS	2.160	315.928	146	126.791	401
28 VALORMINHO	950	78.599	83	35.683	454
29 VALORSUL	622	1.168.650	1.879	510.282	437

ANEXO II: Tratamento Mecânico Biológico (TMB)



NOTAS: Eficiência média das operações nos actuais Sistemas de Gestão de tratamento dos RSU em Portugal Continental face ao RSU entrado.

---➔ Processo de gestão alternativo à deposição em aterro.

ANEXO III

Inferência estatística

O método da Regressão Linear Múltipla (MRLM), permite avaliar a partir de estimativas amostrais se, de facto, a variável independente (“RSU per capita vs PIB per capita” – β_0) pode ou não influenciar a variável dependente (“RSU per capita” – β_1), ou seja, se o modelo construído é ou não significativo.

$$Y_j = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \epsilon_j$$

➤ Validação dos pressupostos da MRLM

- ✓ Independência dos Resíduos (ϵ_j) – Teste Durbin e Watson mostra que existe auto-correlação $\Rightarrow d = 1,228$ (“se $d \cong 2$, podemos concluir que não existe auto-correlação entre os resíduos” *in* Maroco, 2007”) como tal, há independência dos erros.
- ✓ O Método Regressão Linear Múltipla é validado olhando para os resultados dos coeficientes de determinação ($R^2=0,936$) e o coeficiente de correlação ajustado ($R_a^2=0,933$) são próximos de 1.
- ✓ Como alguns dos pressupostos do MRLM não foram analisados é através do resultado da ANOVA da regressão que iríamos decidir sobre a significância do modelo ajustado, sendo que para isso se recorre ao seguinte teste de Hipóteses:

Hipótese nula (H_0): Igualdade entre os β , sendo que estes teriam que ser iguais a zero;
 $\beta_0 = \beta_1 = 0$

Hipótese Alternativa (H_a): Pelo menos um β é diferente de zero

No caso em análise, os pressupostos do modelo são validos concluindo-se que o modelo ajustado é significativo ($\sigma < 0,05$) porque $\alpha = 0$, não tendo-se que rejeitar H_0 em favor de H_a .

Resultado

No caso em análise, os pressupostos do modelo são válidos concluindo-se que o modelo ajustado é significativo não tendo-se que rejeitar H_0 em favor de H_a .

Em síntese, a utilização da MRLM, revela-se um método adequado tendo em conta a validação dos pressupostos para a sua aplicação.

Quadros obtidos por análise de inferência estatística (SPSS versão 15)

Model Description

Model Name		MOD_2
Dependent Variable	1	RSU per capita 1995 - 2016
Equation	1	Linear
Independent Variable		RSU_PIB 1995 - 2016
Constant		Included
Variable Whose Values Label Observations in Plots		Unspecified

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,968	,936	,933	5,382

The independent variable is RSU_PIB 1995 - 2016.

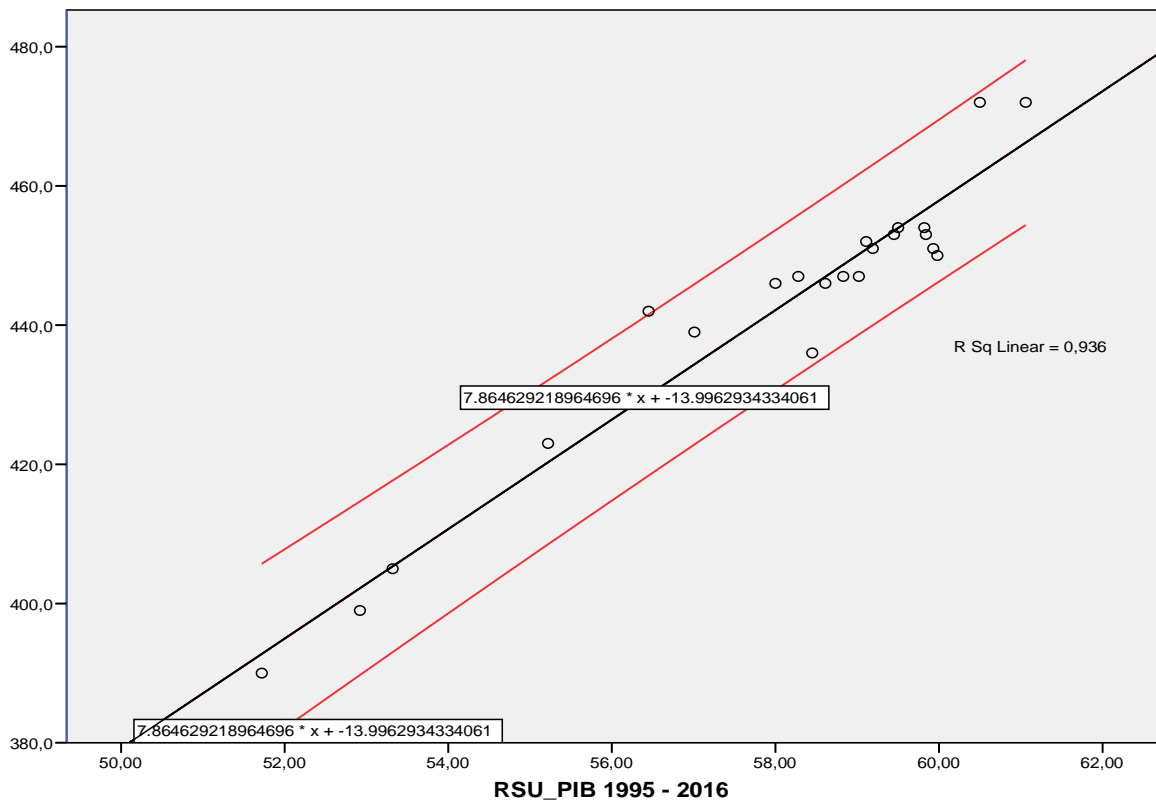
ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	8510,648	1	8510,648	293,868	,000
Residual	579,216	20	28,961		
Total	9089,864	21			

The independent variable is RSU_PIB 1995 - 2016.

Coefficients

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
RSU_PIB 1995 - 2016	7,865	,459	,968	17,143	,000
(Constant)	-13,996	26,638		-,525	,605



Correlations

		RSU per capita 1995 - 2016	RSU_PIB 1995 - 2016
Pearson Correlation	RSU per capita 1995 - 2016	1,000	,968
	RSU_PIB 1995 - 2016	,968	1,000
Sig. (1-tailed)	RSU per capita 1995 - 2016	.	,000
	RSU_PIB 1995 - 2016	,000	.
N	RSU per capita 1995 - 2016	22	22
	RSU_PIB 1995 - 2016	22	22

Variables Entered/Removed b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	RSU_PIB 1995 - a 2016	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: RSU per capita 1995 - 2016

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,968 ^a	,936	,933	5,3815	,936	293,868	1	20	,000	1,228

a. Predictors: (Constant), RSU_PIB 1995 - 2016

b. Dependent Variable: RSU per capita 1995 - 2016

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-13,996	26,638		-,525	,605
	RSU_PIB 1995 - 2016	7,865	,459	,968	17,143	,000

