

NUNO JOSÉ QUARESMA CORTEZ

TÍTULO DO TRABALHO:

**IMPACTO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO:
ESTUDO DE CASO**



UNIVERSIDADE DO ALGARVE

FACULDADE DE ECONOMIA

2022

NUNO JOSÉ QUARESMA CORTEZ

TÍTULO DO TRABALHO:

**IMPACTO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO:
ESTUDO DE CASO**

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE
MESTRE EM GESTÃO EMPRESARIAL

Trabalho efetuado sob a orientação de:

- Professora Doutora Maria da Conceição Rodrigues Ribeiro - Universidade do Algarve
- Mestre Juan Pablo Rodrigues Correia - Universidade do Algarve



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
FACULDADE DE ECONOMIA

2022

**IMPACTO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E
DEMOLIÇÃO: ESTUDO DE CASO**

Declaração de Autoria de Trabalho

Declaro ser o autor deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

Nuno José Quaresma Cortez

.....

(assinatura)

©Copyright: Nuno José Quaresma Cortez

A Universidade do Algarve reserva para si o direito, em conformidade com o disposto no Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos, de arquivar, reproduzir e publicar a obra, independentemente do meio utilizado, bem como de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição para fins meramente educacionais ou de investigação e não comerciais, conquanto seja dado o devido crédito ao autor e editor respetivos.

RESUMO

Este projeto tem como objetivo analisar a gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) no setor de Construção Civil e o possível impacto económico que essa gestão poderá ter nesse setor. Neste sentido, foi efetuado um estudo de caso com base na informação disponibilizada por uma determinada empresa.

O principal objetivo do estudo de caso, foi analisar a produção e a gestão de RCD, com o intuito de verificar se a gestão de RCD poderá influenciar os custos associados à produção e encaminhamento dos mesmos, nos estaleiros de obras.

A empresa analisada neste estudo de caso, possui diferentes estaleiros de obras em várias regiões de Portugal, tendo sido estudado o nível de produção de resíduos, assim como os custos envolvidos em todo o processo, entre o período que decorreu entre 2016 e 2021.

Os resultados obtidos das análises efetuadas indicam que ainda existem várias barreiras (sociais, ambientais e económicas), referenciadas também na literatura, que originam falhas na gestão de RCD. Este estudo de caso sugere que uma correta gestão de RCD, mais concretamente uma melhoria na triagem dos resíduos produzidos, poderá afetar os custos associados levando à sua diminuição.

As conclusões apuradas levaram à sugestão de melhorias em futuros estudos, tais como: a elaboração de uma análise a um conjunto maior de empresas e uma caracterização mais aprofundada sobre os estaleiros de obras, (ex.: área de implantação; tipos de materiais utilizados) na tentativa de antecipar a quantidade de RCD produzidos em futuras obras, assim como os custos associados apoiando os produtores de resíduos na tomada de decisões importantes sobre a gestão de RCD.

Palavras –chave: Obras Públicas e Privadas; Resíduos de Construção e Demolição (RCD); Gestão de RCD; Custos; Composição de RCD.

ABSTRACT

This project aims to analyze the management of Construction and Demolition Waste (CDW) in the Civil Construction sector and the economic impact that this management may have in this sector. This way, information from the case study company was provided based on certain information.

The main objective of the case study was to analyze the production and management of CDW, in order to verify if the management of CDW can influence the costs associated with their production and forwarding at the construction sites.

The company analyzed in this case study, has different construction sites in various regions of Portugal. This work aims to study the level of waste production, as well as the costs involved in the whole process, from 2016 to 2021.

The results obtained from the analysis carried out, indicate that there are still several barriers (social, environmental and economic), as also referenced in the literature, which contribute to failures in the management of CDW. This case study suggests that a correct management of CDW, more specifically an improvement in the sorting of waste produced, may affect the associated costs leading to their reduction.

For further improvements, there are following suggestion for future studies, such as: the elaboration of an analysis of a larger group of companies and a more in-depth characterization of the construction sites (ex.: implantation area; types of materials used). So it allows to anticipate the amount of CDW produced in future works, as well as the associated costs, supporting waste producers in making important decisions about CDW management.

Keywords: Public and Private Works; Construction and Demolition Waste (CDW); CDW management; Costs; CDW composition.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABELAS.....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo geral.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1. Resíduos de Construção e Demolição.....	4
3.2. Gestão de Resíduos e a Construção Civil: História e Evolução.....	5
3.3. Enquadramento Legal: Europa e Portugal.....	14
3.4. Fatores que influenciam a produção de RCD.....	15
3.5. Gestão de Resíduos de Construção e Demolição.....	17
3.5.1. Importância da gestão de RCD.....	17
3.5.2. Triagem, Reciclagem, Reutilização e Eliminação.....	19
3.5.3. Transporte de RCD.....	23
3.5.4. O papel das “Partes Interessadas” na gestão de RCD.....	24
3.5.5. Boas práticas na gestão de RCD.....	26
3.5.6. Barreiras à gestão de RCD.....	27
3.5.7. Impactos ambientais associados aos RCD.....	29
4. METODOLOGIA DE ANÁLISE:.....	30
4.1. Caracterização e descrição das variáveis em estudo.....	32
5. CASO DE ESTUDO.....	34
5.1. Resultados e Discussão.....	34
6. CONCLUSÃO.....	63
BIBLIOGRAFIA.....	65
APÊNDICE.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 - Número de edifícios licenciados, por ano, entre 2002 e 2021.....	8
Figura 3.2 - Produção de resíduos no setor da construção, entre 2004 e 2018	8
Figura 3.3 - Produção total de resíduos no setor da construção, na UE e nos países membros entre 2004 e 2018	10
Figura 3.4 - Produção total de resíduos setoriais, e no setor da construção, em Portugal entre 2008 e 2020	11
Figura 3.5 - Hierarquia da Gestão de Resíduos de acordo com legislação em vigor.....	19
Figura 3.6 - Percentagem de valorização de resíduos na UE	21
Figura 5.1 - Quantidade de obras privadas e públicas.....	35
Figura 5.2 - Percentagem de obras efetuadas por região.....	35
Figura 5.3 - Valor da obra (euros) por Região	36
Figura 5.4 - Valor da obra (euros) por Tipo de obra e por Região.....	37
Figura 5.5 – Número de e-GAR (frequência) emitidas no período em análise.....	37
Figura 5.6 - Percentagem de e-GAR emitidas por cada código LER	41
Figura 5.7 - Custo de Tratamento de RCD por cada obra em estudo	43

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 - Classe de Alvará e respetivo valor monetário.....	7
Tabela 3.2 - Comparação dos resíduos produzidos no setor da construção, em Portugal, entre os dados do INE e do EUROSTAT.....	11
Tabela 3.3 - Composição dos RCD, em percentagem, de acordo com os diferentes autores ..	13
Tabela 3.4 - Composição dos RCD, em percentagem, de acordo com os diferentes autores ..	13
Tabela 3.5 - Gestão de resíduos em obra: principal legislação aplicável.....	15
Tabela 3.6 - Estimativa de valor total de valorização de resíduos aplicando uma eficiente gestão de resíduos.....	22
Tabela 3.7 - Estimativa de valor total de valorização de resíduos se não fosse aplicada uma eficiente gestão de resíduos.....	22
Tabela 3.8 - Modelos de cobrança para instalações de eliminação de resíduos de construção	23
Tabela 3.9 - Boas práticas implementadas em vários países.....	27
Tabela 5.1 - Análise descritiva das variáveis "Tipo de obra", "Valor da obra (euros)", "Região" e "Duração da obra (meses)"	34
Tabela 5.2 - Valor da obra (euros) por Região.....	36
Tabela 5.3 - Valor da obra (euros) por Tipo de obra e por Região	36
Tabela 5.4 - Análise descritiva das variáveis RCD (Ton), Custo Transporte, Valor Tratamento por Tonelada, Custo Tratamento e Custo Total	38
Tabela 5.5 - Quantidade de RCD (Ton) produzidos por data e por região	39
Tabela 5.6 - Análise descritiva das variáveis “Designação Resíduo”, “Código LER”, “Transportador” e “Operador de Resíduos.....	40
Tabela 5.7 - Análise do custo de transporte e do custo de tratamento por região e percentagem de cada região no custo total	44
Tabela 5.8 - Análise do custo de transporte e do custo de tratamento por região e percentagem de cada região no custo total (com exclusão de obra 1901).....	45
Tabela 5.9 - Análise do custo de transporte por região em cada ano do estudo	45

Tabela 5.10 - Análise do custo do tratamento por região em cada ano do estudo	47
Tabela 5.11 - Análise do custo de tratamento por região em cada ano do estudo (com exclusão da obra 1901).....	48
Tabela 5.12 - Percentagem do custo total por região em cada ano do estudo.....	49
Tabela 5.13 - Percentagem do custo total por região em cada ano do estudo (com exclusão da obra 1901)	50
Tabela 5.14 - Produção Total de RCD (Ton) e percentagem de mistura de RCD por Obra e Preço por Tonelada de RCD (Euros) por custo de Tratamento – Região de Norte	51
Tabela 5.15 - Produção Total de RCD (Ton) e percentagem de mistura de RCD por Obra e Preço por Tonelada de RCD (Euros) por custo de Tratamento – Região de Lisboa.....	53
Tabela 5.16 - Produção Total de RCD (Ton) e percentagem de mistura de RCD por Obra e Preço por Tonelada de RCD (Euros) por custo de Tratamento – Região do Algarve	54
Tabela 5.17 - Produção total (Ton) e percentagem mistura RCD por ano e por região.....	55
Tabela 5.18 – Preço por tonelada de RCD (euros) pelo Custo Tratamento, por ano e por região	56
Tabela 5.19 – Valor médio das obras, custos médios associados e percentagem média mistura RCD.....	57
Tabela 5.20 - Valor médio das obras, custos médios associados e percentagem média de mistura de RCD (com exclusão da obra 1901)	57
Tabela 5.21 - Composição dos resíduos por cada ano em estudo (com exclusão da obra 1901)	59
Tabela 5.22 - Composição dos resíduos por cada ano em estudo em percentagem (com exclusão da obra 1901).....	60
Tabela 5.23 - Composição dos resíduos por tipo de obra	61
Tabela 5.24 - Valores dos custos totais por tipo de obra (incluindo transporte e tratamento). 62	
Tabela Apêndice I - Frequência da designação de resíduos e do código LER	73
Tabela Apêndice II – Transportador	74

Tabela Apêndice III - Operador de Resíduos	75
Tabela Apêndice IV - Análise do custo transporte, custo tratamento e custo total por cada obra	76
Tabela Apêndice V - Resultados dos Testes de Kruskal-Wallis para averiguar a existência de diferenças entre as 3 regiões.....	78
Tabela Apêndice VI - Resultados dos Testes de Mann-Whitney U para averiguar a existência de diferenças entre os 2 tipos de obra	78
Tabela Apêndice VII - Correlação entre as variáveis Valor da obra (em euros); Duração da obra (em meses); Custo de Transporte e Custo de Tratamento.....	78
Tabela Apêndice VIII - Resultados dos Testes de Kruskal-Wallis para averiguar a existência de diferenças entre os anos em cada região.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS

APA	Agência Portuguesa do Ambiente
CCP	Código dos Contratos Públicos
e-GAR	Guia Eletrónica de Acompanhamento de Resíduos
EPD	Environmental Product Declaration
EUA	Estados Unidos da América
IMPIC	Instituto dos Mercados Públicos, do Imobiliário e da Construção, I.P.
INE	Instituto Nacional de Estatística
LER	Lista Europeia de Resíduos
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PPGRCD	Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
RJUE	Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação
SIRER	Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos
Ton	Tonelada
EU	União Europeia

1. INTRODUÇÃO

Este projeto representa um estudo de caso, com o objetivo de analisar o impacto da gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) em obras públicas e privadas, bem como a sua possível associação com os custos inerentes à separação, transporte e encaminhamento dos RCD para o destino final.

Os resíduos resultantes da atividade da construção civil em Portugal, são designados de Resíduos de Construção e Demolição (Decreto-Lei n.º 102-D/2020 de 10 de Dezembro). Os RCD, são definidos como os produtos e materiais excedentes e danificados que surgem das atividades de construção, renovação e demolição de uma determinada estrutura (Yuan *et al.*, 2011).

A indústria da construção civil é considerada uma das atividades menos sustentáveis, pelo seu elevado consumo de recursos, onde muitos deles acabam por se tornar RCD, pouco valorizáveis, provenientes de novas construções e também de construções de reabilitação ou demolição de outras já existentes (Rocha, 2012).

O conceito de desenvolvimento sustentável foi definido no Relatório Brundtland de 1987, como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem as suas próprias necessidades”. Neste sentido, a Agenda 2030, composta pelos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), lançou um apelo global para a erradicação da pobreza e a promoção do desenvolvimento económico e ambiental. A aplicação de estratégias alinhadas com os ODS, podem ser aplicadas, em particular, pelas empresas de construção em diferentes etapas do processo de conceção e produção de obras e tendem a ter um retorno positivo. A prática de ações sustentáveis traz valor acrescentado e contribui para criar um diferencial no mercado.

Para Vale (2017) e para Almeida (2011), a construção civil é uma atividade com um grande desenvolvimento socioeconómico, mas que provoca grandes impactos ambientais negativos.

Segundo Yuan *et al.* (2011), o custo para efetuar uma eficiente gestão de RCD inclui os custos diretos e indiretos, que em conjunto estão relacionados com a totalidade do processo de gestão, desde a sua produção até ao destino final. No decorrer de todo o

processo, esses custos podem estar relacionados com as seguintes categorias: diminuição da produção de resíduos, separação/triagem, recolha, transporte, reutilização ou reciclagem e eliminação (Reck, 2019).

Um dos principais objetivos do presente caso de estudo, passa por verificar se a otimização do processo de triagem de RCD e a consequente diminuição da percentagem de resíduos de mistura encaminhados irá originar uma diminuição dos custos na totalidade do processo de gestão.

Esta dissertação é constituída por 6 capítulos. Os capítulos 1 e 2 incluem a introdução, o objetivo geral e os objetivos específicos do estudo de caso. O capítulo 3, refere-se ao conteúdo teórico do tema onde é elaborada a revisão de literatura. No capítulo 4, é apresentada a metodologia utilizada no estudo de caso e as variáveis em análise.

No capítulo 5 são analisados os dados recolhidos no estudo de caso e realizada a discussão com padrões existentes na literatura. O capítulo 6, inclui as conclusões sobre o tema da dissertação, as limitações encontradas, bem como sugestões de trabalho futuro, tendo em vista a melhoria do processo de gestão de RCD.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Averiguar o impacto da gestão de RCD em obras públicas e privadas, bem como a possível relação/associação com os custos associados à triagem, transporte e encaminhamento dos RCD para o destino final.