a. Dependent Variable: RSU per capita 1995 - 2016

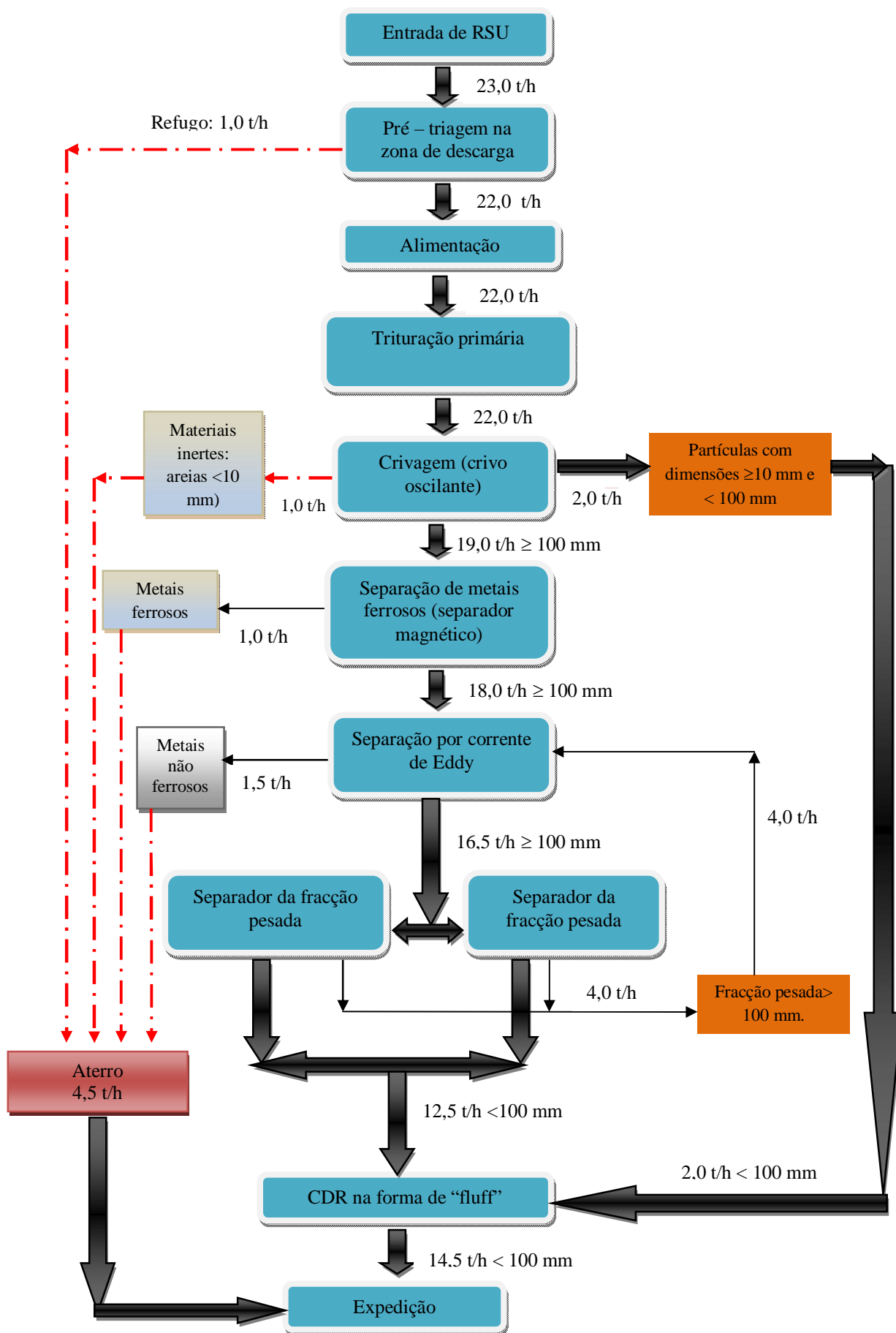
Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	392,762	466,218	442,227	20,1313	22
Residual	-9,6913	12,0380	,0000	5,2518	22
Std. Predicted Value	-2,457	1,192	,000	1,000	22
Std. Residual	-1,801	2,237	,000	,976	22

a. Dependent Variable: RSU per capita 1995 - 2016

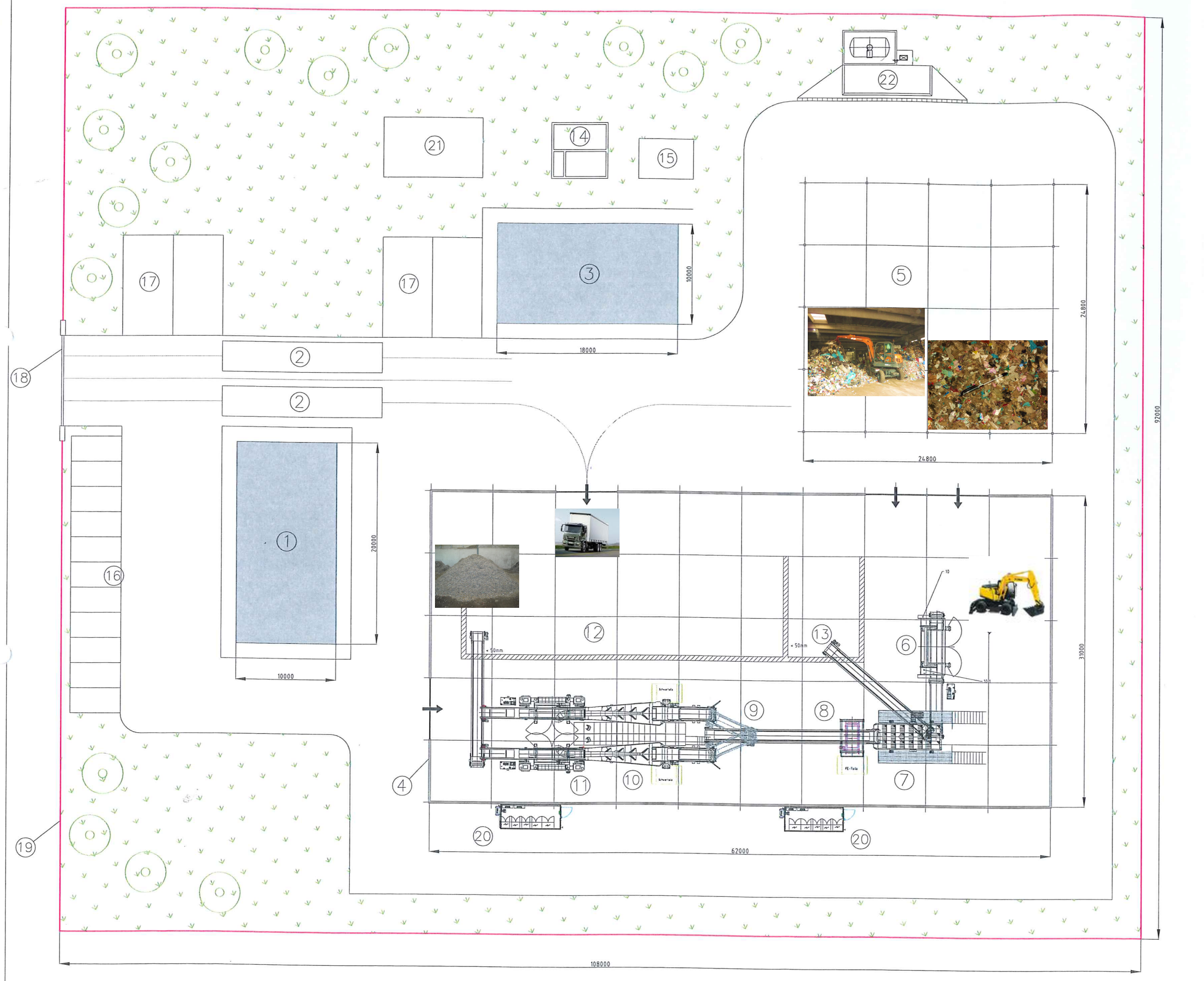
ANEXO IV

Diagrama Processual e balanço de massas ($\eta = 75\%$)



ANEXO V – MAPA RESUMO DAS PROPOSTAS

ANO: 2009	BMH	Masias & Hoffle	Gruman/Doppstadt	Lindner/Lechtenberg	Lindner/Lechtenberg
N.º de horas/dia	16	16	16	16	16
Capacidade, CDR (t/h)	30	25	10	25	16
N.º de linhas	2	2	1	1	1
Potência total, kW	1360	2 x 500	759	710	700
Consumo de energia, kWh/t _{CDR}	71	32	50	23	47
Dimensão média do produto final	< 100 x 100 mm				
Equipamento					
Triturador primário					
Modelo	Tyrannosaurus 9904	Terminator 5000 S	Doppstadt DW2560E1	Meteor 3200-87 / 2x160kW	Jupiter 2200 / 2x132kW
Transportador					
Modelo	CHN B1400 L25		AA13m x 1200	H1200	
Separador magnético					
Modelo	Electroíman	Electroíman,	Permanent magnet separator	MEPQ 1201 Q-GP	MEPQ 1201 Q-GP
Crivo					
Modelo	Crivo vibratório		Crivo rotativo SST1025	Crivo rotativo	
Transportador					
Modelo			AA13m x 1000	H1000	H1000
Transportador					
Modelo			AA13m x 1200		
Separador balístico/classificador ar					
Tipo	Tornado 2500 - 40	MK 81-3	STT 2000_102	SAS1100 (inclui separador por ar)	
Transportador					
Modelo			AA13m x 1000		
Transportador - fracção leve					
Modelo			AA13m x 1000		
Triturador secundário					
Modelo		Rasor 5400	DW2860 E "Duplex"	Komet 2200 2x132kW	Komet 2200 2x132kW
Transportador - fracção CDR					
Modelo			AA12m x 16 x 800	H1000	
Transportador - fracção pesada					
Comprimento, m	25	25	16	22	18
Sistema de comando e controlo	PLC, Siemens S7	PLC, Siemens S7	Automático/ Manual	PLC, Siemens S7	PLC, Siemens S7
Montagem mecânica	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Montagem eléctrica	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Arranque da instalação	4 semanas	2 semanas	2 semanas	3 semanas	3 semanas
Preço (Euros)	5 592 400	2 617 850	1 674 390	1 532 180	1 289 350
Prazo de entrega	7 meses (2-3 meses para transporte, montagem e comissionam)	19 Semanas	30 Semanas	upon request	upon request
Condições de pagamento	50% 14 Dias após contrato; 30% 3 meses após contrato; 15% prévio ao transporte; 5% aceitação provisória c/ garantia bancária	30% Adjudicação; 30% entrega dos equipamentos; 30% conclusão da montagem; 10% arranque ou 2 meses após conclusão da montagem	30% Adjudicação; 30% entrega dos equipamentos; 30% conclusão da montagem; 10% arranque ou 2 meses após conclusão da montagem	30% Adjudicação; 50% entrega do equipamento; 20% arranque ou 9 semanas após notificação de entrega	30% adjudicação; 50% entrega do equipamento; 20% arranque ou 9 semanas após notificação de entrega
Garantia mecânica	12 Meses ou 4000 h	12 Meses ou 1000 h	12 Meses ou 3500 h	24 Meses ou 4000 h	24 Meses ou 4000 h
Exclusões	Construção civil, alimentação eléctrica, despoeiramento, sistema de combate a incêndios, equipamentos de elevação	Construção civil, alimentação eléctrica, despoeiramento, sistema de combate a incêndios, equipamentos de elevação, peças de substituição e desgaste	Construção civil, alimentação eléctrica, despoeiramento, sistema de combate a incêndios, equipamentos de elevação, peças de substituição e desgaste	Construção civil, alimentação eléctrica, sistema de combate a incêndios, equipamentos de elevação, peças de substituição e desgaste	Construção civil, alimentação eléctrica, sistema de combate a incêndios, equipamentos de elevação, peças de substituição e desgaste

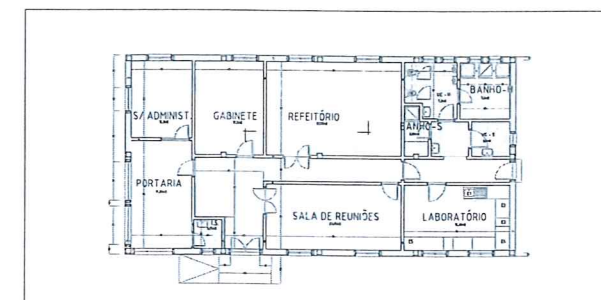


LEGENDA:

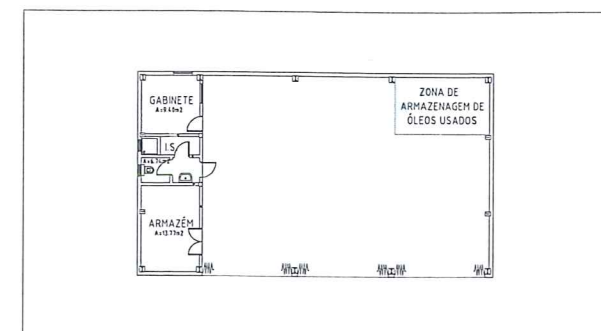
- 1 - EDIFÍCIO DE APOIO (Portaria e Administrativo)
- 2 - UNIDADES DE PESAGEM
- 3 - EDIFÍCIO OFICIAL
- 4 - EDIFÍCIO DE PRODUÇÃO DE CDR
- 5 - ESTRUTURA METÁLICA DE COBERTURA (ARMAZENAGEM DE RESÍDUOS A TRATAR)
- 6 - TRITURADOR PRIMÁRIO
- 7 - CRIVO OSCILANTE
- 8 - SEPARADOR MAGNÉTICO
- 9 - TRANSPORTADOR OSCILANTE
- 10 - SEPARADOR DE FRACÇÃO PESADA
- 11 - TRITURADOR SECUNDÁRIO
- 12 - ARMAZENAGEM DE CDR
- 13 - ARMAZENAGEM DA FRACÇÃO PESADA
- 14 - RESERVATÓRIO DE ÁGUA E CENTRAL DE BOMBAGEM
- 15 - POSTO DE TRANSFORMAÇÃO
- 16 - PARQUEAMENTO DE VIATURAS LIGEIRAS
- 17 - PARQUEAMENTO DE VIATURAS PESADAS
- 18 - PORTÃO
- 19 - VEDAÇÃO
- 20 - QUADROS DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA
- 21 - ETAR COMPACTA
- 22 - ARMAZENAGEM E ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEL

SIMBOLOGIA:

- VEDAÇÃO
- ZONA VERDE



EDIFÍCIO DE APOIO (PORTARIA E ADMINISTRATIVO)



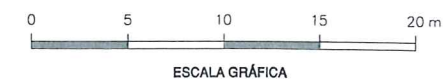
EDIFÍCIO OFICIAL



INSTALAÇÃO DE PRODUÇÃO DE CDR

FIGURA 2 - IMPLANTAÇÃO - TIPO

S/ESC.