2.2. Objetivos específicos

1. Obter uma estimativa sobre a despesa proveniente do tratamento e encaminhamento dos RCD produzidos;
 - 1.1. Obter uma comparação entre obras e entre as diferentes zonas do País;
2. Perceber a que percentagem corresponde o volume de RCD encaminhados com o código “LER 17 09 04 – Mistura de RCD” relativamente à totalidade de todos os RCD produzidos em obra.
 - 2.1. Averiguar se esta possível diferença de percentagem de mistura de RCD terá impacto nos custos associados às obras.
 - 2.2. Obter uma comparação entre obras e entre as diferentes zonas do país.
3. Apurar se uma melhoria da gestão de RCD, a aplicar nas obras da empresa em estudo, poderá contribuir para uma redução dos custos associados.
4. Analisar se existem discrepâncias entre os RCD encaminhados, entre obras públicas e privadas, bem como os seus possíveis impactos a nível orçamental.
5. Analisar se a dimensão geográfica tem impacto no tratamento e gestão de RCD.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Resíduos de Construção e Demolição

Desde a Revolução Industrial (século XVIII), o ser humano alterou o modo como explora os recursos naturais, apoderando-se cada vez mais destes para sustentar o desenvolvimento da sociedade. Essa mudança de comportamento influenciou o modo de exploração das matérias-primas e a sua finalidade e aplicabilidade, levando ao aumento da produção de resíduos com o passar do tempo. Um dos setores que possui uma grande representação nesta matéria, é o setor da construção (Reck, 2019).

O crescimento urbano leva à necessidade de construção de novos edifícios e à demolição, reconstrução, ampliação, alteração e conservação dos já existentes, com consequente aumento da produção de resíduos, incluindo RCD, do consumo de matérias-primas e energia, entre outros (Bernardo, 2021; Santos *et. al.*, 2017).

A indústria da construção desempenha um papel importante na competitividade e prosperidade da economia mundial (Mortaheb & Mahpour, 2016).

3.1.1. Conceito

Em Portugal, os resíduos resultantes da atividade da construção civil são designados de Resíduos de Construção e Demolição (Decreto-Lei n.º 102-D/2020 de 10 de dezembro).

Assim, os RCD são definidos como produtos e materiais excedentes e danificados que surgem das atividades de construção, renovação e demolição, incluindo escavações ou terraplanagem de terrenos, construção civil de edifícios, limpeza de estaleiros, atividades de demolição, obras rodoviárias, etc. (Chen & Lu, 2017; Yuan *et al.*, 2011).

3.1.2. Classificação

Estes tipos de resíduos são classificados a nível europeu, desde o ano de 2004 até à presente data, pela Lista Europeia de Resíduos (LER). Esta lista elabora uma divisão dos diferentes tipos de resíduos, por diversas categorias e subcategorias (Decisão da Comissão 2014/955/UE).

Os diferentes tipos de resíduos incluídos na LER são completamente definidos por um código de seis dígitos, sendo que os primeiros dois dizem respeito ao capítulo, os segundos ao subcapítulo e os últimos a um tipo específico de resíduo. Os RCD fazem parte do capítulo 17 da LER “*Resíduos de Construção e Demolição (incluindo solos escavados de locais contaminados)*”.

Segundo a LER, o capítulo 17 é dividido em várias subcategorias que são compostas por diversos materiais, tais como: betão, tijolos, telhas e cerâmica (código LER 17 01 XX); madeira, vidro e plástico (código LER 17 02 XX); misturas betuminosas e produtos derivados do alcatrão (código LER 17 03 XX); metais, incluindo as ligas (código LER 17 04 XX); solos (incluindo solo escavado de locais contaminados), e pedras (código LER 17 05 XX); materiais de isolamento e materiais de construção contendo amianto (código LER 17 06 XX); materiais de construção à base de gesso (código LER 17 08 XX) e outros resíduos de construção e demolição, incluindo a mistura de todo o tipo de RCD (código LER 17 09 XX) (Decisão 2014/955/UE de 18 de dezembro).

A regulamentação do setor da gestão de RCD teve o seu crescimento com a elaboração de diretrizes a nível europeu, e com a entrada em vigor de legislação específica em Portugal. A partir da legislação e da constante preocupação pela melhoria da gestão dos RCD, foram criadas diretivas no sentido de se elaborarem Planos de Gestão de Resíduos para a construção civil, designadamente o PPGRCD (Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição) (Decreto-Lei n.º 102-D/2020 de 10 de dezembro).

3.2. Gestão de Resíduos e a Construção Civil: História e Evolução

Os RCD são formados por excedentes e desperdícios de materiais provenientes da construção, que causam graves danos ao meio ambiente por serem depositados em locais

não apropriados, nem idealizados para esse fim, ou de forma descontrolada em aterros cujo espaço é cada vez mais valorizado (Rocha, 2012).

A indústria da construção é considerada uma das atividades menos sustentável, pelo seu elevado consumo de recursos, onde muitos deles acabam por se tornar RCD, provenientes de novas construções e também de construções de reabilitação ou demolição de outras já existentes (Rocha, 2012).

Segundo Poon (2007), o setor da construção civil consome grandes quantidades de recursos naturais, produzindo quantidades muito significativas de RCD. Com o potencial crescimento que o setor tem vindo a atravessar, e conseqüentemente, com o aumento da produção deste tipo de resíduos, levantaram-se sérios problemas de gestão a nível urbano e mesmo nacional (Henrique, 2015).

Estima-se que o setor da construção civil seja um dos maiores consumidores de recursos, consumindo entre 25% a 40% do total de matérias-primas extraídas globalmente e utilizadas na economia mundial. Este setor também é um dos maiores produtores de resíduos correspondendo a aproximadamente 35% da produção total dos resíduos do mundo (Sáez *et al.*, 2019; Maria *et al.*, 2018; Mortaheb & Mahpour, 2016).

De acordo com Saéz *et al.* (2019), na Europa, a partir da década de 1990, o setor da construção civil teve um crescimento exponencial, registando assim conseqüentemente um destacado aumento de RCD produzidos em obra.

Na comparação entre atividades de demolição e de construção constata-se que em países economicamente desenvolvidos, as atividades de demolição são mais limitadas. Por exemplo, na Noruega, a demolição representou apenas 8% das atividades nacionais de construção e demolição (m²/ano) em 1998, enquanto que a construção nova e a renovação representaram 52% e 40%, respetivamente. Por outro lado, as atividades de demolição em países em desenvolvimento económico são muitas vezes extensas, uma vez que as estruturas existentes são demolidas para fornecer novos terrenos para construção de habitações e outras instalações (Chen & Lu, 2017).

No setor da construção podem existir dois tipos distintos de obras: (1) obra pública que representa toda a infraestrutura dedicada a oferecer um serviço à população, mas sempre desenhada e planeada a partir dos órgãos públicos do Estado. O financiamento

dessas obras provém de dinheiro público (ex.: contribuintes), e caso as obras sejam executadas pela administração pública, nunca terão como objetivo a obtenção de benefício económico; E (2) obra privada que é toda a construção promovida por uma entidade não governamental. A obra privada é sempre realizada para obter um benefício económico, quer através da venda ou aluguer de alguma das suas partes, quer através da cobrança de uma determinada quantia pelo seu acesso (IMPIC, 2022).

Em Portugal, tanto as obras públicas como as privadas são regidas por legislação e regulamentos específicos, que poderão ser independentes entre si.

Tabela 3.1 - Classe de Alvará e respetivo valor monetário

Classe da habitação	Valor da Obra (em euros)
1	Até 166.000
2	Até 332.000
3	Até 664.000
4	Até 1.328.000
5	Até 2.656.000
6	Até 5.312.000
7	Até 10.624.000
8	Até 16.600.000
9	Acima 16.600.000

(Fonte: declaração de retificação 27/2012)

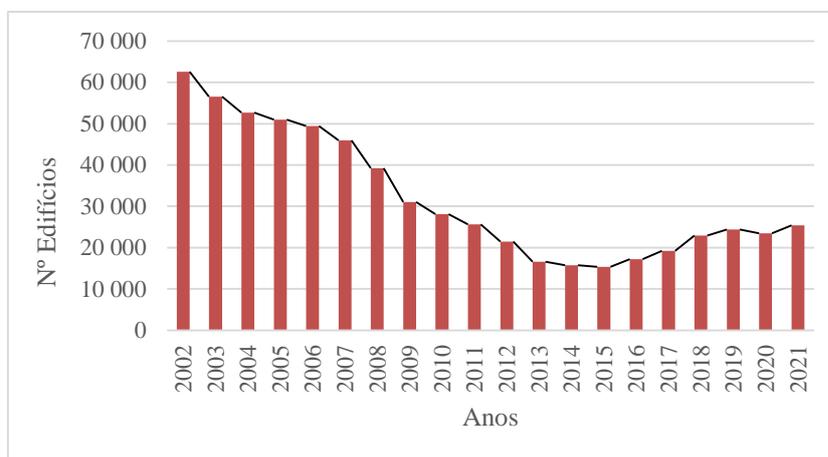
Por exemplo, a declaração de retificação 27/2012, estabelece a correspondência entre as classes de alvará e o valor das obras a que os seus titulares ficam autorizados a executar (tabela 3.1). As organizações necessitam de certos requisitos, segundo a atual legislação, para alcançarem classes de alvará maiores, como por exemplo, o número de técnicos superiores que possuem nos seus quadros (Lei n.º 41/2015 de 3 de junho).

A produção de RCD também pode depender da situação económica do país, como se pode verificar na maioria dos países europeus, onde ocorreu um maior volume de RCD até ao ano de 2007. Isto deveu-se à crise económica de 2008 e, como resultado da recessão económica, verificou-se uma redução em todas as atividades de construção (Santos *et al.*, 2017).

Após 2007, o volume de RCD começou a diminuir em alguns destes países, devido a redução das atividades de construção. Por exemplo, Espanha foi um dos países onde a produção de RCD diminuiu, após 2008, devido à crise económica (Santos *et al.*, 2017).

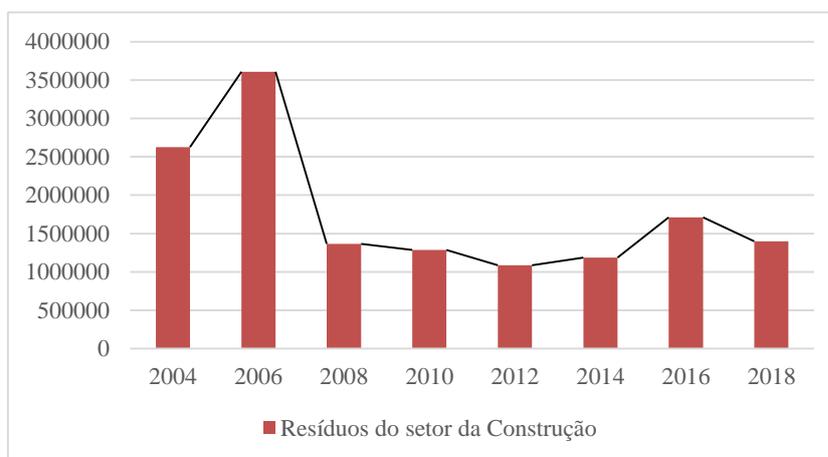
Desde esse período, também a produção portuguesa de RCD tem vindo a diminuir, acompanhando a evolução da atividade de construção (Maria *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2017).

Figura 3.1 - Número de edifícios licenciados, por ano, entre 2002 e 2021



(Fonte: INE, 2022)

Figura 3.2 - Produção de resíduos no setor da construção, entre 2004 e 2018



(Fonte: EUROSTAT, 2022)

No caso de Portugal, a atividade da construção tem vindo a diminuir desde 2002, tendo sido registada a sua pior fase entre os anos de 2013 e 2015. Em 2015 observou-se uma subida ligeira, confirmada pela quantidade de edifícios licenciados, tendo continuado a crescer até aos dias de hoje (figura 3.1) (INE, 2022).

A produção de RCD tem vindo a acompanhar a evolução da atividade de construção de forma semelhante (figura 3.2) (EUROSTAT, 2022).

Os resíduos produzidos na Europa são maioritariamente resíduos inertes, tais como, solos escavados, betão e argamassa, alvenarias, entre outros, mas também contêm resíduos perigosos como amianto, solventes, tintas entre outros (Saéz *et al.*, 2019).

Segundo Coelho (2009), em Portugal, os RCD eram praticamente depositados em aterros ou então abandonados em terrenos baldios (aterros ilegais). Em 2008, os autores Barros & Jorge, referem que os RCD representavam cerca de 22% da totalidade dos resíduos produzidos. Já para Symonds Group (1999), a produção de RCD era de aproximadamente 325 kg por habitante, na União Europeia, sendo que menos de 5% desses eram reutilizados ou reciclados, sendo o restante depositado em aterros.

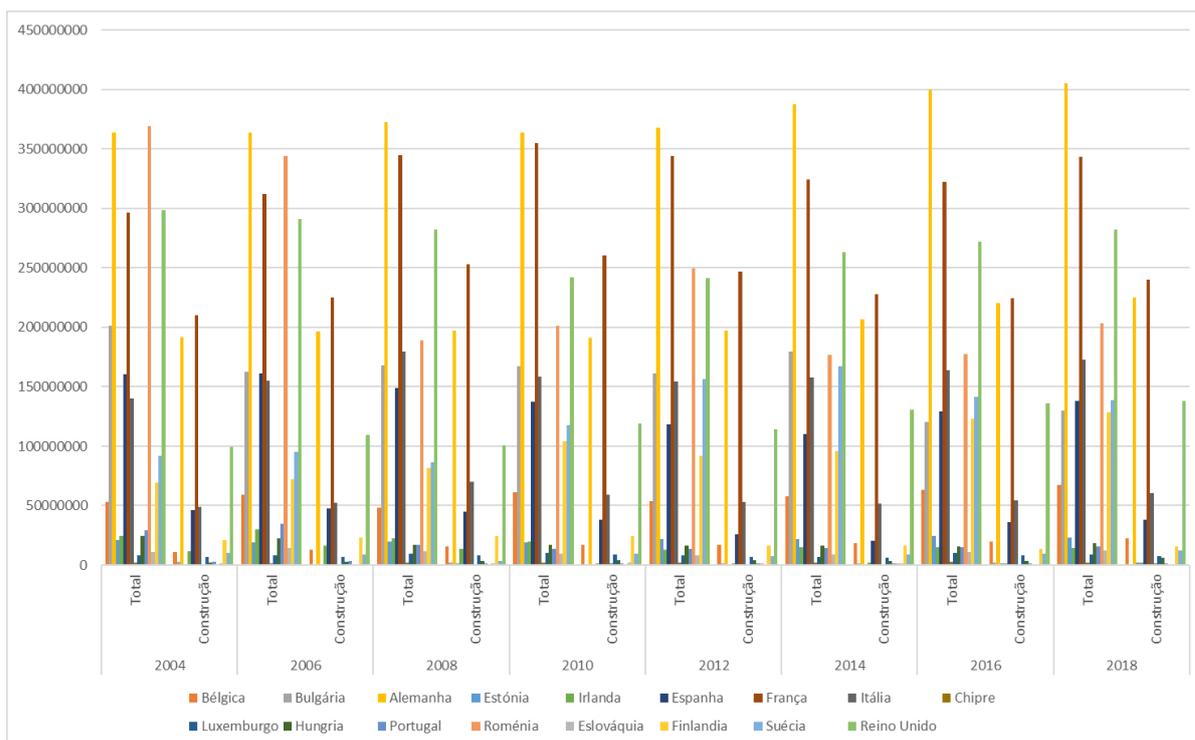
Em 2014, as atividades de construção e demolição geraram 1,13 bilhão de Ton na China; mais de 850 milhões de Ton de resíduos na União Europeia; e mais de 530 milhões de Ton nos Estados Unidos da América (Sáez *et al.*, 2019).

Estima-se que as atividades de construção e demolição criam o maior fluxo de resíduos do mundo com valores a rondar os 30-40% de resíduos produzidos na China; 36% de resíduos produzidos na Europa; e cerca de 60% de resíduos produzidos nos Estados Unidos da América (Spisaková *et al.*, 2021).

Entre todos os resíduos produzidos na UE, os RCD representavam um dos fluxos de resíduos mais volumosos de aproximadamente 30-37%, entre 2004 e 2018, com um valor crescente ao longo dos anos, diferindo quantitativamente e qualitativamente de país para país. Em 2004, a produção de RCD foi de cerca de 766.000 Ton, em 2012 aumentou para cerca de 844.000 Ton e em 2018 voltou a aumentar para cerca de 977.000 Ton nos países europeus (figura 3.3) (Hyvarinen *et al.*, 2020; Sáez *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2017).

De acordo com a figura 3.3, pode verificar-se que na UE existe um aumento na produção de resíduos a partir de 2010 até aos dias de hoje. Na comparação dos diversos países membros, existem diferenças significativas quantitativamente e qualitativamente quer na totalidade dos resíduos produzidos, quer nos resíduos produzidos no setor da construção civil. Em Portugal, os RCD representam aproximadamente 8% a 12%, entre 2004 e 2018.

Figura 3.3 - Produção total de resíduos no setor da construção, na UE e nos países membros entre 2004 e 2018



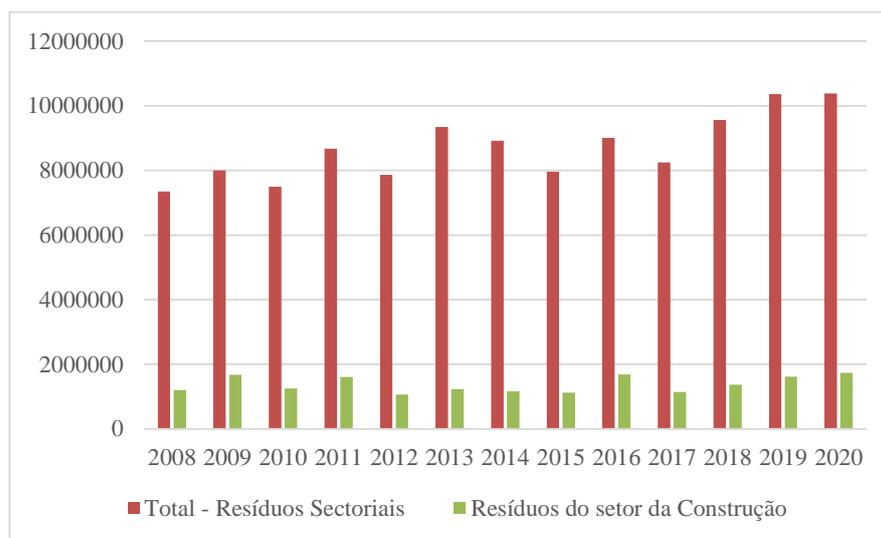
(Fonte: EUROSTAT, 2022)

Segundo vários autores e de acordo com a figura 3.3, aproximadamente 74% dos RCD produzidos na UE são produzidos pela França, Reino Unido e Alemanha, sendo os outros 26% produzidos pelos 24 países restantes. Na Austrália foram produzidos 16,9 milhões de Ton no ano de 2007 e 20,4 milhões de Ton em 2017, já nos Estados Unidos da América, em 2015, foram produzidos 548 milhões de Ton (Newaz *et al.*, 2020; Wu *et al.*, 2020; Maria *et al.*, 2018).

Em 2018, a taxa de recuperação de RCD na UE foi de cerca de 90%. Dados de 2015, evidenciam que a Holanda produziu um total de 25,71 milhões de Ton, dos quais 93% foram recuperados. No que se refere à Austrália, em 2017, 43% dos seus RCD foram recuperados. Em países asiáticos, como Japão, Singapura e Coreia do Sul, a percentagem de recuperação dos RCD produzidos é de cerca de 90% (Spisaková *et al.*, 2021; Wu *et al.*, 2020; Maria *et al.*, 2018).

De seguida é apresentada a figura 3.4, que representa a produção de resíduos setoriais em Portugal:

Figura 3.4 - Produção total de resíduos setoriais, e no setor da construção, em Portugal entre 2008 e 2020



(Fonte: INE, 2022)

É possível verificar que o setor da construção civil representa entre 13% a 20% do total de resíduos setoriais produzidos em Portugal, sendo que nos últimos anos essa percentagem tem vindo a aumentar, devido ao forte crescimento económico do setor da construção civil.

Tabela 3.2 - Comparação dos resíduos produzidos no setor da construção, em Portugal, entre os dados do INE e do EUROSTAT

	INE	EUROSTAT
2004	Na	2625939
2006	Na	3607449
2008	1205894	1364419
2009	1675995	na
2010	1251805	1287140
2011	1611263	na
2012	1066982	1087141
2013	1233038	na
2014	1166714	1185489
2015	1128159	na
2016	1683683	1710703
2017	1143164	na
2018	1368846	1397749
2019	1619974	na
2020	1732267	na

(Fonte: INE, 2022 e EUROSTAT, 2022)

Através da análise da tabela 3.2, pode verificar-se uma diminuição do volume de resíduos produzidos no sector da construção nos anos da crise económica, quer nos dados do INE quer nos dados do EUROSTAT. Pode ainda verificar-se que nos últimos anos a produção de RCD tem aumentado.

Como resultado da grande produção de RCD na UE, a Diretiva-Quadro de Resíduos estabeleceu uma meta de recuperação para atingir 70% de reciclagem de RCD até 2020 (Spisaková *et al.*, 2021; Sáez & Osmani, 2019; Santos *et al.*, 2017; Godinho, 2011; Hiete *et al.*, 2011).

Estudos mostraram que aproximadamente 90% dos RCD podem ser reciclados e/ou reutilizados, o que reduz a necessidade de aterros sanitários (Hyvarinen *et al.*, 2020; Godinho, 2011).

Santos *et al.* (2017) forneceu informações sobre a quantidade de RCD produzidos per capita em seis regiões de Portugal. Os resultados mostraram que a quantidade de RCD produzidos em Portugal varia de 206 kg hab⁻¹ ano⁻¹ em Lisboa a 711 kg hab⁻¹ ano⁻¹ no Algarve (Sáez & Osmani, 2019).

Dados mais recentes, da Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2019), referem que em 2018 foram recolhidas 2 529 899 Ton de RCD. Considerando apenas a parcela valorizável, uma produção de 2 167 522 Ton de RCD, das quais 1 695 918 Ton seguiram efetivamente para valorização, ou seja, em 2018 a taxa de valorização resultou em 78.24%. Este valor de produção de RCD é aparentemente mais baixo pois a APA, no relatório de 2018, não considerou os solos e rochas não perigosos que normalmente representam uma grande parcela da produção de RCD em Portugal.

No que respeita à sua composição, os RCD apresentam uma constituição heterogénea, composta por diversos tipos de materiais. Os materiais inertes podem variar entre 55% a 85% do volume total de resíduos produzidos (Santos *et al.*, 2017; Mália *et al.*, 2011).

Tabela 3.3 - Composição dos RCD, em percentagem, de acordo com os diferentes autores

Material	Mañà i Reixach <i>et al.</i> (2000)	Pereira (2002)	Costa & Ursella (2003)	Bergsdal <i>et al.</i> (2007)
Betão, alvenaria e argamassa	85	58.3	84.3	67.24
Metais	1.8	8.3	0.08	3.63
Madeira	11.2	8.3	-	14.58
Plástico	0.2	0.83	-	-
Asfalto	-	10	6.9	-
Outros	1.8	14.2	8.8	14.55
Total	100	100	100	100

(Fonte: Mália *et al.*, 2011)

Tabela 3.4 - Composição dos RCD, em percentagem, de acordo com os diferentes autores

Composição dos resíduos								
Material		Santos <i>et al.</i> (2017)	Spisaková <i>et al.</i> (2021)				Mortaheb & Mahpour (2016)	Button <i>et al.</i> (2014)
			Estimativa		Resultado			
		%	Ton	%	Ton	%	%	%
Mistura de Inertes	17 01 07	71,4	46,5	50,68	51,5	54,35	72,7	18,5
Madeira	17 02 01	10,2	1	1,08	1	1,05	8,4	41,2
Metal	17 04 05	10,2	1,2	1,30	1,2	1,26	4,4	6,3
Papel	15 01 01	2,1	-	-	-	-	-	-
Plástico	15 01 02	2	-	-	-	-	-	-
Vidro	17 02 02	1	2	2,17	2	2,11	-	-
Outros	-	3,1	0,05	0,054	0,05	0,05	3,6	12
Solos	17 05 04	-	40	43,59	37,5	39,57	-	-
Mistura de RCD	17 09 04	-	1	1,08	1,5	1,58	10,9	22
Total		100	91,75	100	94,75	100	100	100

(Fonte: Spisaková *et al.*, 2021; Santos *et al.*, 2017; Mortaheb & Mahpour, 2016; Button *et al.*, 2014)

A tabela 3.4 descreve a composição dos RCD de acordo com os autores referidos. A composição de mistura de inertes (betão, alvenaria e argamassa), de madeira e de metais para Santos *et al.* (2017); Spisaková *et al.* (2021) e Mortaheb & Mahpour (2016) pode variar entre 55% a 72%, entre 1% a 10% e entre 2% a 10%, respetivamente, sendo os valores idênticos aos da tabela 3.3 (valores para anos anteriores) para este tipo de RCD. Nos anos mais recentes, são incluídos valores para o papel e o plástico, com um valor aproximado de 2% (Santos *et al.*, 2017).

De acordo com a tabela 3.4, a composição da mistura de RCD e de “outros” pode variar entre 1% a 10% e 0.05% a 3%, respetivamente. Nestes parâmetros, os valores são diferentes da tabela 3.3, uma vez que dados anteriores a 2006 não contemplavam a mistura de RCD, que deviam ser considerados na composição de “outros”. Para Button *et al.* (2014), os valores obtidos divergem dos restantes autores, pois a composição é referente à América do Norte, onde o tipo de construção é diferente, onde se utiliza, preferencialmente, madeira na construção.

3.3. Enquadramento Legal: Europa e Portugal

A regulamentação referente à gestão de resíduos, na Europa e em Portugal, tem vindo a sofrer algumas alterações ao longo dos anos. Estas alterações têm como principal objetivo reduzir a produção de resíduos e utilizá-los como recursos, orientando assim a sociedade civil para a reutilização e reciclagem dos mesmos.

A regulamentação do setor da gestão de RCD, teve o seu crescimento com a elaboração de diretrizes a nível Europeu e com a criação de legislação específica em Portugal. Apesar de não existir legislação europeia específica para os RCD, existe uma diretiva geral que estabelece o cumprimento de objetivos e metas. Neste sentido, foi estabelecida a meta de 70% de reciclagem de RCD até 2020, nos países membros (Diretiva 2008/98/CEE). De modo a colmatar a ineficaz gestão e deposição ilegal de RCD em Portugal, foi instituída legislação específica, tendo sido criado um diploma específico que estabelece o regime jurídico de RCD.

Importa salientar o Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro que estabelece alterações Decreto-Lei n.º 73/2011 de 17 de junho, onde é definido o regime geral da gestão de resíduos. Para além desta legislação, existe ainda o Decreto-Lei n.º 46/2008 de 12 de março, que determina o regime de operações de gestão de RCD e as restantes portarias que derivam destes Decretos-Lei.

Mais ainda, o Decreto-Lei n.º 18/2008 de 29 de janeiro, Código dos Contratos Públicos (CCP), bem como o Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação (RJUE), pelo Decreto-Lei n.º 26/2010 de 30 de março, vieram instituir no setor da construção civil,

a obrigatoriedade da gestão de resíduos resultantes de novas obras ou demolições de edifícios já existentes.

Assim compreende-se a importância da prevenção, reutilização, operações de recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação dos resíduos produzidos neste setor de atividade (Godinho, 2011).

Tabela 3.5 - Gestão de resíduos em obra: principal legislação aplicável

Diploma	Resumo
Portaria n.º 417/2008 de 11 de junho	Aprova os modelos de guias de acompanhamento de resíduos para o transporte de (RCD).
Diretiva 2008/98/CEE de 19 de novembro	Estabelece a meta de 70% de reutilização, reciclagem e valorização de RCD.
Decisão da Comissão 2011/753/UE de 18 de novembro de 2011	Estabelece regras e métodos de cálculo para verificar o cumprimento dos objetivos estabelecidos no artigo 11.º, n.º 2, da Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho.
Portaria n.º 40/2014, de 17 de fevereiro	Estabelece as normas para a correta remoção dos materiais contendo amianto e para o acondicionamento, transporte e gestão dos respetivos resíduos de construção e demolição gerados, tendo em vista a proteção do ambiente e da saúde humana.
Decisão 2014/955/UE de 18 de dezembro	Lista de resíduos em conformidade com a Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho.
Portaria n.º 145/2017, de 26 de abril	Define as regras aplicáveis ao transporte rodoviário, ferroviário, fluvial, marítimo e aéreo de resíduos em território nacional e cria as guias eletrónicas de acompanhamento de resíduos (e-GAR), a emitir no Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos (SIRER).
Lei n.º 63/2018, de 10 de outubro	Estabelece procedimentos e objetivos com vista à remoção de produtos que contêm fibras de amianto ainda presentes em edifícios, instalações e equipamentos de empresas.
Decisão de Execução (UE) 2019/1004 da Comissão de 7 de junho de 2019	Estabelece regras para o cálculo, a verificação e a comunicação de dados sobre resíduos em conformidade com a Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho e que revoga a Decisão de Execução C (2012) 2384 da Comissão
Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro	Aprova o regime geral da gestão de resíduos, o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro e altera o regime da gestão de fluxos específicos de resíduos, transpondo as Diretivas (UE) 2018/849, 2018/850, 2018/851 e 2018/852.

3.4. Fatores que influenciam a produção de RCD

Existem diversos fatores cruciais que influenciam a produção de resíduos na construção civil: as características endógenas da construção, a área bruta de piso, que é

uma característica geométrica representativa, e a sua correlação com a produção de resíduos de demolição, que foi demonstrada em muitos estudos anteriores. Estes estudos, também referem que a localização do edifício (característica exógena) é um fator que influencia a produção de resíduos de demolição. Para além disso, também foram identificadas disparidades entre as atividades, do setor público e privado, no que respeita à produção de resíduos de construção e demolição (Chen & Lu, 2017).

Com uma preocupação constante e crescente pela melhoria da gestão dos RCD, foram criadas diretrizes no sentido de se elaborarem planos de gestão de resíduos para a construção civil, designadamente o PPGRCD (Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição). Através deste plano, os promotores das diversas obras devem apresentar estratégias para a redução da produção de resíduos, bem como definir as estratégias de encaminhamento dos RCD e procurar estimar a quantidade a ser produzida durante a construção (Decreto-Lei n.º 102-D/2020 de 10 de dezembro).

Muitos autores referem que a gestão de RCD não é uma prioridade no desenvolvimento de projetos de construção, devido à natureza heterogénea do sector da construção civil e aos interesses económicos das diferentes partes interessadas no processo (Wang *et al.*, 2021; Newaz *et al.*, 2020).