ANEXO VII – PEÇAS FINANCEIRAS

1. PRESSUPOSTOS

1.1. Dados gerais da instalação.

Instalação de produção de CDR			
1	Capacidade (t CDR/ano):	35.000	
1a	N.º de horas de funcionamento (h/dia)	8	
1b	N.º de dias de funcionamento (dias/ano)	260	
2	Rendimento	0,75	
3	Investimento (valores em €)		
3,1	Corpóreo		
3.1.1	Equipamento principal		
3.1.1.1	Unidade de produção de CDR, constituída por triturador primário e secundário, crivo (se aplicável), separador magnético, separador balístico, transportadores, incluindo montagem.	1.432.000	
3.1.1.2	Peças de reserva (2% do investimento em equipamento principal)	28.640	1.432.000
3.1.2	Equipamento auxiliar		
3.1.2.1	Instalação de despoeiramento		
3.1.2.2	Redes de águas		
3.1.2.2.1	Água de serviço	13.600	
3.1.2.2.2	Água de incêndio	20.400	
3.1.2.2.3	Águas pluviais + ETAR	24.000	
3.1.2.3	Unidade de pesagem		
3.1.2.4	Dois contentores abertos, de 30 m3, para armazenagem de fracções separadas	11.000	
3.1.2.5	Equipamento de laboratório + material diverso (1% do custo dos edifícios)	25.345	
3.1.2.6	Escavadoras de rodas	190.000	
3.1.2.7	Sistema de ar comprimido (central e rede de distribuição)		
3.1.2.8	Alimentação eléctrica (ligação e posto de transformação)	30.000	
3.1.2.9	Instalação eléctrica, iluminação e tomadas	5.000	349.345
3.1.3	Edifícios		
3.1.3.1	Pavilhão industrial, em estrutura metálica, dim. 62 x 31 m e altura útil 8,5 m	345.960	
3.1.3.2	Estrutura metálica de cobertura, dim. em planta 25 x 25 m, altura útil 10,0 m	112.500	
3.1.3.3	Oficina, portaria e edifício administrativo, dim. em planta 10 x 20 m, oficina 10x18m	108.800	
3.1.4	Outras infra-estruturas		
3.1.4.1	Preparação do terreno, acessos e arruamentos, arranjo paisagístico	35.000	
3.1.4.2	Vedação e portão	7.000	2.419.245
3.1.5	Terreno		
3.1.5.1	Área de terreno, m2	15.000	
3.1.5.2	Custo do terreno, €/m2	5,0	
3.1.5.3	Custo do terreno, €	75.000	2.494.245
3,2	Incorpóreo		
3.2.1	Estudos, projectos, taxas e licenças (1,5% do investimento)	37.000	2.494.245
3.2.2	Constituição da sociedade	1.000	
3.2.3	Capital circulante (30 dias de encargos de exploração, manutenção e seguros)		
4	Cronograma do investimento		
4,1	Estudos, projectos, licenças	2010	
4,2	Início da construção da instalação	2011	
4,3	Início da exploração da instalação	2012	
5	Estrutura de financiamento		
5,1	Capitais próprios	25%	
5,2	Empréstimo de longo prazo	75%	
6	Receitas		
6,1	Recepção de resíduos		
6.1.1	Quantidade de CDR (t/ano)	CDR	Mercado
	Ano 1 - 2012	30.000	
	Ano 2 - 2013	30.800	2,67%
	Ano 3 - 2014	31.500	2,50%
	Ano 4 - 2015	32.300	2,50%
	Ano 5 - 2016	32.600	2,75%
	Ano 6 - 2017	33.000	3,00%
	Ano 7 - 2018	33.300	3,25%
	Ano 8 e seguintes	33.300	3,50%
6.1.2	Quantidade de RSU(t/ano)	RSU	Aterro
	Ano 1 - 2012	40.000	10.000
	Ano 2 - 2013	41.000	10.200
	Ano 3 - 2014	42.000	10.500
	Ano 4 - 2015	43.100	10.800
	Ano 5 - 2016	43.500	10.900
	Ano 6 - 2017	43.900	10.900
	Ano 7 - 2018	44.400	11.100
	Ano 8 e seguintes	44.400	11.100
6.1.3	Valor unitário pago pela UTMB (€/t resíduo)	25,0	
6.1.4	Valor anual (€/ano)		
6.1.4.1	Ano 1 - 2012	1.000.000	
6.1.4.2	Ano 2 - 2013	1.025.000	
6.1.4.3	Ano 3 - 2014	1.050.000	
	Ano 4 - 2015	1.077.500	
	Ano 5 - 2016	1.087.500	
	Ano 6 - 2017	1.097.500	
	Ano 7 - 2018	1.110.000	
	Ano 8 e seguintes	1.110.000	
6,2	Venda de CDR		
6.2.1	Valor unitário (€/t CDR) (para variar, de forma a obter a TIR pretendida)	25,00	
6.2.2	Valor anual (€/ano)		
6.2.2.1	Ano 1 - 2012	750.000	
6.2.2.2	Ano 2 - 2013	770.000	
6.2.2.3	Ano 3 - 2014	787.500	
	Ano 4 - 2015	807.500	
	Ano 5 - 2016	815.000	
	Ano 6 - 2017	825.000	
	Ano 7 - 2018	832.500	
	Ano 8 e seguintes	832.500	

7	Encargos		
7,1	Transporte de materiais		
7.1.1	RSU (€/ano)		
7.1.1.1			
7.1.1.2	Ano 1 - 2012	0	
7.1.1.3	Ano 2 - 2013	0	
7.1.1.4	Ano 3 - 2014	0	
	Ano 4 - 2015	0	
	Ano 5 - 2016	0	
	Ano 6 - 2017	0	
	Ano 7 - 2018	0	
	Ano 8 e seguintes	0	
7.1.2	CDR (€/ano)		
7.1.2.1			
7.1.2.2	Ano 1 - 2012	231.250	
7.1.2.3	Ano 2 - 2013	236.250	
7.1.2.4	Ano 3 - 2014	236.250	
	Ano 4 - 2015	242.125	
	Ano 5 - 2016	244.375	
	Ano 6 - 2017	247.875	
	Ano 7 - 2018	249.750	
	Ano 8 e seguintes		
7.1.3	Refugo (€/ano)		
7.1.3.1			
7.1.3.2	Ano 1 - 2012	62.500	
7.1.3.3	Ano 2 - 2013	64.063	
7.1.3.4	Ano 3 - 2014	65.625	
	Ano 4 - 2015	67.500	
	Ano 5 - 2016	68.125	
	Ano 6 - 2017	68.750	
	Ano 7 - 2018	69.375	
	Ano 8 e seguintes	69.375	
7,2	Encargos de exploração da unidade		
7.2.1	Pessoal		
7.2.1.1	Encargo anual (ver Folha "Auxiliar"), €/ano	148.064	
7.2.2	Energia eléctrica		
7.2.2.1	Potência instalada (kW)	400	
7.2.2.2	Factor de utilização da potência instalada	60%	
7.2.2.3	Consumo de energia (kWh/ano)	499.200	
7.2.2.4	Custo do kWh (€/kWh)	0,104	1
7.2.2.5	Encargo anual, €/ano		
	Ano 1 - 2012	44.500	
	Ano 2 - 2013	45.687	
	Ano 3 - 2014	46.725	
	Ano 4 - 2015	47.912	
	Ano 5 - 2016	48.357	
	Ano 6 - 2017	48.950	
	Ano 7 - 2018	49.395	
	Ano 8 e seguintes	49.395	
7.2.3	Combustíveis e óleos lubrificantes		
7.2.3.1	Consumo específico de combustível das escavadoras de rodas, l/dia	40	
7.2.3.2	Preço do gasóleo, €/l	1,13	
	Consumo diário de lubrificantes, kg/dia	0,50	
	Preço dos lubrificantes, €/kg	7,0	
7.2.3.3	Encargo anual de combustíveis e lubrificantes, €/ano	12.662	
7.2.4	Água		
7.2.4.1	Consumo de água, m3/ano	1000	contador
7.2.4.2	Preço da água, €/m3	1,90	65,48
7.2.4.3	Encargo anual de água, €/ano	2.686	
7.2.5	Consumíveis		
7.2.5.1	Custo especif. das peças de desgaste dos trituradores (facas/dentes), €/t RSU	1,0	
7.2.5.2	Custo anual de consumíveis, €/ano, Ano 1	40.000	
7.2.5.3	Custo anual de consumíveis, €/ano, Ano 2	41.000	
7.2.5.4	Custo anual de consumíveis, €/ano, Ano 3	42.000	
7.2.5.5	Custo anual de consumíveis, €/ano, Ano 4	43.100	
7.2.5.6	Custo anual de consumíveis, €/ano, Ano 5	43.500	
7.2.5.7	Custo anual de consumíveis, €/ano, Ano 6	43.900	
7.2.5.8	Custo anual de consumíveis, €/ano, Ano 7	44.400	
7.2.5.9	Custo anual de consumíveis, €/ano, Ano 8	44.400	
7.2.6	Manutenção		
	Manutenção em sistemas de construção civil e infraestruturas (0,5% do investimento) e em equipamento (1,5% do investimento), €/ano	28.191	
7.2.7	Seguros		
7.2.7.1	Custo anual de seguros (1% do investimento), €/ano	23.243	
7,3	Deposição de refugos em aterro (s/ transporte)		
7.3.1	Custo específico de deposição de refugos em aterro, €/t refugo	7	
7.3.2	Custo anual de deposição de refugo em aterro, €/ano, ano 1	70.000	
7.3.3	Custo anual de deposição de refugo em aterro, €/ano, ano 2	71.400	
7.3.4	Custo anual de deposição de refugo em aterro, €/ano, ano 3	73.500	
7.3.5	Custo anual de deposição de refugo em aterro, €/ano, ano 4	75.600	
7.3.6	Custo anual de deposição de refugo em aterro, €/ano, ano 5	76.300	
7.3.7	Custo anual de deposição de refugo em aterro, €/ano, ano 6	76.300	
7.3.8	Custo anual de deposição de refugo em aterro, €/ano, ano 7	77.700	
7.3.9	Custo anual de deposição de refugo em aterro, €/ano, ano 8	77.700	