A prevenção da produção de RCD, pela aposta numa metodologia de prevenção e gestão de resíduos, deverá passar, sempre que possível, pela escolha criteriosa dos materiais a aplicar e utilizar em obra, ou seja, dar prioridade aos materiais menos tóxicos, menos perigosos, mais ecológicos, mais facilmente reutilizáveis, mais amigos do ambiente. As técnicas de construção deverão explorar a hipótese de reutilização de materiais provenientes de obras (terras, agregados, revestimentos, etc.) (Godinho, 2011).

Para prevenir a produção de resíduos poderão ser implementadas ações e desenvolvidas práticas de reutilização, designadamente a reutilização das terras de escavação na própria obra, a demolição seletiva e faseada das paredes dos edifícios que permitam efetuar a triagem no local de produção, aumentando a probabilidade de utilizar os materiais reutilizáveis, bem como promover a valorização dos materiais após a demolição (Sáez & Osmani, 2019; Chen & Lu, 2017).

As operações de construção e demolição geram variados tipos de resíduos, sendo que os resíduos inertes são os que mais facilmente podem ser reintegrados na construção.

Os resíduos não reutilizáveis devem ser removidos para operadores autorizados e licenciados ao seu tratamento, valorização ou eliminação, para que os RCD possam ter um fim de vida sustentável (Sáez & Osmani, 2019; Chen & Lu, 2017).

Após a produção de RCD torna-se necessário proceder à sua caracterização para efetuar uma correta separação por fluxo de resíduos, de modo a não inviabilizar posteriores tratamentos, uma vez que havendo mistura dos resíduos, poderá ocorrer contaminação dos mesmos, criando-lhes perigosidade que com uma separação correta será evitada. Deste modo, todos os RCD devem ser alvo de triagem, através de um sistema de acondicionamento adequado que permita a sua gestão seletiva (Sáez & Osmani, 2019; Chen & Lu, 2017).

Para que todas estas ações possam acontecer, deve ser realizado um investimento financeiro adequado por parte dos promotores de obras públicas e privadas. Alguns dos autores analisados referem que o investimento financeiro adequado pode afetar a gestão de RCD de forma positiva, uma vez que um valor de investimento maior pode levar a uma produção de RCD menor (Sáez & Osmani, 2019; Chen & Lu, 2017).

3.5. Gestão de Resíduos de Construção e Demolição

3.5.1. Importância da gestão de RCD

Segundo Santos *et al.* (2011), só há pouco tempo é que começou a existir uma preocupação acrescida em relação à gestão de RCD, em Portugal. No setor da construção civil não existiam hábitos de reutilização e de reciclagem dos resíduos produzidos, nem o seu encaminhamento, valorização/eliminação. De acordo com Coelho (2009) e Pereira (2004), a maioria das vezes os resíduos produzidos em obra eram simplesmente depositados em terrenos baldios (aterros sanitários ilegais) ou em aterros sanitários. A diminuição de espaço nos aterros, aliada há preocupação social pela degradação e proliferação do entulho na paisagem, tornou fundamental a elaboração de uma estratégia de gestão de RCD. Para regular esta estratégia, como já foi referido, foram introduzidas legislação e normas europeias e nacionais (Henrique, 2015).

Não obstante, o levantamento de RCD é uma tarefa difícil e complexa, principalmente devido à fraca informação existente e às fracas respostas de todas as entidades envolvidas. Esta situação torna-se mais grave em pequenas obras porque a legislação portuguesa não exige o registo de RCD e porque, em algumas regiões, os RCD são misturados com resíduos sólidos municipais. De acordo com Menezes (2011), os RCD podem também ser originados nos estaleiros devido à falta de manuseamento e armazenamento adequado dos materiais, de planeamento dos projetos, de formação dos colaboradores, da organização dos estaleiros e ainda devido à ausência de boas práticas de gestão (Wu *et al.*, 2020; Huang *et al.*, 2018).

Para AEP (2011), além destes fatores, existe ainda o ambiente impróprio para a execução das atividades, danos de material durante o transporte do mesmo, falta de comunicação nas instruções operacionais, mau funcionamento dos equipamentos, modificações ao projeto inicial entre muitos outros fatores (Henrique, 2015).

A eficiência da separação de resíduos numa empresa de construção civil é bastante importante, uma vez que a minimização da produção de RCD passa pelo desenvolvimento de estratégias, que reflitam boas práticas de gestão e medidas de mitigação.

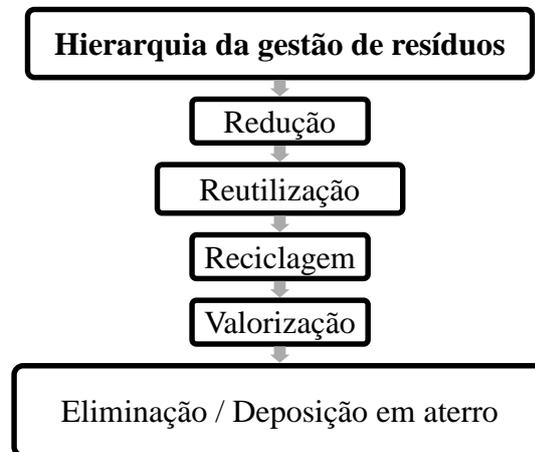
Uma gestão eficiente de RCD passa pela concretização dos seguintes passos (Huang *et al.*, 2018; Mortaheb & Mahpour, 2016; Henrique, 2015):

- i. Responsabilizar o produtor/detentor pela adequada gestão de RCD;
- ii. Estimar a quantidade de RCD que irão ser produzidos em obra (ainda em fase de projeto);
- iii. Otimizar o processo de demolição seletiva;
- iv. Separar/triar os resíduos preferencialmente no estaleiro da obra;
- v. Fazer uma correta separação entre resíduos perigosos e resíduos não perigosos;
- vi. Formar e sensibilizar todos os intervenientes em obra.

No sentido de minimizar o impacto ambiental causado pelos RCD, é imprescindível implementar uma melhoria na gestão de resíduos. Esta melhoria passa por práticas que privilegiem políticas de reutilização, reciclagem e valorização dos RCD, conforme o que está previsto no Decreto-Lei n.º 46/2008 de 12 de março.

Na legislação portuguesa, foram definidos os seguintes princípios de hierarquização de gestão de resíduos:

Figura 3.5 - Hierarquia da Gestão de Resíduos de acordo com legislação em vigor



(Fonte: Própria)

A primeira operação a efetuar na gestão de resíduos é a redução, seguida da reutilização e reciclagem. Se o RCD não puder sofrer nenhum destes processos, deve, se possível, seguir para valorização e, em último caso, ser eliminado e depositado em aterro autorizado e licenciado para o efeito (figura 3.5).

A hierarquização da gestão de resíduos deve ser realizada e respeitada, para que a gestão de RCD seja o mais eficaz possível e ambientalmente sustentável (Viegas, 2012; Godinho, 2011).

3.5.2. Triagem, Reciclagem, Reutilização e Eliminação

A redução, segundo vários autores, é a operação mais eficiente, que contribui para uma minimização da produção de RCD (Huanga *et al.*, 2018; Henrique, 2015; Viegas, 2012).

Uma redução dos RCD leva a uma redução de matéria-prima utilizada, redução de meios de armazenamento de RCD para posterior triagem e encaminhamento, uma redução do custo de transporte (pois o mesmo deixa de ser necessário) (Huanga *et al.*, 2018; Henrique, 2015; Viegas, 2012). Para que esta redução seja possível é necessário integrar e pensar na gestão de RCD logo em fase de projeto, onde deverá ser estimada a quantidade de RCD que irá ser produzida e nas estratégias possíveis para a sua redução.

A triagem é uma operação importante, com o objetivo de separar os diferentes RCD produzidos em obra para posteriormente serem reciclados, valorizados ou eliminados para aterro sanitário (Henrique, 2015; Godinho, 2011).

Esta operação deve, sempre que possível, ser realizada no local da obra, por mão de obra formada e sensibilizada para o efeito, a fim de se obter a melhor separação possível dos RCD. Os RCD devem ser triados em diferentes fileiras de materiais, tendo em atenção o seu potencial quer de reutilização, quer de reciclagem, quer de valorização (Henrique, 2015; Viegas, 2012; Rocha, 2012; Godinho, 2011).

A reutilização de RCD tem como objetivo aplicar os materiais novamente em novas construções. Segundo vários autores, a reutilização de materiais tem potencial para se tornar uma prática de produção cada vez mais competitiva em termos de preços (Spisaková *et al.*, 2021).

A reciclagem é outra operação mencionada na hierarquia de gestão de resíduos. Esta consiste fundamentalmente no encaminhamento dos RCD para produção de novos materiais, contribuindo assim, para uma diminuição de RCD a depositar em aterro sanitário (Huang *et al.*, 2018; Henrique, 2015). Alguns autores mencionam que os artigos produzidos com materiais reciclados não apresentam o mesmo valor e qualidade que os produtos primários, o que leva muitas vezes a ser excluída a sua utilização (Viegas, 2012).

A otimização desta operação depende fortemente da eficiência da triagem e separação dos RCD no local da obra (Henrique, 2015).

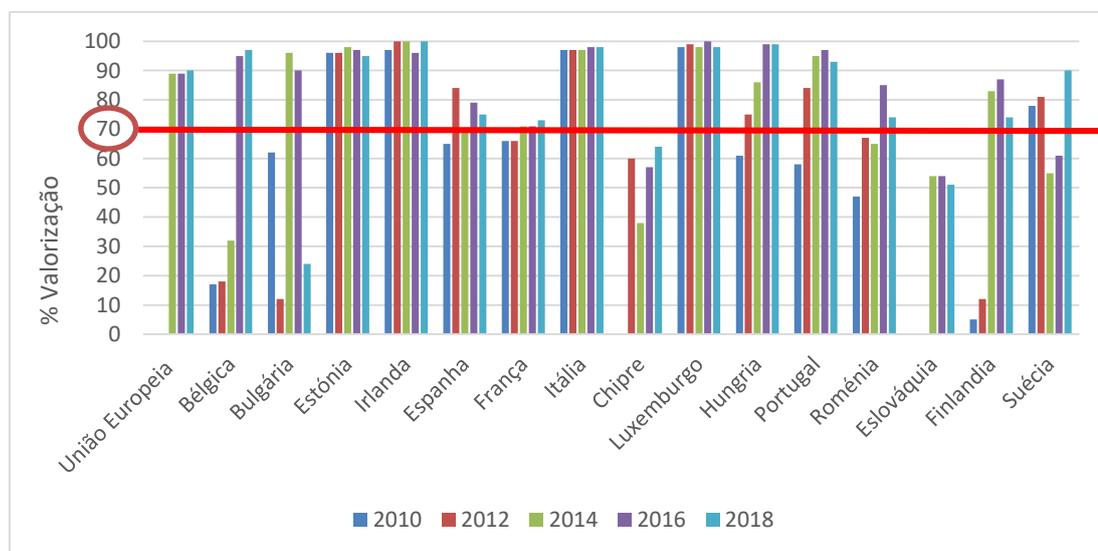
Relativamente ao último processo da hierarquia da gestão de resíduos, a eliminação pode ser alcançada através da deposição dos RCD em aterros sanitários autorizados e licenciados para o efeito. Este processo deve ser ponderado apenas se os RCD não puderem sofrer mais nenhum dos processos acima descritos.

Ainda existe uma grande percentagem de RCD a ser depositada em aterros sanitários, em Portugal e na Europa. Segundo Wu *et al.* (2020), se o custo desta deposição fosse mais elevado, estimulava a que outras operações, como triagem, reutilização e reciclagem, fossem tidas em consideração por parte dos produtores/detentores de resíduos.

Como já foi referido, no decorrer dos anos, foram ocorrendo algumas mudanças em relação à gestão de RCD, com a conceção de legislação nacional e europeia, mas segundo alguns autores uma grande parte dos RCD produzidos ainda continuam a ser depositados em aterro ou despejados ilegalmente em terrenos baldios (Santos *et al.*, 2017). A Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de novembro de 2008, estabeleceu uma meta de 70% de resíduos reutilizados, reciclados e recuperados para cada Estado-Membro da UE até 2020. A maioria dos Estados-Membros da UE atingiu essa meta no ano de 2018, o que demonstra um maior empenho nesta matéria (Spisaková *et al.*, 2021; Sáez & Osmani, 2019; Maria *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2017).

Uma quantidade significativa de RCD tem um grande potencial para reutilização e reciclagem. Este exercício de recuperação de RCD não é totalmente utilizado por todos os países da UE. Em 2018 (último ano com dados do EUROSTAT) a taxa de valorização de RCD na UE rondava os 90%, sendo que esta taxa difere entre países e ao longo dos anos, de acordo com a figura 3.6.

Figura 3.6 - Percentagem de valorização de resíduos na UE



(Fonte: Própria com base nos dados do EUROSTAT, 2022)

Na União Europeia, existem alguns países membros que ainda não alcançaram o objetivo/meta dos 70% proposto pela Diretiva Europeia mencionada, tais como o Chipre ou a Eslováquia. A Bulgária atingiu a meta em 2014 e 2016, mas não em 2018. Países como a Estónia, Irlanda, Itália ou Luxemburgo estiveram sempre em cumprimento da meta dos 70% desde que a Diretiva foi criada. Portugal não cumpriu a meta em 2010, no

entanto obteve valores crescentes, apresentando valores compreendidos entre 84% e 97% nos anos mais recentes (de 2012 a 2018).

As tabelas 3.6 e 3.7 mostram as diferenças do custo de tratamento/eliminação dos RCD caso fosse aplicada uma correta gestão de resíduos e vice-versa (Spisaková *et al.*, 2021).

Tabela 3.6 - Estimativa de valor total de valorização de resíduos aplicando uma eficiente gestão de resíduos

Código LER	Depósito recomendado	Peso (Ton)	Taxa de tratamento (€/Ton)	Total (€)
17 01 03	Reciclagem	1,5	5	7,5
17 01 07	Reciclagem	50	10	500
17 02 01	Reciclagem	1	20	20
17 02 02	Estaleiro de Recolha	2	0	0
17 04 05	Estaleiro de Recolha	1,2	0	0
17 04 11	Estaleiro de Recolha	0,05	0	0
17 05 04	Reciclagem	37,5	5	187,5
17 09 04	Aterro	1,5	109	163,5
Total				878,5

(Fonte: Spisaková *et al.*, 2021)

Tabela 3.7 - Estimativa de valor total de valorização de resíduos se não fosse aplicada uma eficiente gestão de resíduos

Código LER	Depósito	Peso (Ton)	Taxa de tratamento (€/Ton)	Total (€)
17 01 03	Aterro	1,5	46,8	70,2
17 01 07	Aterro	50	46,8	2340
17 02 01	Aterro	1	30	30
17 02 02	Aterro	2	48	96
17 04 05	Aterro	1,2	30	36
17 04 11	Aterro	0,05	100	5
17 05 04	Aterro	37,5	12	450
17 09 04	Aterro	1,5	109	163,5
Total				3190,7

(Fonte: Spisaková *et al.*, 2021)

Verifica-se que a taxa de tratamento e consequentemente o custo total, seriam muito superiores na tabela 3.7 em relação à tabela 3.6. Constata-se que, mesmo com triagem e separação de resíduos, é importante ter em consideração todos os requisitos da hierarquia da gestão de resíduos, pois a triagem seria insignificante se não for efetuado um correto encaminhamento dos RCD para o operador mais benéfico.

Outros sites estatísticos, como o EPD, dos Estados Unidos da América apresentam a seguinte tabela:

Tabela 3.8 - Modelos de cobrança para instalações de eliminação de resíduos de construção

Instalações de eliminação de resíduos	Tipo de RCD aceite	Valor cobrado (US\$/Ton) antes de 2017	Valor cobrado (US\$/Ton) depois de 2017
Instalações públicas de receção de RCD	Composto inteiramente por resíduos inertes	3.44	9.05
Instalações de triagem	Conter mais de 50% em peso de resíduos inertes	12.75	22.32
Aterros	Não conter mais de 50% em peso de resíduos inertes	15.94	25.50

(Fonte: EPD, 2017)

A tabela 3.8 reflete fatores como a inflação e a subida do custo médio de mão de obra, que originaram uma subida dos preços médios em todos os setores ao longo dos anos, incluindo a construção civil e as operações de RCD.

3.5.3. Transporte de RCD

O produtor/detentor de RCD produzidos numa obra é responsável pelo devido encaminhamento dos mesmos, por empresa especializada e licenciada para o efeito, ou seja, um operador de resíduos.

De acordo com a Portaria n.º 145/2017 de 26 de abril,

...sempre que pretendam proceder ao transporte de resíduos, o produtor ou detentor devem garantir que os mesmos são transportados de acordo com o disposto na presente portaria, devendo também assegurar-se, previamente ao transporte de resíduos, de que o destinatário dispõe de licença ou autorização para os receber ou que se encontra, nos termos da legislação aplicável, obrigado à retoma dos resíduos (Portaria n.º 145/2017 de 26 de abril).

Os resíduos podem ser transportados pelo produtor, pelo detentor ou por entidades que procedam à gestão de resíduos. O transporte de resíduos deve obedecer aos princípios gerais de gestão de resíduos e cumprir alguns requisitos, presentes no artigo 4º da Portaria n.º 145/2017 de 26 de abril. Por imposição desta portaria, o transporte de resíduos de RCD é obrigatoriamente acompanhado por uma e-GAR e a mesma deve ser

disponibilizada sempre que solicitada pelas autoridades competentes. As e-GAR são documentos eletrónicos, que se encontram disponíveis na plataforma eletrónica da APA, I.P., como parte integrante do SIRER (Portaria n.º 145/2017 de 26 de abril).

As e-GAR contém as seguintes informações importantes (Portaria n.º 145/2017 de 26 de abril):

- i. Identificação, quantidade e classificação discriminada dos resíduos;
- ii. Origem e destino dos resíduos, incluindo a operação a efetuar;
- iii. Identificação dos transportadores;
- iv. Identificação da data para o transporte de resíduos.

Os produtores ou detentores de RCD devem conservar as e-GAR, em formato físico ou eletrónico, durante um período mínimo de cinco anos.

3.5.4. O papel das “Partes Interessadas” na gestão de RCD

O sector da construção civil e, conseqüentemente, dos RCD é uma área que abrange muitos intervenientes, cada um com os seus objetivos. Assim sendo, a coordenação de todas as entidades levará ao sucesso das operações de gestão de RCD (Wang *et al.*, 2021; Zhao *et al.*, 2008).

As diferentes “partes interessadas” no processo de gestão de resíduos são (Zhao *et al.*, 2008):

- i. Consumidores (produtores primários/ empreiteiros na área da construção);
- ii. Fabricante de materiais (utilização de RCD no fabrico de novos materiais);
- iii. Recicladores (empresas de recuperação de RCD);
- iv. Investidores / proprietários de aterros sanitários;
- v. Entidades governamentais (responsáveis pela regulamentação da atividade).

Todas estas partes distintas envolvidas têm diferentes preocupações e prioridades, o que concebe imensas dificuldades ao processo de gestão de RCD.

A maioria dos autores que se focaram nesta temática, afirmam que a regulamentação e as políticas, assim como os fatores económicos, influenciam fortemente todas as partes interessadas (Wang *et al.*, 2021; Wu *et al.*, 2020).

As políticas relativas à gestão de RCD, são importantes para regular e encaminhar o comportamento de todos os intervenientes, fazendo-os agir com bom comportamento e gerar mudanças de atitude (Wang *et al.*, 2021; Wu *et al.*, 2020).

Os incentivos económicos são um dos fatores chave para influenciar o comportamento de todos no que diz respeito à redução, reutilização, reciclagem e valorização de todos os RCD produzidos em obra (Wu *et al.*, 2020).

O atual mercado de reciclagem, segundo os autores, faz com que apenas pequenas quantidades de RCD sejam reutilizados ou reciclados, priorizando assim a sua deposição diretamente em aterros sanitários. Mais uma vez, este fenómeno acontece devido à falta de incentivos económicos para aqueles que encaminham e para os que recebem os resíduos (Zhao *et al.*, 2008).

A maioria das partes interessadas, ainda consideram a gestão de RCD como uma atividade não lucrativa. A grande maioria dos autores, identifica o investimento na formação e sensibilização como um benefício para a mudança de atitude de todas as entidades (Wang *et al.*, 2021; Zhao *et al.*, 2008; Wu *et al.*, 2020).

Para além da formação, a presença de meios de sensibilização disponíveis no estaleiro de obras, como afixação de cartazes, informação disponibilizada na área dedicada à triagem de materiais ou por exemplo ilustrações dos diferentes resíduos a depositar em cada recipiente, poderão auxiliar o cumprimento das tarefas relativas à gestão de RCD (Rocha, 2012).

Como referido anteriormente o sucesso das operações de gestão de RCD depende da coordenação de todas as entidades envolvidas no processo (Wang *et al.*, 2021).

3.5.5. Boas práticas na gestão de RCD

Um dos grandes objetivos de realização de boas práticas é minimizar ao máximo a produção de RCD.

Alguns autores têm sugerido algumas medidas, consideradas de boas práticas, que permitem um melhoramento na forma de gestão dos RCD.

Algumas delas são (Henrique, 2015; APA, 2019):

- i. Responsabilizar o produtor/detentor de RCD pela adequada gestão dos mesmos;
- ii. Prever de forma mais eficaz a quantidade de RCD que serão produzidos numa determinada obra;
- iii. Efetuar de forma cuidada um PPGRCD;
- iv. Procurar uma melhor orientação na escolha de materiais vs ciclo de vida e valorização dos mesmos, assim como, dos métodos de construção/demolição;
- v. Compreender e aplicar os conceitos de redução, reutilização, reciclagem e valorização;
- vi. Separar e triar os RCD, sempre que possível, no local dos trabalhos e armazená-los de forma cuidada, sendo os contentores identificados de acordo com o tipo de resíduos a depositar, promovendo assim uma limpeza e organização do estaleiro;
- vii. Não misturar RCD valorizáveis com não valorizáveis;
- viii. Divulgar informações e procedimentos claros e concisos, através da sensibilização e da formação dos intervenientes.

A adoção destas e de outras boas práticas de gestão de RCD, leva segundo os autores, a algumas vantagens/benefícios, como por exemplo (Henrique, 2015; Sáez *et al.*, 2013):

- i. Melhoria da imagem da empresa, em relação às questões ambientais;
- ii. Diminuição da produção de RCD e conseqüentemente de custos associados ao tratamento e/ou eliminação;
- iii. Redução da pegada ecológica e prevenção dos recursos hídricos e dos solos, minimizando os riscos para a saúde humana e ambiental;

- iv. Atração de novos investidores e clientes que estejam interessados em integrar programas de certificação ambiental.

De acordo com os autores Wu *et al.* (2020), existem práticas bem-sucedidas adotadas por outros países:

Tabela 3.9 - Boas práticas implementadas em vários países

EUA	Criação de regulamentação nacional e dos diferentes estados sobre gestão de RCD
	Implementação de redução na fonte
	Criação de manuais ilustrativos de casos práticos
	Melhoramento do mercado maduro de comércio de RCD
Países Baixos	Implementação da Lei de proteção ambiental
	Aumento das taxas para produtores que pretendem eliminar os RCD em aterros
	Melhoramento do mercado maduro de reutilização e reciclagem de RCD
	Estimulação do sistema de classificação de edifícios verdes
Suécia	Implementação de regulamentação sobre aterros sanitários
	Proibição de deposição em aterros de certos tipos de resíduos combustíveis
	Aumento das taxas para produtores que pretendem eliminar os RCD em aterros e conceção de tecnologia avançada para incineração de RCD
	Implementação de auditorias de pré-demolição
Coreia do Sul	Implementação da Lei de promoção da reciclagem de RCD
	Obrigatoriedade de utilização de materiais reciclados e sistema de certificação e qualidade dos mesmos
	Sistema de gestão de informação para troca de resíduos
Japão	Implementação da Lei de reciclagem de materiais de construção
	Melhoramento do mercado maduro de reciclagem de RCD
	Criação de uma listagem pública de empresas de reciclagem autorizadas e licenciadas
Singapura	Fiscalização rigorosa do despejo ilegal e obrigação de separação eficiente de RCD
	Aumento das taxas para produtores que pretendem eliminar os RCD
	Criação de uma listagem pública de empresas de reciclagem autorizadas e licenciadas
	Implementação de esquemas de marca verde
	Implantação de sistema geral de recolha de resíduos
Austrália	Regulamentação de gestão de RCD em diferentes estados
	Introdução de casos bem-sucedidos de gestão de RCD

(Fonte: Wu *et al.* (2020))

3.5.6. Barreiras à gestão de RCD

As barreiras à adoção de processos como a reutilização, reciclagem e valorização de RCD, deve-se principalmente à falta de requisitos claros e obrigatórios para a gestão dos mesmos (Spisaková *et al.*, 2021).

De acordo com os estudos mencionados, existem alguns grupos de barreiras (Spisaková *et al.*, 2021; Newaz *et al.*, 2020; Wu *et al.*, 2020; Huang *et al.*, 2018; Mortaheb & Mahpour, 2016; Poon *et al.*, 2013):

- Ambientais:
 - i. Falta de preocupação ambiental das partes envolvidas;
 - ii. Processos pouco eficazes de redução, reutilização, reciclagem e valorização;
 - iii. Privilegiar a triagem e separação fora do local de construção ou o depósito em aterro dos RCD em vez de triagem no local dos trabalhos, devido à falta de incentivos;
 - iv. Inexistência de instalações de gestão de resíduos para se proceder à triagem dos mesmos;
 - v. Suposição de que a produção de resíduos é inevitável e não pode ser reduzida;
- Económicos:
 - i. Falta de financiamento e incentivos para implementar a economia circular na gestão de RCD;
 - ii. Interesse das organizações em gerir os seus RCD produzidos apenas se houver retorno financeiro;
 - iii. Orçamentos/custos limitados para a triagem e encaminhamento adequados dos RCD produzidos em obra;
 - iv. Priorizar o lucro financeiro e não as questões ambientais;
 - v. Custo de mão-de-obra elevado;
- Sociais:
 - i. Falta de mudança de atitude de todos os envolvidos;
 - ii. Preferir novos materiais de construção em vez da utilização de materiais reutilizados ou reciclados;
 - iii. Mão-de-obra pouco qualificada e sensibilizada para a gestão de RCD;
- Políticas:
 - i. Políticas inadequadas para a gestão de RCD, bem como a falta de fiscalização das mesmas;

Devido à natureza heterogénea da área da construção, a gestão de RCD não é priorizada na fase de projeto de uma obra, pois raramente são realizados planos de gestão de resíduos. Em vez disso as partes interessadas conferem mais esforços na maximização dos interesses económicos (Newaz *et al.*, 2020).

Outros fatores importantes são a falta de sensibilização dos trabalhadores para os processos da gestão de RCD, assim como a escassez de legislação mais específica, nacional e internacional, sobre a temática.

3.5.7. Impactos ambientais associados aos RCD

A produção de RCD tem um impacto ambiental importante em todas as partes do sector.

Um dos principais e mais importante problema da falta de gestão de RCD no sector da construção civil é a sua deposição em aterros sanitários ilegais ou em terrenos baldios. A presença de compostos corrosivos, tóxicos e perigosos que se encontra na composição destes materiais faz com que possam provocar problemas graves não só no ambiente como também na saúde humana (Henrique, 2015).

Assim sendo, alguns dos impactos a nível ambiental associados à produção de RCD são a contaminação dos solos e dos recursos hídricos, a ocupação dos solos, o desenvolvimento de condições propícias à criação de agentes patogénicos, entre outros.

Os processos de reutilização, reciclagem e valorização contribuem para uma redução dos impactos ambientais causados pela produção de RCD de cerca de 36% a 59%, em comparação com a deposição em aterro (Maria *et al.*, 2018).

Como foi dito anteriormente, a aplicação de estratégias alinhadas com os ODS, podem ser aplicadas, em particular, pelas empresas de construção em diferentes etapas do processo de conceção e produção de obras e tendem a ter um retorno positivo.

4. METODOLOGIA DE ANÁLISE:

A metodologia de pesquisa utilizada, de uma forma geral, tendo em conta os objetivos, incidiu sobre o levantamento de dados relativos à produção de resíduos, às práticas de gestão e encaminhamento de RCD nos estaleiros das obras, bem como os custos relacionados com a separação dos resíduos e o seu encaminhamento para vazadouro autorizado.

Considerando os objetivos da investigação, foi aplicada uma análise quantitativa dos resultados obtidos nos diferentes estaleiros de obras quer a nível de produção de resíduos, como dos custos envolvidos em todo o processo, compreendido no período entre 2016 e 2021.

O método de investigação aplicado consistiu num “Estudo de Caso”, uma vez que se baseou na investigação de um processo existente no contexto de uma situação real de uma organização. Para Yin (1994), “Um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenómeno contemporâneo dentro do seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenómeno e o contexto não estão claramente definidos”.

Segundo o mesmo autor, os estudos de caso podem ser de quatro tipos, de acordo com uma matriz dividida em duas dimensões distintas. Existem estudos de caso do tipo I (apenas se efetua um estudo de caso e se acolhe uma unidade de análise); estudos de caso tipo II (apenas se realiza um estudo caso, mas são adotados mais do que uma unidade de análise); estudos de caso tipo III (realizam-se mais do que um estudo de caso mas apenas se adota uma unidade de análises); e estudos de caso tipo IV (efetua-se mais do que um estudo de caso e adotam-se mais do que uma unidade de análise).

No presente trabalho, optou-se por um estudo de caso do tipo III, pelo que foram analisados múltiplos casos (várias obras) e apenas adotada uma unidade de análise (uma única empresa).

Tendo em conta o método de investigação utilizado, os dados foram recolhidos através das seguintes técnicas:

- Recolha de dados primários: base de dados fornecida pela empresa em análise entre os anos de 2016 e 2021, com a caracterização do tipo de RCD

produzidos/encaminhados em cada obra, a sua quantificação e as despesas associadas, assim como dados relativos às obras em análise para se efetuar uma comparação mais similar (valor da obra, localização, data de início e de termo, etc.), entre outras variáveis/aspectos que possam influenciar o tema em análise;

- Recolha de dados secundários: recolha de informação/artigos para elaboração da revisão de literatura e pesquisa de dados sobre os RCD gerados ao longo dos anos em território nacional e internacional.

Os dados recolhidos foram analisados com recurso ao software estatístico IBM SPSS Statistics 26.0.0.0, através da análise descritiva dos diversos tipos de estaleiros de obra, dos RCD produzidos e os custos despendidos na sua gestão e encaminhamento. Existem dados quantitativos e qualitativos de acordo com a caracterização das variáveis identificadas no ponto 4.1.