1.2. Pessoal

Categoria	Pessoal	Remuneração Base	Outras Remunerações	Encargos sociais	Total Mês	Total Ano
Director	1	2.400	121	600	3.121	43.694
Administrativo	2	700	242	350	1.292	18.088
Chefe de Equipa	1	1.000	121	250	1.371	19.194
Oficial de conservação	1	800	121	200	1.121	15.694
Indiferenciado	3	600	363	450	1.413	19.782
Condutor de Veiculos Industriais	2	680	242	340	1.262	17.668
Analista de laboratório	1	700	121	175	996	13.944
Total	11	6.880	1.331	2.365	10.576	148.064

Dias no mês	22
Segurança social	23,75%
Subsidio de almoço	5,50 €
Seguro de acidentes de trabalho	1,25%

1.3. Custo de transporte

	Ano	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	CDR (t)	30.000	30.800	31.500	32.300	32.600	33.000	33.300
	RSU (t)	40.000	41.000	42.000	43.100	43.500	43.900	44.400
	Refugo (t)	10.000	10.250	10.500	10.800	10.900	11.000	11.100
Custo médio do transporte (€/t.km) para distancias < 50 km		0,25						
Distâncias Médias Ponderada da Unidade de Produção do CDR ao Fornecedor de RSU (km)	0							
Distâncias Médias Ponderada da Unidade de Produção do CDR ao Consumidor de CDR (km)	50							
Distâncias Médias Ponderada da Unidade de Produção do CDR ao aterro (km)	25							
Distâncias Médias Ponderada da UTMB ao aterro (km)	15							
Custo do transporte a imputar à unidade de produção do CDR	CDR (€)	375.000	385.000	393.750	403.750	407.500	412.500	416.250
	RSU (€)	150.000	153.750	157.500	161.625	163.125	164.625	166.500
	CDR (€)	225.000	231.250	236.250	242.125	244.375	247.875	249.750
	Refugo (€)	62.500	64.063	65.625	67.500	68.125	68.750	69.375
	Total (€)	287.500	295.313	301.875	309.625	312.500	316.625	319.125

2. PEÇAS FINANCEIRAS

QUADRO 1 - PLANO GLOBAL DE INVESTIMENTO

RUBRICAS	Ano de Início do Projecto	ANO								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	TOTAL
1. ACTIVO FIXO CORPÓREO										
1.1. Terrenos e obras de preparação	75.000	0								75.000
1.2. Edifícios e outras construções	0	702.260								702.260
1.3. Equipamentos produtivos	0	1.501.640								1.501.640
1.3.1. Equipamento Básico	0	1.443.000								1.443.000
1.3.2. Equipamento Auxiliar	0	30.000								30.000
1.3.4. Outro equipamento	0									0
1.3.5. Ferramentas e Utensílios	0	28.640								28.640
1.4. Equipamentos não produtivos										0
1.5. Equipamento Social										0
1.6. Equipamento Administrativo e Mobiliário		25.345								25.345
1.7. Material de Carga e Transporte	0	190.000								190.000
1.7.1. Viaturas Ligeiras e Mistas	0	0								0
1.7.2. Outro Material de Carga	0	190.000								190.000
1.8. Outro Activo Fixo Corpóreo	0	0								0
Sub-Total	75.000	2.419.245	0	0	0	0	0	0	0	2.494.245
2. ACTIVO FIXO INCORPÓREO										
2.1. Despesas de Constituição	1.000	0								1.000
2.2. Assistência Técnica										0
2.3. Estudos, Projectos, Licenças	37.000	0								37.000
2.4. Outros Estudos										0
2.5. Investigação e Desenvolvimento										0
2.6. Patentes, Licenças, Alvarás e "Royalties"										0
2.7. Formação										0
2.8. Divulgação										0
2.9. Outro Activo Fixo Incorpóreo										0
Sub-Total	38.000	0	0	0	0	0	0	0	0	38.000
3. JUROS DURANTE A CONSTRUÇÃO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. AUMENTO DO FUNDO DE MANEIO	-833	-833	126.651	8.054	-18.333	-1.853	-1.449	-3.129	1.172	111.403
TOTAL DO INVESTIMENTO (1+2+3+4)	112.167	2.418.412	126.651	8.054	-18.333	-1.853	-1.449	-3.129	1.172	2.643.649

QUADROS AUXILIARES

Taxas de amortização

cf. Decreto Regulamentar nº
2/90, de 12 de Janeiro

0,0500	1.2. Edifícios e outras construções
	1.3. Equipamentos produtivos
0,1250	1.3.1. Equipamento Básico
0,2000	1.3.2. Equipamento Auxiliar
0,2000	1.3.4. Outro equipamento
0,2000	1.3.5. Ferramentas e Utensílios
0,2500	1.4. Equipamentos não produtivos, nenh.
0,1000	1.5. Equipamento Social
0,2000	1.6. Equipamento Administrativo e Mobiliário
0,2500	1.7. Material de Carga e Transporte

Amortizações									VR
2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
0	35.113	35.113	35.113	35.113	35.113	35.113	35.113	35.113	421.356
0	180.375	180.375	180.375	180.375	180.375	180.375	180.375	180.375	
0	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	5.728	5.728	5.728	5.728	5.728	5.728	5.728	5.728	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	5.069	5.069	5.069	5.069	5.069	5.069	5.069	5.069	
0	47.500	47.500	47.500	47.500	47.500	47.500	47.500	47.500	
0	279.785	279.785	279.785	279.785	232.285	215.488	215.488	215.488	421.356
333	333	333							
0	0	0							
12.333	12.333	12.333							
0	0	0							
0	0	0							
0	0	0							
0	0	0							
0	0	0							
0	0	0							
0	0	0							
12.667	12.667	12.667							
25.333	25.333	25.333	0	0	0	0	0	0	0

0,3333	2.1. Despesas de Constituição
0,3333	2.2. Assistência Técnica
0,3333	2.3. Estudos, Projectos, Licenças
0,3333	2.4. Outros Estudos
0,3333	2.5. Investigação e Desenvolvimento
0,3333	2.6. Patentes, Licenças, Alvarás e "Royalties"
0,3333	2.7. Formação
0,3333	2.8. Divulgação
0,3333	2.9. Outro Activo Fixo Incorporado
0,3333	Sub-Total

Tot Amort
Investimento
VR

25.333	305.118	305.118	279.785	279.785	232.285	215.488	215.488	215.488	2.073.889
									2.457.245
									383.356

QUADRO 2 - NECESSIDADES EM FUNDO DE MANEIO

RUBRICAS	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	VR
Devedores	0	0	195.985	203.443	208.404	213.871	215.940	218.060	220.521	
Existências	0	0	14.856	15.255	15.604	16.004	16.155	16.357	16.509	
Estado e Out. Ent. Públicos										
Activo Circulante	0	0	210.841	218.698	224.008	229.875	232.095	234.416	237.029	
Fornecedores	833	1.667	85.857	85.660	89.620	91.686	92.450	93.333	94.170	
Fornec. Imobilizado										
Estado e Out. Ent. Públicos			0	0	19.683	25.337	28.242	32.809	33.413	
Passivo Circulante	833	1.667	85.857	85.660	109.302	117.023	120.692	126.142	127.583	
Fundo de Maneio Necessário	-833	-1.667	124.984	133.038	114.706	112.852	111.403	108.274	109.446	
Aumento do Fundo de Maneio	-833	-833	126.651	8.054	-18.333	-1.853	-1.449	-3.129	1.172	109.446

QUADROS AUXILIARES

Devedores	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Vendas e Prestação de Serviços	0	0	1.175.911	1.220.660	1.250.422	1.283.227	1.295.640	1.308.358	1.323.124
Rotação de Clientes (meses/ano)	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167
Saldo Final de Clientes	0	0	195.985	203.443	208.404	213.871	215.940	218.060	220.521
Saldo Inicial de Clientes	0	0	0	195.985	203.443	208.404	213.871	215.940	218.060
Variação Saldo Clientes	0	0	195.985	7.458	4.960	5.467	2.069	2.120	2.461