Para o estudo das relações entre variáveis optou-se por recorrer a métodos não paramétricos, uma vez que os dados não verificam as condições necessária para aplicabilidade dos métodos paramétricos, tais como a normalidade, homocedasticidade e a não existência de *outliers*. Deste modo, recorreu-se ao coeficiente de correlação de Spearman, a testes de Mann-Whitney e testes de Kruskal-Wallis.

No que respeita à informação usada neste estudo, apenas foram incluídas na amostra as unidades de observação que preencheram os critérios abaixo definidos, de inclusão/exclusão no estudo, para uniformizar o processo e garantir que os dados obtidos correspondem à totalidade de cada estaleiro de obra:

- Obras Públicas e Privadas que tenham o seu início e término dentro do período selecionado (2016-2021);
- Estaleiros de Obras que contenham a maior parte dos métodos construtivos com produção de RCD: Demolição; Movimentação de Terras; Estruturas (betão; metálicas); Infraestruturas (águas, esgotos, etc.); Alvenarias; Gesso Cartonado; Acabamentos.

Todos os dados foram tratados de forma anónima e descaracterizada, garantindo que toda a informação cedida pela empresa em análise não é associada a algum tipo de obra específica.

4.1. Caracterização e descrição das variáveis em estudo

Obra (variável qualitativa nominal): Obras que a empresa realizou entre o período de 2016 e 2021. Apenas estão contabilizadas as obras que cumprem os requisitos descritos na metodologia de análise;

Tipo de Obra (variável qualitativa nominal): Setor de construção público ou privado;

Valor da Obra (euros) (variável quantitativa contínua): Valor global de cada obra (em euros) faturado pela empresa para a realização da mesma;

Região (variável qualitativa nominal): Localização das obras em Portugal Continental de acordo com as delegações da empresa, estando divididas em 3 grandes zonas (Norte, Lisboa e Algarve);

Duração (variável quantitativa contínua): Duração da Obra (em meses) desde a data de início (consignação) até à data de termo (receção provisória);

Nº e-GAR (variável qualitativa nominal): Guia de transporte com numeração única atribuída a cada resíduo, por transporte e por dia (a partir de 2017 passou a ser eletrónica no site da APA);

Data (variável quantitativa discreta): Data da movimentação dos resíduos para vazadouro autorizado;

Código LER e Designação de Resíduo (variável qualitativa nominal): Código LER, segundo a Diretiva Europeia, atribuído a cada tipo de resíduos e a designação atribuída a cada resíduo;

RCD (Ton) (variável quantitativa contínua): Quantidade de resíduo (em toneladas) que foi transportado para vazadouro autorizado;

Transportador (variável qualitativa nominal): Empresa que efetua o transporte dos resíduos para vazadouro autorizado (pode ser qualquer empresa com autorização para efetuar transportes ou a empresa produtora do resíduo);

Operador de Resíduos (variável qualitativa nominal): Empresa que recebe os resíduos (vazadouro autorizado) para posterior tratamento;

Custo Transporte (variável quantitativa contínua): Custo correspondente ao transporte dos resíduos que pode ser em contentores de 6 m³/8 m³/12 m³/30 m³ e/ou em *big-bags*. Este valor é negociado para cada obra individualmente. Para certos resíduos que são valorizáveis, por norma, é oferecido o transporte;

Valor Tratamento/Ton (variável quantitativa contínua): Preço que cada operador de resíduos cobra para o tratamento dos mesmos, por tonelada;

Custo Tratamento (variável quantitativa contínua): Multiplicação do preço do tratamento pela quantidade de resíduos que foi transportado;

Custo Total (variável quantitativa contínua): Custo total obtido que engloba o custo de transporte e o custo de tratamento.

5. CASO DE ESTUDO

5.1. Resultados e Discussão

O estudo de caso em análise, apresenta dados de uma empresa de construção civil, com uma amostra de 69 obras de construção civil no período compreendido entre 2016 e 2021 em três grandes regiões de Portugal Continental (Norte, Lisboa e Algarve).

A tabela 5.1 apresenta uma análise descritiva de algumas variáveis (Tipo de obra; Valor da obra em euros; Região; Duração da obra em meses), que permitem caracterizar as obras em análise.

Tabela 5.1 - Análise descritiva das variáveis "Tipo de obra", "Valor da obra (euros)", "Região" e "Duração da obra (meses)"

	Tipo de obra	Valor da obra	Região	Duração da obra
n	69	69	69	69
Média	-	5 558 795,61	-	17,93
Mediana	-	3 050 000,00	-	15,50
Moda	Privada	-	Norte	-
Desvio padrão	-	5 893 440,03	-	12,11
Mínimo	-	233 000,00	-	3,33
Máximo	-	33 885 160,00	-	55,13
Soma	-	383 556 897,24	-	-

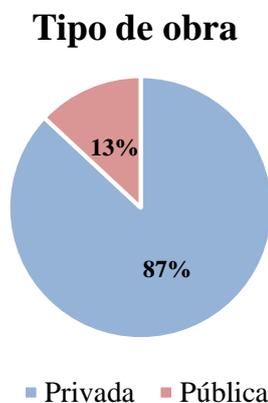
(Fonte: Própria)

Assim, foram usadas duas variáveis categóricas nominais (Tipo de obra e Região), relativamente às quais se apresenta os valores das respetivas modas. Foram também usadas duas variáveis métricas (Valor da obra (euros) e Duração da obra (meses) e apresenta-se as respetivas estatísticas descritivas.

Observa-se que de um total (n) de 69 obras analisadas, a maioria são obras privadas (87%), e compreendidas na região Norte (tabela 5.1). No que diz respeito ao valor da obra (em euros), entre o ano de 2016 e 2021, foram faturados um total de 383 556 897,24€, em que a obra com maior valor faturou 33 885 160,24€ e a obra com menor valor faturou 233 000,00€, com um valor médio de 5 558 795,61€. Relativamente à variável duração da obra (em meses), em média uma obra da empresa analisada ronda os 17 meses, sendo que o mínimo corresponde a 3,33 meses e o máximo a 55,13 meses de duração.

Na figura 5.1 pode-se apurar que do total das 69 obras em estudo, 87% foram obras privadas e 13% obras públicas.

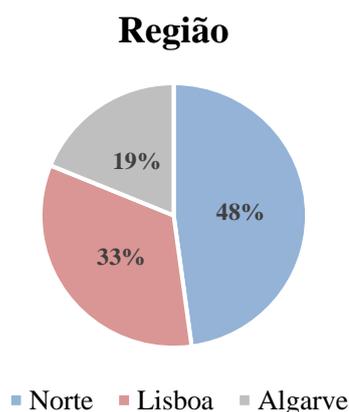
Figura 5.1 - Quantidade de obras privadas e públicas



(Fonte: Própria)

Já no que diz respeito à região do país (figura 5.2) onde foram realizadas as obras em análise, verifica-se que a região com maior percentagem de obras é a região do Norte, com 47,1%, seguida da região de Lisboa, com 33,3% e por fim a região do Algarve com 18,8%. Logo, a região Norte realizou 33 obras, a região de Lisboa 23 obras e a região do Algarve um total de 13 obras.

Figura 5.2 - Percentagem de obras efetuadas por região



(Fonte: Própria)

Tendo em consideração o valor da obra (em euros) por região apura-se que, do valor total faturado nos diversos anos do presente estudo, a região Norte concentra uma maior percentagem, 56,54%, o que corresponde a 216 875 457,24€. Já as regiões de Lisboa e do Algarve apresentam uma percentagem de 31,21% e 12,25%, o que

corresponde a 119 701 440,00€ e 46 980 000,00€, respetivamente (tabela 5.2). Os valores médios do valor da obra são de 6 571 983,55 para a região do Norte; 5 204 410,43 para a região de Lisboa e 3 613 846,15 para a região do Algarve. Para averiguar a existência de diferenças entre as três regiões em termos de valor da obra, realizou-se um teste de Kruskal-Wallis.

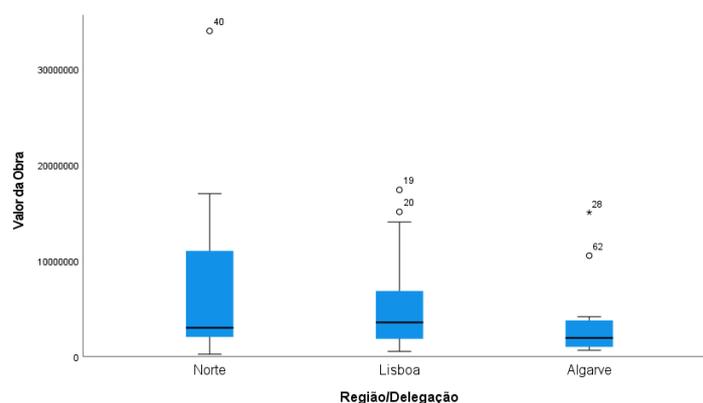
Tabela 5.2 - Valor da obra (euros) por Região

		n	Soma	Soma %	Média
Região	Norte	33	216 875 457,24	56,54	6 571 983,55
	Lisboa	23	119 701 440,00	31,21	5 204 410,43
	Algarve	13	46 980 000,00	12,25	3 613 846,15

(Fonte: Própria)

De acordo com os resultados do teste (tabela V do apêndice), não há evidência estatística para afirmar que os valores variam significativamente entre as três regiões ($p=0,217$).

Figura 5.3 - Valor da obra (euros) por Região



(Fonte: Própria)

Para uma melhor compreensão da distribuição do valor da obra (euros) com a sua distribuição por tipo de obra e por região, foi realizada a seguinte análise (tabela 5.3):

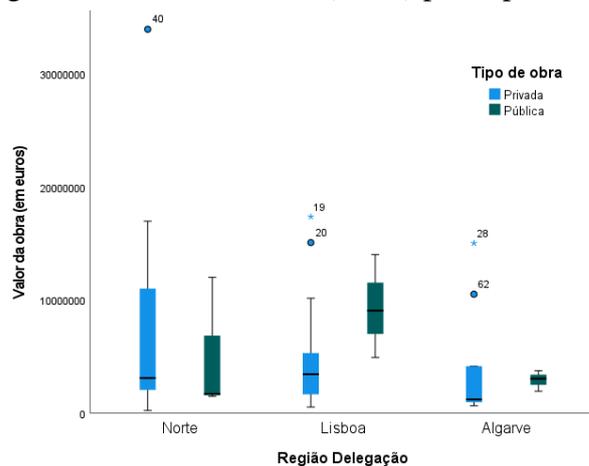
Tabela 5.3 - Valor da obra (euros) por Tipo de obra e por Região

		Tipo de obra							
		Privada				Pública			
		n	Soma	Soma %	Média	n	Soma	Soma %	Média
Região	Norte	30	201711713,55	60,82	6723723,79	3	15163743,69	29,23	5054581,23
	Lisboa	20	91727670,00	27,66	4586383,50	3	27973770,00	53,92	9324590,00
	Algarve	10	38240000,00	11,53	3824000,00	3	8740000,00	16,85	2913333,33

(Fonte: Própria)

A empresa faturou um total de 331 679 383,55€ em obras privadas e um total de 51 877 513,69€ em obras públicas. A região Norte representa 60,82% do total de obras privadas, a região de Lisboa 27,66% e a região do Algarve 11,53%. No que diz respeito a obra públicas, a região de Lisboa, representa 53,92% da faturação total deste tipo de obras, seguida da região do Norte, com 29,23% e da região do Algarve, com 16,85%, tabela 5.3.

Figura 5.4 - Valor da obra (euros) por Tipo de obra e por Região

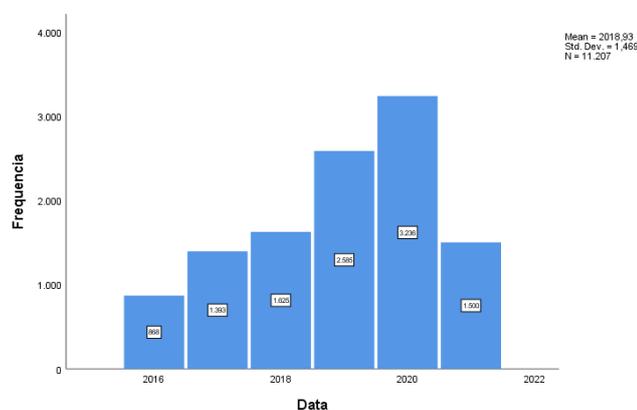


(Fonte: Própria)

As variáveis relativas às toneladas de RCD encaminhados, ao valor de tratamento por tonelada, custo de transporte e custo de tratamento, e conseqüentemente o custo total são referentes a uma amostra (n) de 11207, que corresponde ao número de e-GAR emitidas para as 69 obras em estudo, no período compreendido entre 2016 e 2021.

Neste sentido, é fundamental entender a frequência de e-GAR emitidas aos longo dos anos do estudo (figura 5.5).

Figura 5.5 – Número de e-GAR (frequência) emitidas no período em análise



(Fonte: Própria)

É possível observar, na figura 5.5, que o ano com maior frequência de emissão de e-GAR é o ano de 2020, com 3236 emissões, seguido do ano de 2019, com 2585 emissões. Ao longo dos anos constata-se um aumento substancial do número de emissão de e-GAR, uma vez que, tal como explicado na metodologia, o ano 2021 só contempla obras concluídas nesse ano.

Tabela 5.4 - Análise descritiva das variáveis RCD (Ton), Custo Transporte, Valor Tratamento por Tonelada, Custo Tratamento e Custo Total

	RCD (Ton)	Custo Transporte	Valor Tratamento/Ton	Custo Tratamento	Custo Total
n	11207	11207	11207	11207	11207
Média	2,41	32,938	29,796	58,08	91,02
Mediana	0,444	18,75	12,00	11,50	41,80
Moda	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00
Desvio Padrão	4,844	33,347	38,439	179,68	184,79
Mínimo	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	42,220	520,00	1 500,00	5 023,34	5 123,34
Soma	27 036,492	369 142,21	-	650 917,66	1 020 059,87

(Fonte: Própria)

Com base na informação fornecida pela tabela 5.4, pode verificar-se que foram encaminhadas um total de 27 036,492 Ton de RCD, sendo que a média de RCD encaminhados por e-GAR é de aproximadamente 2,41 Ton. Os custos totais dizem respeito à soma do custo de transporte com o custo de tratamento, que se calcula mediante o valor de tratamento por tonelada multiplicado pela quantidade de toneladas que são encaminhadas. Deste modo, a empresa apresenta um custo total de encaminhamento de RCD de 1 020 059,87€, no período estudado, sendo a média por e-GAR de aproximadamente 91 euros.

Relativamente ao custo de tratamento foram gastos 650 917,66€, sendo que em média uma e-GAR representa um valor de 58 euros. Já o custo de transporte foi de 369 142,21€. O valor da média nesta variável, não corresponde ao valor médio por transporte uma vez que cada transporte poderá estar associado a mais do que uma e-GAR. Por exemplo, quando os resíduos são encaminhados em *big-bags*, cada transporte poderá levar mais do que um *big-bag* e cada um desses *big-bags* tem uma e-GAR correspondente a um resíduo diferente.

Destaca-se que o valor das modas do custo transporte e do custo tratamento é zero devido ao facto de alguns resíduos, nomeadamente, ferro, cobre e papel serem valorizáveis e pelo facto de os RCD poderem ter sido transportados pelo próprio produtor. Para além disso, o custo de transporte pode também ser “oferecido” pelo operador de resíduos, com exceção do encaminhamento das embalagens de papel e cartão. Destaca-se que no decorrer da análise se optou por colocar o valor zero também nos transportes realizados pela própria empresa em análise para não influenciar a interpretação dos resultados. No que diz respeito ao custo de tratamento, para além de não pagar para os encaminhar, o produtor ainda pode receber um pagamento por parte do operador de resíduos.

A empresa em estudo, apenas iniciou a sua atividade na região do Algarve em 2017 (tabela 5.5), assim sendo, só a partir desse ano é que passou a haver custos do encaminhamento de RCD associados.

Tabela 5.5 - Quantidade de RCD (Ton) produzidos por data e por região

Data	Região	RCD (Ton)			
		n	% ano	Soma	% Soma
2016	Norte	433	49,9%	1225,019	55,6%
	Lisboa	435	50,1%	978,708	44,4%
	Algarve	0	0,0%	-	-
2017	Norte	194	13,9%	317,624	13,3%
	Lisboa	1141	81,9%	1969,789	82,5%
	Algarve	58	4,2%	99,518	4,2%
2018	Norte	522	32,1%	960,579	34,9%
	Lisboa	668	41,1%	1264,480	46,0%
	Algarve	435	26,8%	525,433	19,1%
2019	Norte	1294	50,1%	2730,614	24,5%
	Lisboa	1125	43,5%	7575,474	68,0%
	Algarve	166	6,4%	834,305	7,5%
2020	Norte	2000	61,8%	2707,474	46,2%
	Lisboa	841	26,0%	2058,664	35,2%
	Algarve	395	12,2%	1090,116	18,6%
2021	Norte	604	40,3%	601,002	22,3%
	Lisboa	514	34,3%	881,370	32,7%
	Algarve	382	25,5%	1216,323	45,1%

(Fonte: Própria)

No ano de 2016, as regiões do Norte e de Lisboa produziram, praticamente, as mesmas percentagens de toneladas de RCD: 55,6% e 44,6% respetivamente. No entanto,

no ano de 2017, a região Norte apresenta uma queda na produção de RCD, tendo apenas produzido 13,9% do total de RCD produzidos nas três regiões de atividade da empresa. De um modo geral, a região Norte é a maior produtora de RCD com cerca de 5047 emissões de e-GAR do total de amostra (n = 11207), seguida da região de Lisboa, 4724 emissões de e-GAR e por fim a região do Algarve com apenas 1436 e-GAR emitidas. A região Norte represente cerca de 45 % de emissões de e-GAR dentro do período em análise.

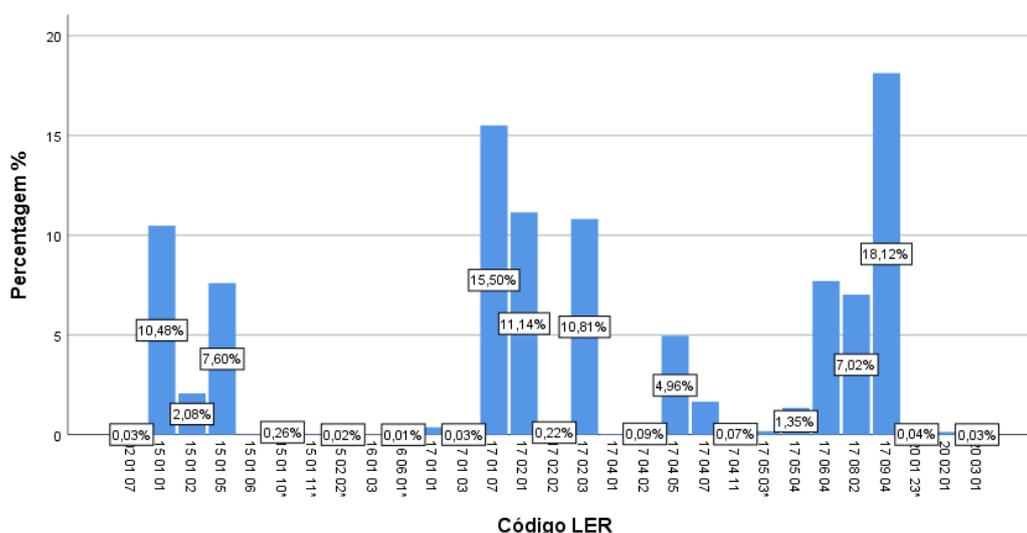
Tabela 5.6 - Análise descritiva das variáveis “Designação Resíduo”, “Código LER”, “Transportador” e “Operador de Resíduos

	Designação Resíduo	Código LER	Transportador	Operador de Resíduos
n	11207	11207	11207	11207
Moda	Mistura de RCD	17 09 04	Ambigroup Resíduos	Ambigroup - Odivelas

(Fonte: Própria)

Quanto às variáveis “Designação Resíduos” e ao “Código LER”, foi possível verificar que o resíduo mais encaminhado foi “Mistura de RCD”, com Código LER 17 09 04, com 2031 e-GAR emitidas (tabela 5.6 e tabela I do apêndice). Para além deste resíduo, existem outros com alguma expressão na frequência de emissão de e-GAR (tabela I do apêndice). Os resíduos designados por “Mistura de betão, tijolo e ladrilho” e Código LER 17 01 07, com 1736 e-GAR emitidas, seguido do resíduo “Madeira” e Código LER 17 02 01, com 1249, o resíduo designado por “Plástico” e Código LER 17 02 03, com 1212 e por fim o resíduo designado “Embalagens papel e cartão” e Código LER 15 01 01, com 1174. Desta análise podemos afirmar que estes são os resíduos mais produzidos e encaminhados, representando aproximadamente 70 % do número de e-GAR emitidas ao longo dos anos de estudo (figura 5.6).

Figura 5.6 - Percentagem de e-GAR emitidas por cada código LER



(Fonte: Própria)

Na variável “transportador”, verifica-se que o maior transportador de resíduos da empresa nos anos em estudo é a empresa: “Ambigroup Resíduos”, com 47,9% dos resíduos transportados (tabela II do apêndice 1). Isto deve-se ao facto desta empresa operar a nível nacional o que faz com que seja a mais utilizadas pelas três regiões para encaminhar os seus RCD. Existem ainda algumas empresas com expressão no transporte dos RCD produzidos, como a Safirabonus, com 33,6% e a Europontal com 8,2%, no entanto estas empresas desenvolvem a sua atividade em apenas uma das regiões do estudo, Norte e Algarve, respetivamente. Para além das empresas transportadoras existe ainda o transporte realizado pela empresa em estudo, ao qual foi dado o nome de “Transporte Próprio”. Este transporte representa 2% dos resíduos encaminhados.

No que diz respeito à variável “Operador de Resíduos” (tabela III do apêndice) constata-se que a empresa com maior expressão como operador de resíduos é a Ambigroup – Odivelas, a operar na região de Lisboa, com 39,4%, seguida da Safirabonus, apenas a operar na região Norte, com 33,9% dos resíduos e por fim a empresa Europontal, a operar apenas na região do Algarve com cerca de 8% dos resíduos totais encaminhados.

A tabela IV, representada no apêndice, relata uma análise do custo transporte, custo tratamento e custo total por cada obra, bem como a percentagem que o custo transporte e o custo tratamento detém sobre o custo total, para cada obra.

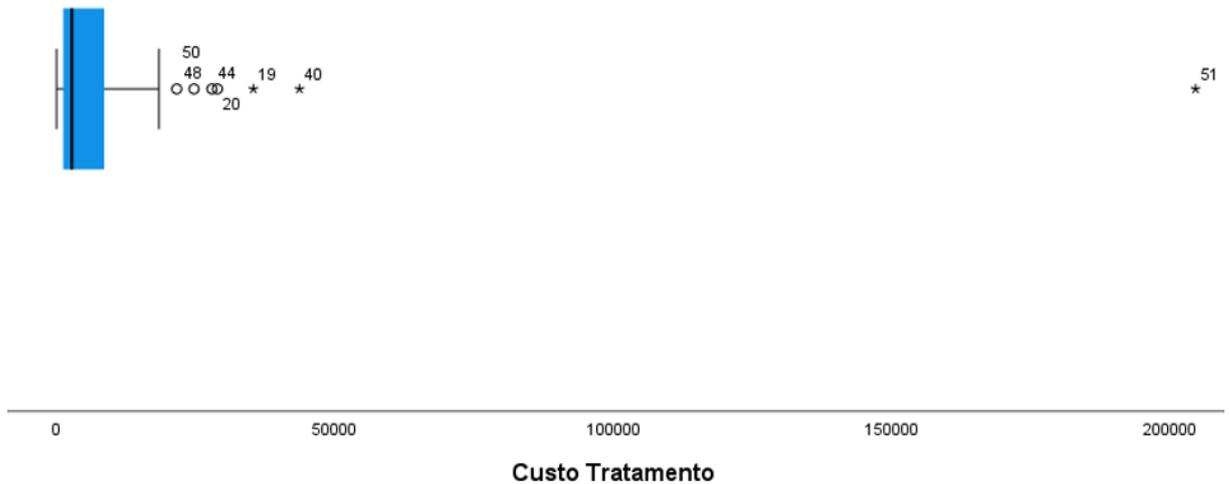
No que respeita ao custo de transporte, as obras 1601 e 1707 apresentaram um custo de 100€ e 210€, enquanto que as obras 1708 e 1619 apresentaram um custo de 24 000€ e 21 400€, representando os menores custos transporte e os maiores de todas as obras, respetivamente. O custo de transporte pode variar consoante o número de e-GAR (frequência), a duração da obra e a região onde a mesma se encontra (tabela VII do apêndice).

No que respeita ao custo de tratamento, as obras 1601 e 1906 apresentaram um custo de 0€ e 210,72€, enquanto que as obras 1901 e 1803 apresentaram um custo de 204 629,24€ e 43 633,76€, apresentando os menores custos tratamento e os maiores, respetivamente. O custo de tratamento pode variar consoante o número de e-GAR (frequência), a região onde a obra se encontra, o tipo de resíduo e os valores de tratamento por tonelada praticados pelos operadores de resíduos, pois não existe um mercado regulado para a gestão de RCD (tabela VII do apêndice).

Quanto ao valor total, as obras 1601 e 1707, com menor custo de transporte, apresentam o menor valor (100€ e 460,50€, respetivamente) e as obras 1901 e 1803, com maior custo de tratamento, apresentam o maior valor (210 129,20€ e 60 143,10€, respetivamente). Os valores menores são influenciados pelo baixo custo transporte e os valores maiores pelo alto custo tratamento (tabela VII do apêndice).

No que concerne ao custo tratamento e custo total, destaca-se a obra 1901 que apresenta o maior custo, cujo valor está muito distante dos valores seguintes (figura 5.7). É de salientar que a percentagem do custo tratamento e custo total dessa obra, perante os valores totais, é de aproximadamente 31% e 21%, respetivamente. A percentagem do custo transporte é de aproximadamente 1.5%, estando dentro dos valores médios praticados.

Figura 5.7 - Custo de Tratamento de RCD por cada obra em estudo



(Fonte: Própria)

Com base nestes resultados, esta obra representa um *outlier* que merece destaque relativamente aos restantes, devido aos custos de tratamento apresentados que derivam na sua maioria da grande escavação efetuada com uma grande percentagem de solos (Código LER 17 05 04) encaminhados para vazadouro autorizado. Por esta evidência, optou-se por analisar os dados a seguir representados com a inclusão e a exclusão da mesma. Como seria de esperar, a obra 1901 também representa uma percentagem de 20,68% (5592,322 Ton) da produção total de resíduos (27036,492 Ton).

A obra 1601, não possui custos de tratamento pois foi somente uma obra de estrutura de betão, não tendo havido encaminhamento de qualquer tipo de resíduo que tivesse custos para a empresa, apresentando apenas os custos de transporte dos resíduos valorizáveis (Ferro e Aço).

De forma geral, as obras estão equilibradas, sendo que umas têm uma percentagem maior de custos de transporte e outras uma percentagem maior de custos de tratamento, devido a fatores como a localização geográfica, a dimensão da obra e a distância para o operador de resíduos.

O custo total da empresa com a gestão de RCD, ascende a 1 020 059,88€ sendo que 36,2% são custos transporte, no valor de 369 142,22€, e 63,8% representa os custos de tratamento, no valor de 650 917,66€ (tabela 5.7 e tabela IV do apêndice).

Nesta análise, destaca-se a região de Lisboa, que apresenta a percentagem de custos de tratamento mais elevada pois incorpora o valor elevado da obra 1901, com um valor de 394 925,60€.

Tabela 5.7 - Análise do custo de transporte e do custo de tratamento por região e percentagem de cada região no custo total

Região	Custo Transporte	%	Custo Tratamento	%	Custo Total
Norte	132402,6	38,6 %	210755,4	61,4 %	343158,0
%	35,9%	-	32,4%	-	33,6%
Lisboa	159885,6	28,8 %	394925,6	71,2 %	554811,2
%	43,3%	-	60,7%	-	54,4%
Algarve	76854,0	62,9 %	45236,7	37,1 %	122090,7
%	20,8%	-	6,9%	-	12,0%
Total	369142,22	36,2 %	650917,66	63,8 %	1020059,88

(Fonte: Própria)

A região do Algarve apresenta uma percentagem de custos de transporte mais elevada comparativamente às outras regiões, que pode ser explicada pela maior distância das obras à localização do operador de resíduos.

Em termos de gasto com o transporte e o tratamento dos RCD, a região de Lisboa é a que apresenta os valores mais elevados (54,4%) com uma despesa de 554 811,20€ e a região do Algarve apresenta os valores mais baixos com 122 090,70€ de gasto total da região.

De acordo com os resultados do teste de Kruskal-Wallis (tabela V apêndice), não há evidência estatística para a existência de diferenças entre as regiões, no que diz respeito ao custo de transporte ($p=0,133$) e ao custo de tratamento ($p=0,240$).

A região do Norte apresenta um número mais elevado de obras e de nº de e-GAR (figura 5.2 e figura 5.5), no entanto a região de Lisboa representa mais de 50% da despesa total da empresa com a gestão de RCD.

Em contrapartida, retirando a obra 1901, a região Norte e a região de Lisboa tornam-se equiparadas no que concerne aos valores de custos totais da gestão de RCD, com aproximadamente 345 mil euros (tabela 5.8).

Tabela 5.8 - Análise do custo de transporte e do custo de tratamento por região e percentagem de cada região no custo total (com exclusão de obra 1901)

Região	Custo Transporte	%	Custo Tratamento	%	Custo Total
Norte	132402,6	38,6%	210755,4	61,4%	343158,0
%	36,4%		47,2%		42,4%
Lisboa	154385,6	44,8%	190296,3	55,2%	344681,9
%	42,5%		42,6%		42,6%
Algarve	76854,0	62,9%	45236,7	37,1%	122090,7
%	21,1%		10,1%		15,1%
Total	363642,22	44,9%	446288,42	55,1%	809930,64

(Fonte: Própria)

Com a supressão da obra 1901 (que possui um custo de tratamento dos solos escavados aproximadamente igual a 170 000€), a região de Lisboa encontra-se equiparada à região Norte em termos percentuais de custo transporte e custo tratamento, na totalidade do custo total por região.