Produção, Variação da Produção e Vendas	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Produção	0	0	178.267	183.055	187.250	192.042	193.863	196.281	198.105
Rotação Existências de Produtos (meses/ano)	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083
Existências Finais produtos	0	0	14.856	15.255	15.604	16.004	16.155	16.357	16.509
Existências Iniciais produtos	0	0	0	14.856	15.255	15.604	16.004	16.155	16.357
Variação da Produção	0	0	14.856	399	350	399	152	201	152
Vendas de Produtos	0	0	163.411	182.656	186.900	191.643	193.712	196.079	197.953
Prestação de Serviços	0	0	1.012.500	1.038.005	1.063.522	1.091.584	1.101.928	1.112.279	1.125.172

Fornecimentos e Serviços Externos	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
FSE	5.000	10.000	515.142	513.958	537.718	550.116	554.701	559.998	565.020
Rotação de Fornecedores (meses/ano)	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167
Saldo Final Fornecedores	833	1.667	85.857	85.660	89.620	91.686	92.450	93.333	94.170
Saldo Inicial Fornecedores	0	833	1.667	85.857	85.660	89.620	91.686	92.450	93.333
Variação Saldo Fornecedores	833	833	84.190	-197	3.960	2.066	764	883	837

Custos com o pessoal	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Custos com o pessoal, brutos (DemRes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dos quais :Valores nominais	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retenção IRS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retenção TSU	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Contribuições patronais TSU	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Seguros e outros encargos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desdobramento para fluxos de caixa									
Pagamentos ao pessoal (Inclui seguros ac. trabalho)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TSU	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IRS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Controlo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TSU a pagar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liquidado no período	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Em dívida no final do período	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IRS a pagar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liquidado no período	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Em dívida no final do período	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IRC a pagar	0	0	0	0	78.731	101.346	112.967	131.237	133.653
Liquidado no período	0	0	0	0	59.048	95.693	110.062	126.669	133.049
Em dívida no final do período	0	0	0	0	19.683	25.337	28.242	32.809	33.413
Impostos Directos	0	50	2.576	2.570	2.689	2.751	2.774	2.800	2.825
Liquidados no período	0	50	2.576	2.570	2.689	2.751	2.774	2.800	2.825
Em dívida no final do período	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sector Público Estatal, a pagar	0	50	2.576	2.570	81.419	104.097	115.740	134.037	136.478
Liquidado no período	0	50	2.576	2.570	61.737	98.443	112.835	129.469	135.874
Em dívida no final do período	0	0	0	0	19.683	25.337	28.242	32.809	33.413
Efeito Fiscal (Cálculo do IRC em contexto de financiamento exclusivo por capital social, ou seja, sem encargos financeiros)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Resultados antes da função financeira	-30.333	-315.168	356.024	412.536	418.072	485.638	509.871	517.189	526.710
Idem, acumulados	-30.333	-345.502	10.522	423.058	841.130	1.326.768	1.836.639	2.353.827	2.880.537

Imposto (IRC+Derrama)			2.670	107.351	106.086	123.231	129.380	131.237	133.653
-----------------------	--	--	-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

QUADRO 3 - DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS DO PROJECTO

RÚBRICAS	COD.POC	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1. Vendas de	71	0	0	163.411	182.656	186.900	191.643	193.712	196.079	197.953
1.1. Produtos	-	0	0	163.411	182.656	186.900	191.643	193.712	196.079	197.953
1.2. Mercadorias	-									
2. Prestação de Serviços	72	0	0	1.012.500	1.038.005	1.063.522	1.091.584	1.101.928	1.112.279	1.125.172
3. Variação de Produção		0	0	14.856	399	350	399	152	201	152
4. Trabalhos para a própria Empresa	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5. Outros Proveitos de Exploração	73+74+76	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Proveitos e Ganhos Financeiros de Exploração	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.1. Diferenças de Câmbio Favoráveis	785			0	0	0	0	0	0	0
6.2. Descontos de PP obtidos	786			0	0	0	0	0	0	0
7. TOTAL dos Proveitos de Exploração (1+2+3+4+5+6)		0	0	1.190.767	1.221.059	1.250.772	1.283.626	1.295.791	1.308.560	1.323.276
8. Custo das Mercadorias	612									
9. Custo das Mat. Primas e Subsid. Consumidas	616									
10. Fornecimento e Serviços Externos	62	5.000	10.000	515.142	513.958	537.718	550.116	554.701	559.998	565.020
10.1. Subcontratos (transportes)	621			291.094	299.059	305.762	313.672	316.646	320.889	323.487
10.2. Trabalhos Especializados (deposição em aterro)	62236			70.875	72.306	74.447	76.588	77.312	77.327	78.762
10.3. Electricidade e Combustíveis (Energia e fluidos)	62211+62212			57.877	46.266	60.152	61.366	61.828	62.442	62.905
10.4. Comissões e "Royalties"	62228+62224									
10.5. Outros Fornec. Serviços Externos (Consum, Manut, Seg)	-	5.000	10.000	95.296	96.326	97.357	98.490	98.915	99.340	99.866
11. Custos com o Pessoal	64			149.915	149.943	149.971	149.999	150.028	150.058	150.088
12. Amortizações do Exercício	66	25.333	305.118	305.118	279.785	279.785	232.285	215.488	215.488	215.488
13. Provisões do Exercício	67			11.908	12.211	12.508	12.836	12.958	13.086	13.233
14. Impostos	63	0	50	2.576	2.570	2.689	2.751	2.774	2.800	2.825
14.1. Directos	632		50	2.576	2.570	2.689	2.751	2.774	2.800	2.825
14.2. Indirectos	631									
15. Outros Custos de Exploração	65									
16. Custos e Perdas Financeiras de Exploração	-			0	0	0	0	0	0	0
16.1. Diferenças de Câmbio Desfavoráveis	685			0	0	0	0	0	0	0
16.2. Descontos de PP Concedidos	686			0	0	0	0	0	0	0
17. TOTAL dos Custos de Explor. (8+9+10+11+12+13+14+15+16)		30.333	315.168	984.658	958.466	982.670	947.987	935.949	941.429	946.654
18. RESULTADOS DE EXPLORAÇÃO (7-17)	-	-30.333	-315.168	206.109	262.593	268.101	335.639	359.842	367.131	376.622
19. Proveitos e Ganhos Extraordinários	79									
20. Custos e Perdas Extraordinárias	69									
21. Resultados antes da função financeira (18+19-20)	-	-30.333	-315.168	206.109	262.593	268.101	335.639	359.842	367.131	376.622
22. Proveitos e Ganhos Financeiros	78									
23. Custos e Perdas Financeiras	68	0	0	150.925	129.365	107.804	86.243	64.682	0	0
23.1. Juros Suportados	681	0	0	150.925	129.365	107.804	86.243	64.682	0	0
23.2. Outros	-									
24. Resultados antes de Impostos (21+22-23)	85	-30.333	-315.168	55.183	133.229	160.297	249.396	295.160	367.131	376.622
25. Imposto sobre o Rendimento do Exercício	86					40.675	63.284	74.897	93.159	95.568
26. RESULTADOS LÍQUIDOS (24-25)	88	-30.333	-315.168	55.183	133.229	119.622	186.112	220.263	273.971	281.054

QUADRO 4 - CASH-FLOW DO PROJECTO

CONTAS	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	VR
1. Resultados Operacionais	-30.333	-315.168	206.109	262.593	268.101	335.639	359.842	367.131	376.622	
2. Imposto sobre os Resultados Operacionais	0	0	0	0	40.675	63.284	74.897	93.159	95.568	
3. Resultados Líquidos de Exploração	-30.333	-315.168	206.109	262.593	227.426	272.355	284.945	273.971	281.054	
4. Amortizações e Provisões	25.333	305.118	317.026	291.996	292.293	245.121	228.446	228.574	228.721	
5. Cash Flow Operacional, após IRC	-5.000	-10.050	523.135	554.589	519.719	517.476	513.391	502.545	509.775	
6. Investimento em Capital Fixo	113.000	2.419.245	0	0	0	0	0	0	0	
7. Valor Residual do Inv. Cap. Fixo										287.517
8. Invest. em F. Maneio	-833	-833	118.255	8.053	-8.821	-1.853	-1.448	-3.129	1.172	
9. Valor Residual do Inv. F. Maneio										110.562
10. Cash Flow Livre (5 - 6 + 7 - 8 + 9)	-117.167	-2.428.462	404.880	546.536	528.539	519.329	514.840	505.674	508.603	398.079
11. Benefício Fiscal do Endividamento	0	0	0	-26.528	23.447	20.516	16.413	12.310	0	0
12. Cash-Flow livre do Projecto incluindo Endividamento	-117.167	-2.428.462	404.880	520.008	551.986	539.846	531.253	517.984	508.603	398.079
13. Financiamento do Projecto	0	3.500.000	-650.925	-629.365	-607.804	-586.243	-564.682	-543.122	-521.561	3.500.000
(+) Empréstimos	0	3.500.000	0	0	0	0	0	0	0	3.500.000
(+) Proveitos Financeiros										
(-) Reembolsos	0	0	-500.000	-500.000	-500.000	-500.000	-500.000	-500.000	-500.000	0
(-) Encargos Financeiros	0	0	-150.925	-129.365	-107.804	-86.243	-64.682	-43.122	-21.561	0
14. Cash-Flow livre do Projecto disponível para os accionistas	-117.167	1.071.538	-246.046	-109.357	-55.818	-46.397	-33.429	-25.138	-12.958	3.898.079
15. Fluxo Líquido com os Accionistas	-250.000	-750.000	0	0	0	0	0	500.000	600.000	0

AUXILIARES DO QUADRO 4

	TIR			
	Taxa de Actualização	VAL (Euros)	TIR	Pay-Back (anos)
Valor Criado pelo Investimento	10,7%	97	10,7%	4,9
Valor do Benefício Fiscal do Endividamento	4,31%	33.505		
Valor total do Projecto (Método APV)		33.602	11,0%	
Fluxo Líquido com os Accionistas			1,4%	

Taxas										
Custo capital do projecto (CAPM) ₁ : $r_E = r_F + \beta_1 \times (r_M - r_F)$	10,70%									
r_F = Taxa das aplicações sem risco	4,00%	Mais recente emissão de obrigações da zona Euro (Bilhetes do Tesouro Federal da Alemanha, a 10 anos, Abril 2010)								
$(r_M - r_F)$ = Prémio de risco do mercado em Portugal	6,50%	2009, Aswath Damodaran: www.stern.nyu.edu/~adamodar/								
β_1	1,03	Assumiu-se o valor de beta (não alavancado, corrigido) da média de 12 empresas europeias no sector dos cimentos								
Custo capital do projecto (CAPM) ₂ : $r_E = r_F + \beta_2 \times (r_M - r_F)$	8,42%									
r_F = Taxa das aplicações sem risco	4,00%	2009, Aswath Damodaran: www.stern.nyu.edu/~adamodar/								
$(r_M - r_F)$ = Prémio de risco do mercado em Portugal	6,50%									
β_2	0,68	Assumiu-se o valor de beta (não alavancado) da média de 13 empresas europeias no sector dos resíduos (não perigosos)								
Taxa de juro do empréstimo a médio prazo	4,31%	http://www.ecb.int/stats/money/long/html/index.en.html				www.bloomberg.com/markets/rates/germany.html				
Efeito Fiscal	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
IRC	0	0	0	0	0	40.675	63.284	74.897	93.159	95.568
Liquidado no Período	0	0	0	0	0	30.507	47.463	56.173	69.870	71.676
Em Dívida no final do Período	0	0	0	0	0	10.169	15.821	18.724	23.290	23.892
Imposto em contexto de Financiamento c/ Capitais Próprios	0	0	0	-35.371	31.262	68.031	85.168	91.310	93.159	95.568
Liquidado no Período	0	0	0	-26.528	23.447	51.023	63.876	68.482	69.870	71.676
Em Dívida no final do Período	0	0	0	-8.843	7.816	17.008	21.292	22.827	23.290	23.892
Impacto Fiscal do Endividamento										
Respeitante a IRC Liquidado no Período	0	0	0	-26.528	23.447	20.516	16.413	12.310	0	0
Respeitante a IRC em dívida no final do Período	0	0	0	8.843	-7.816	-6.839	-5.471	-4.103	0	0
C-F Livre do Projecto	-117.167	-2.428.462	404.880	520.008	551.986	539.846	531.253	517.984	508.603	398.079
C-F Livre do Projecto, Acumulado	-117.167	-2.545.629	-2.140.749	-1.620.741	-1.068.755	-528.910	2.343	520.327	1.028.930	1.427.009
Ano exploração			1	2	3	4	5	6	7	8
Pay-back (anos)		FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	6,0			

QUADRO 5 - FINANCIAMENTO DO PROJECTO

FINANCIAMENTO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Tot
Recebimentos										
CAPITAIS PRÓPRIOS										
Aumento Capital Social	250.000		0	0	0	0	0	0	0	250.000
Prestações Acessórias de Capital		750.000								750.000
Dívida Subordinada (suprimentos)										0
Total Fundos Próprios	250.000	750.000	0	0	0	0	0	0	0	1.000.000
EMPRÉSTIMOS										
Médio/longo Prazo		3.500.000								3.500.000
Curto Prazo										0
Outros										0
Total Capitais Alheios	0	3.500.000	0	0	0	0	0	0	0	3.500.000
Financiamento Total	250.000	4.250.000	0	0	0	0	0	0	0	4.500.000
Investimento em Activos Fixos	113.000	2.419.245	0	0	0	0	0	0	0	2.532.245

QUADROS AUXILIARES

SERVIÇO DA DÍVIDA	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Empréstimo de Médio/longo Prazo									
Capital em Dívida no Início do Período	0	0	3.500.000	3.000.000	2.500.000	2.000.000	1.500.000	1.000.000	500.000
Utilização no Período	0	3.500.000	0	0	0	0	0	0	0
Reembolso no Período			500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
Capital em Dívida no Final do Período	0	3.500.000	3.000.000	2.500.000	2.000.000	1.500.000	1.000.000	500.000	0
Juros	0	0	150.850	129.300	107.750	86.200	64.650	43.100	21.550
Imposto de Selo	0	0	75	65	54	43	32	22	11

Operação a médio/longo prazo

Taxa de juro	4,31%	4,31%	4,31%	4,31%	4,31%	4,31%	4,31%	4,31%	4,31%
Imposto de Selo sobre juros	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%

FLUXOS COM OS ACCIONISTAS	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Entradas de Capital Social	250.000	750.000							
Entradas de Suprimentos									
Juros Liquidados									
Reembolso de Suprimentos									
Distribuição de Dividendos	0	0	0	0	0	0	0	500.000	600.000

QUADRO 6 - BALANÇOS

RUBRICAS	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ACTIVO									
1.IMOBILIZADO BRUTO	113.000	2.532.245	2.532.245	2.532.245	2.532.245	2.532.245	2.532.245	2.532.245	2.532.245
1.1.Imobilizações incorporeas	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000	38.000
1.2.Imobilizações corporeas	75.000	2.494.245	2.494.245	2.494.245	2.494.245	2.494.245	2.494.245	2.494.245	2.494.245
1.3.Investimentos financeiros									
1.4.Imobilizações em curso									
2. AMORTIZAÇÕES ACUMULADAS	25.333	330.452	635.570	915.355	1.195.140	1.427.425	1.642.913	1.858.401	2.073.889
IMOBILIZADO LIQUIDO	87.667	2.201.793	1.896.675	1.616.890	1.337.105	1.104.820	889.332	673.844	458.356
3.EXISTENCIAS	0	0	14.856	15.255	15.604	16.004	16.155	16.357	16.509
3.1.Materias primas									
3.2.Produutos acabados	0	0	14.856	15.255	15.604	16.004	16.155	16.357	16.509
4.DIVIDAS DE TERCEIROS-M./LONGO PRAZO									
5.DIVIDAS DE TERCEIROS-CURTO PRAZO	0	0	195.985	203.443	208.404	213.871	215.940	218.060	220.521
6.1.Clientes	0	0	195.985	203.443	208.404	213.871	215.940	218.060	220.521
6.2.Outros									
7.PROVISÕES P/COBRANÇAS DUVIDOSAS	0	0	11.908	24.118	36.626	49.462	62.420	75.506	88.739
8.DEPOS.BANCARIOS/CAIXA/TIT.NEGOCIÁVEIS	132.833	1.954.371	1.708.326	1.625.497	1.546.232	1.479.318	1.429.476	1.435.150	343.753
9.ACRESCIMOS E DIFERIMENTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.TOTAL DO ACTIVO	220.500	4.156.165	3.803.934	3.436.967	3.070.719	2.764.551	2.488.483	2.267.904	950.399
CAPITAL PROPRIO									
11.CAPITAL/ACÇÕES PROPRIAS	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000	250.000
12.PRESTAÇÕES SUPLEMENTARES	0	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000	750.000
13.RESERVAS/RESULTADOS TRANSITADOS	0	-30.333	-345.502	-290.318	-157.090	-37.468	148.644	368.907	142.878
14.RESULTADO LIQUIDO DO EXERCICIO	-30.333	-315.168	55.183	133.229	119.622	186.112	220.263	273.971	281.054
15.DIVIDENDOS ANTECIPADOS								500.000	600.000
16.TOTAL DO CAPITAL PROPRIO	219.667	654.498	709.682	842.910	962.532	1.148.644	1.368.907	1.642.878	823.933
PASSIVO									
17.PROVISÕES PARA RISCOS E ENCARGOS									
18.DIVIDAS A TERCEIROS-M./LONGO PRAZO	0	3.500.000	3.000.000	2.500.000	2.000.000	1.500.000	1.000.000	500.000	0
18.1.Dividas a instituições credito	0	3.500.000	3.000.000	2.500.000	2.000.000	1.500.000	1.000.000	500.000	0
18.2.Dividas a fornec.imobilizado									
18.3.Dividas a accionistas (suprimentos)									
18.4.Outras dividas									
19.DIVIDAS A TERCEIROS-CURTO PRAZO	833	1.667	94.252	94.056	108.187	115.907	119.576	125.026	126.467
19.1.Dividas a instituições credito									
19.2.Fornecedores	833	1.667	85.857	85.660	89.620	91.686	92.450	93.333	94.170
19.3.Sector publico estatal	0	0	8.395	8.397	18.567	24.221	27.126	31.693	32.297
19.4.Outras dividas									
20.ACRESCIMOS E DIFERIMENTOS									
21.TOTAL DO PASSIVO	833	3.501.667	3.094.252	2.594.056	2.108.187	1.615.907	1.119.576	625.026	126.467
22.TOTAL DO PASSIVO+CAPITAL PROPRIO	220.500	4.156.165	3.803.934	3.436.967	3.070.719	2.764.551	2.488.483	2.267.904	950.399
Equilíbrio do balanço	0	0	0	0	0	0	0	0	0

QUADRO 7 - DEMONSTRAÇÃO DOS FLUXOS DE CAIXA

RUBRICAS	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1. ACTIVIDADES OPERACIONAIS									
1.1. Recebimentos de clientes	0	0	979.926	1.213.202	1.245.462	1.277.759	1.293.571	1.306.239	1.320.663
1.2. Pagamentos a fornecedores	4.167	9.167	430.951	514.155	533.758	548.050	553.937	559.115	564.183
1.3. Pagamentos ao pessoal	0	0	91.148	91.165	91.182	91.200	91.217	91.235	91.253
Fluxo gerado pelas operações	-4.167	-9.167	457.827	607.882	620.521	638.510	648.416	655.888	665.227
1.4. Pagamentos Sector Público Estatal	0	50	52.947	61.346	91.982	119.181	133.577	150.215	156.624
FLUXOS DAS ACTIVIDADES OPERACIONAIS	-4.167	-9.217	404.880	546.536	528.539	519.329	514.840	505.674	508.603
2. ACTIVIDADES DE INVESTIMENTO									
2.1. Recebimentos provenientes de:									
2.1.1. Investimentos financeiros									
2.1.2. Imobilizações corpóreas									
2.1.3. Imobilizações incorpóreas									
2.1.4. Subsídios de investimento e participações									
2.1.5. Juros e proveitos similares									
2.1.6. Dividendos									
Subtotal	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2. Pagamentos respeitantes a:									
2.2.1. Investimentos financeiros									
2.2.2. Imobilizações corpóreas	75.000	2.419.245	0	0	0	0	0	0	0
2.2.3. Imobilizações incorpóreas	38.000	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal	-113.000	-2.419.245	0	0	0	0	0	0	0
FLUXOS DAS ACTIVIDADES DE INVESTIMENTO	-113.000	-2.419.245	0	0	0	0	0	0	0
3. ACTIVIDADES DE FINANCIAMENTO									
3.1. Recebimentos provenientes de:									
3.1.1. Empréstimos obtidos	0	3.500.000	0	0	0	0	0	0	0
3.1.2. Aumentos capital e Prestações acessórias	250.000	750.000	0	0	0	0	0	0	0
3.1.3. Empréstimos accionistas									
Subtotal	250.000	4.250.000	0	0	0	0	0	0	0
3.2. Pagamentos respeitantes a:									
3.2.1. Empréstimos obtidos	0	0	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
3.2.2. Juros e custos similares	0	0	150.925	129.365	107.804	86.243	64.682	43.122	21.561
3.2.3. Suprimentos									
3.2.4. Dividendos pagos	0	0	0	0	0	0	0	500.000	600.000
Subtotal	0	0	-650.925	-629.365	-607.804	-586.243	-564.682	-1.043.122	-1.121.561
FLUXOS DAS ACTIVIDADES DE FINANCIAMENTO	250.000	4.250.000	-650.925	-629.365	-607.804	-586.243	-564.682	-1.043.122	-1.121.561
Variação de caixa e seus equivalentes	132.833	1.821.538	-246.046	-82.829	-79.265	-66.914	-49.843	-537.448	-612.958
Caixa e equivalentes no inicio periodo	0	132.833	1.954.371	1.708.326	1.625.497	1.546.232	1.479.318	1.429.476	892.028
Caixa e equivalentes no fim periodo	132.833	1.954.371	1.708.326	1.625.497	1.546.232	1.479.318	1.429.476	892.028	279.070

QUADRO 8 - ORIGENS E APLICAÇÕES DE FUNDOS

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ORIGENS									
1. CAPITAIS PROPRIOS									
Capital social	250.000	0	0	0	0	0	0	0	0
Prestações acessórias de capital	0	750.000	0	0	0	0	0	0	0
2. MEIOS LIBERTOS BRUTOS	-5.000	-10.050	372.209	425.224	411.915	431.233	448.709	502.545	509.775
3. SUBSIDIOS E COMPARTICIPAÇÕES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. CAPITAIS ALHEIOS									
Emprestimos bancarios	0	3.500.000	0	0	0	0	0	0	0
Socios/accionistas	0	0	0	0	0	0	0	500.000	600.000
Fornecedores imobilizado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Locação financeira	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Outros	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5. REDUÇÃO DE FUNDOS CIRCULANTES	0	0	127.790	74.776	88.086	68.767	51.290	0	0
TOTAL	245.000	4.239.950	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	1.002.545	1.109.775
APLICAÇÕES									
6. DISTRIBUIÇÃO DE DIVIDENDOS	0	0	0	0	0	0	0	500.000	600.000
7. DIMINUIÇÃO DE DIVIDAS A TERCEIROS									
Emprestimos bancarios longo prazo	0	0	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
Emprestimos bancarios curto prazo									
Socios/accionistas									
Fornecedores imobilizado									
Locação financeira									
Outros									
8. INVESTIMENTO EM CAPITAL FIXO	113.000	2.419.245	0	0	0	0	0	0	0
9. AUMENTO DE FUNDOS CIRCULANTES	132.000	1.820.705	0	0	0	0	0	2.545	9.775
10. OUTROS									
TOTAL	245.000	4.239.950	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	1.002.545	1.109.775
Controlo	0	0	0	0	0	0	0	0	0