Tabela 5.9 - Análise do custo de transporte por região em cada ano do estudo

		Região						Total
		Norte	%	Lisboa	%	Algarve	%	
2016	Custo	13375	51,2 %	12730	48,8 %	0	0,0 %	26105
	%	10,1%	-	8,0%	-	0,0%	-	7,1%
2017	Custo	3725	10,8 %	28209,17	82,1 %	2435	7,1 %	34369,17
	%	2,8%	-	17,6%	-	3,2%	-	9,3%
2018	Custo	13290	24,5 %	17765	32,7 %	23205	42,8 %	54260
	%	10,0%	-	11,1%	-	30,2%	-	14,7%
2019	Custo	36987,5	43,2 %	37230	43,5 %	11359	13,3 %	85576,5
	%	27,9%	-	23,3%	-	14,8%	-	23,2%
2020	Custo	48680,12	46,0 %	34970	33,1 %	22130	20,9 %	105780,12
	%	36,8%	-	21,9%	-	28,8%	-	28,7%
2021	Custo	16345	25,9 %	28981,43	46,0 %	17725	28,1 %	63051,43
	%	12,3%	-	18,1%	-	23,1%	-	17,1%
Total		132402,6	35,9 %	159885,6	43,3 %	76854	20,8 %	369142,22

(Fonte: Própria)

Acrescentando a informação relativa aos anos na análise, constata-se que os custos de transporte aumentam ao longo dos anos na generalidade dos casos (tabela 5.9), refletindo o aumento do número de emissão de e-GAR, mais concretamente no número

de amostras para cada ano (figura 5.3), consequência do aumento de obras da empresa. Os resultados dos testes de Kruskal-Wallis (tabela VIII apêndice) mostram que existe evidência estatística para considerar que há diferenças ao longo dos anos, em cada região. Em 2021 o valor decresce, mas não contempla todo o universo da empresa, pois, segundo a metodologia, foram excluídas as obras que não tiveram o seu término no período em análise, portanto não estão incluídas algumas obras que decorreram durante o ano de 2021. O ano de 2020 obteve o maior valor de custos de transporte com 105 780,12€ e o ano de 2016 obteve o menor valor com 26 105€.

O maior valor da região Norte foi de 48 680,12€ no ano de 2020, da região Lisboa foi de 37 230€ em 2019 e na região Algarve foi de 23 205€ em 2018, enquanto o menor valor em todas as regiões foi praticado em 2016 com 13 375€ no Norte, 12 730€ em Lisboa e 0€ no Algarve.

A região Norte tem um aumento significativo ao longo dos anos, exceto em 2017, sendo um ano com uma redução do número de e-GAR emitidas e do número de obras nessa região (tabela 5.5). A região de Lisboa também tem um ano que não acompanha o crescimento nos custos de transporte (2018) mas também teve um decréscimo no número de e-GAR emitidas nesse ano. A região do Algarve é a mais recente a nível de atuação da empresa, só tendo iniciando a construção em 2017 (ano da criação da delegação no Algarve), revelando aumentos significativos ao nível dos custos de transporte, e tendo uma grande preponderância nos custos de transporte no ano de 2018.

Os custos de transporte aumentam ao longo dos anos, devido aos fatores descritos acima, mas a proporção de subida (tabela 5.9) é superior à proporção de subida da emissão de e-GAR (figura 5.3), juntando o aumento da utilização de transporte próprio nos anos mais recentes (tabela II do apêndice), é possível sugerir que os custos unitários de transporte aumentaram ao longo dos anos, refletindo o aumento dos preços dos combustíveis.

Os valores do custo de tratamento também tendem a ter um peso maior nos anos mais recentes (tabela 5.10). Também neste caso, os resultados dos testes de Kruskal-Wallis (tabela VIII apêndice) revelam que existe evidência estatística para se considerar que há diferenças ao longo dos anos em estudo, em cada região. A semelhança do custo

de transporte, o aumento do número de emissão de e-GAR também pode ser comparado (figura 5.3), mais concretamente no número de amostras para cada ano.

A região de Lisboa possui a maior percentagem de custo de tratamento com 60,7% do valor total, ascendendo a 394 925,60€ (tabela 5.10). Estes valores são o reflexo do ano 2019, onde a região de Lisboa atinge valores de 238 792,80€, correspondendo a 75,1% do valor total desse ano. Esta discrepância é destacada pela obra 1901, que é responsável por um custo de 172 mil euros, somente para o tratamento/encaminhamento de solos provenientes da escavação, enviesando a análise dos custos de tratamento, pois trata-se de um resíduo que costuma ter pouca expressão nas obras em análise, ao contrário da obra 1901.

Tabela 5.10 - Análise do custo do tratamento por região em cada ano do estudo

		Região						Total
		Norte	%	Lisboa	%	Algarve	%	
2016	Custo	16178,07	60,1 %	10744,0 7	39,9 %	0	0,0 %	26922,14
	%	7,7%	-	2,7%	-	0,0%	-	4,1%
2017	Custo	3772,02	12,1 %	26596,8	85,2 %	831,86	2,7 %	31200,68
	%	1,8%	-	6,7%	-	1,8%	-	4,8%
2018	Custo	13203,21	36,1 %	13477,4 7	36,8 %	9943,45	27,1 %	36624,13
	%	6,3%	-	3,4%	-	22,0%	-	5,6%
2019	Custo	70882,97	22,3 %	238792, 8	75,1 %	8216,24	2,6 %	317892
	%	33,6%	-	60,5%	-	18,2%	-	48,8%
2020	Custo	80299,52	47,8 %	73517,7 5	43,7 %	14280,5 7	8,5 %	168097,8 4
	%	38,1%	-	18,6%	-	31,6%	-	25,8%
2021	Custo	26419,62	37,6 %	31796,6 7	45,3 %	11964,5 8	17,0 %	70180,87
	%	12,5%	-	8,1%	-	26,4%	-	10,8%
Total		210755,4	32,4 %	394925, 6	60,7 %	45236,7	6,9 %	650917,6 6

(Fonte: Própria)

A comparação por região será efetuada tendo por base a tabela 5.11, onde foram retirados todos os valores pertencentes à obra 1901.

A região Norte tem uma maior preponderância nos anos de 2016, 2019 e 2020, sendo que a região de Lisboa revela valores mais altos nos anos de 2017 e 2021. No ano

de 2018 assistimos a uma similaridade entre a região Norte e Lisboa, pois é o ano em que a região do Algarve apresenta a maior percentagem de custos de tratamento comparativamente com todos os anos em análise (tabela 5.11).

A região do Algarve revela uma expansão gradual entre 2018 e 2021.

Tabela 5.11 - Análise do custo de tratamento por região em cada ano do estudo (com exclusão da obra 1901)

		Região						Total
		Norte	%	Lisboa	%	Algarve	%	
2016	Custo	16178,07	60,1 %	10744,07	39,9 %	0	0,0 %	26922,14
	%	7,7%	-	5,6%	-	0,0%	-	6,0%
2017	Custo	3772,02	12,1 %	26596,8	85,2 %	831,86	2,7 %	31200,68
	%	1,8%	-	14,0%	-	1,8%	-	7,0%
2018	Custo	13203,21	36,1 %	13477,47	36,8 %	9943,45	27,1 %	36624,13
	%	6,3%	-	7,1%	-	22,0%	-	8,2%
2019	Custo	70882,97	58,3 %	42471,43	34,9 %	8216,24	6,8 %	121570,6 4
	%	33,6%	-	22,3%	-	18,2%	-	27,2%
2020	Custo	80299,52	50,3 %	65209,87	40,8 %	14280,5 7	8,9 %	159789,9 6
	%	38,1%	-	34,3%	-	31,6%	-	35,8%
2021	Custo	26419,62	37,6 %	31796,67	45,3 %	11964,5 8	17,0 %	70180,87
	%	12,5%	-	16,7%	-	26,4%	-	15,7%
Total		210755,4 1	47,2 %	190296,3 1	42,6 %	45236,7	10,1 %	446288,4 2

(Fonte: Própria)

Na comparação dos valores totais por cada região (tabela 5.11), observa-se que a região Norte detém 47,2%, com o valor de 210 755,41€, seguida da região de Lisboa que reflete 42,6% com o valor de 190 296,31€ e por último a região do Algarve com 10,1% e 45 236,70€ comparativamente com o valor total.

Ao realizar essa comparação por cada ano em análise (tabela 5.11), verifica-se que existe um aumento gradual ao longo do período em estudo, em concordância com a figura 5.3.

É relevante comparar a tabela 3.8 da revisão de literatura, que reflete uma duplicação dos preços cobrados, por tonelada, nas instalações de receção de resíduos em

Hong Kong depois de 2017, tabela 5.11, que reflete, por sua vez, os preços despendidos para o tratamento de resíduos ao longo dos anos. O intervalo que mais manifesta uma comparação com a revisão de literatura, que corrobora o aumento da inflação e dos custos de mão de obra, é entre 2018 e 2019 pois houve um aumento dos custos em aproximadamente 330 %, de 36 624,13€ para 121 570,64€, que por sua vez não pode ser só explicado pelo aumento de aproximadamente 60% e 10%, na emissão de e-GAR neste intervalo (figura 5.3) e no aumento da percentagem de resíduos de mistura (usualmente o tipo de resíduo com o valor de tratamento por tonelada mais elevado), respetivamente.

Relativamente aos custos totais (tabela 5.12), os anos de 2019 e 2020 são responsáveis por 66.4% do custo total da gestão de RCD, e a região de Lisboa contabiliza mais de 50% dos custos totais. No ano de 2018, existe uma equidade entre as regiões em estudo com valores que variam entre 29,2% e 36,5%, que não existe nos outros anos em análise.

Tabela 5.12 - Percentagem do custo total por região em cada ano do estudo

		Região						Total
		Norte	%	Lisboa	%	Algarve	%	
2016	Custo	29553,0 7	55,7 %	23474,0 7	44,3 %	0	0,0 %	53027,14
	%	8,6%	-	4,2%	-	0,0%	-	5,2%
2017	Custo	7497,02	11,4 %	54805,9 6	83,6 %	3266,86	5,0 %	65569,84
	%	2,2%	-	9,9%	-	2,7%	-	6,4%
2018	Custo	26493,2 1	29,2 %	31242,4 7	34,4 %	33148,4 5	36,5 %	90884,13
	%	7,7%	-	5,6%	-	27,2%	-	8,9%
2019	Custo	107870, 5	26,7 %	276022, 8	68,4 %	19575,2 4	4,9 %	403468,5
	%	31,4%	-	49,8%	-	16,0%	-	39,6%
2020	Custo	128979, 6	47,1 %	108487, 8	39,6 %	36410,5 7	13,3 %	273877,97
	%	37,6%	-	19,6%	-	29,8%	-	26,8%
2021	Custo	42764,6 2	32,1 %	60778,1	45,6 %	29689,5 8	22,3 %	133232,3
	%	12,5%	-	11,0%	-	24,3%	-	13,1%
Total		343158	33,6 %	554811, 2	54,4 %	122090, 7	12,0 %	1020059,8 8

(Fonte: Própria)

Quando se efetua a eliminação da obra 1901, verifica-se uma grande alteração nos valores entre os diversos anos e as regiões (tabela 5.13), no entanto os anos de 2019 e

2020 continuam a ser responsáveis por mais de 50% (57,7%) do custo total da gestão de RCD. A região de Lisboa deixa de representar mais de 50% dos custos totais, dividindo essa vertente com a região do Norte pois ambos ficam com valores bastante próximos (42,4% e 42,6%). A região do Algarve continua a ser a que menos expressão tem ao longo dos anos, excluindo o ano de 2018 onde tem a maior percentagem com 36,5%.

Tabela 5.13 - Percentagem do custo total por região em cada ano do estudo (com exclusão da obra 1901)

		Região						Total
		Norte	%	Lisboa	%	Algarve	%	
2016	Custo	29553,07	55,7 %	23474,07	44,3 %	0	0,0 %	53027,14
	%	8,6%	-	6,8%	-	0,0%	-	6,5%
2017	Custo	7497,02	11,4 %	54805,96	83,6 %	3266,86	5,0 %	65569,84
	%	2,2%	-	15,9%	-	2,7%	-	8,1%
2018	Custo	26493,21	29,2 %	31242,47	34,4 %	33148,4 5	36,5 %	90884,13
	%	7,7%	-	9,1%	-	27,2%	-	11,2%
2019	Custo	107870,4 7	52,5 %	77896,45	37,9 %	19575,2 4	9,5 %	205342,1 6
	%	31,4%	-	22,6%	-	16,0%	-	25,4%
2020	Custo	128979,6 3	49,3 %	96484,87	36,8 %	36410,5 7	13,9 %	261875,0 7
	%	37,6%	-	28,0%	-	29,8%	-	32,3%
2021	Custo	42764,62	32,1 %	60778,1	45,6 %	29689,5 8	22,3 %	133232,3
	%	12,5%	-	17,6%	-	24,3%	-	16,4%
Total		343158,0 2	42,4 %	344681,9 2	42,6 %	122090, 7	15,1 %	809930,6 4

(Fonte: Própria)

A percentagem de resíduos de mistura de uma obra, poderá ser um indicador importante relativamente aos custos inerentes a cada obra, mais especificamente no custo de tratamento.

Nas tabelas 5.14, 5.15 e 5.16, podemos encontrar os valores referentes à produção total de resíduos no período compreendido entre 2016 e 2021, por cada estaleiro de obra, assim como a percentagem de resíduos de mistura encaminhados, segundo dados da empresa em análise. É possível observar que a grande maioria dos estaleiros de obras apresenta valores de mistura de resíduos elevados e algumas obras não apresentam valores de mistura de resíduos.

Segundo os objetivos propostos, é possível verificar que existe uma margem elevada para diminuir a percentagem de resíduos sendo necessário verificar se tal poderá trazer benefícios económicos para a organização.

Para uma melhor interpretação, de acordo com o observado anteriormente relativamente aos custos que a empresa teve com a gestão de resíduos e os diferentes valores praticados em cada região, decidiu-se ordenar as obras por percentagem de resíduos de mistura e por região para verificar o aumento do preço/Ton do custo de tratamento (custo que maior relevo tem nos custos totais).

O custo de transporte é igual para qualquer tipo de resíduo, exceto o Ferro e Aço (LER 17 04 05) pois é um resíduo valorizável que dá retorno à empresa, e na maior parte dos casos o operador de resíduos oferece o transporte.

Tabela 5.14 - Produção Total de RCD (Ton) e percentagem de mistura de RCD por Obra e Preço por Tonelada de RCD (Euros) por custo de Tratamento – Região de Norte

Obra	Frequência	Total RCD (Ton)	Mistura RCD (Ton)	%	Valor/Ton/Custo de Tratamento
1806	21	25,54	25,54	100,0%	48,72
1911	7	33,32	33,32	100,0%	194,30
2001	14	46,72	42,1	90,1%	60,88
1905	307	372,77	256,61	68,8%	42,57
1807	480	574,590	386,04	67,2%	48,55
1902	40	31,768	21,28	67,0%	49,22
1615	21	30,188	16,06	53,2%	28,29
1909	55	71,452	29,634	41,5%	44,32
1904	68	98,58	40,84	41,4%	47,47
1801	104	385,808	150,87	39,1%	13,97
1813	549	538,96	184,74	34,3%	45,80
1802	131	65,03	20,23	31,1%	20,23
1602	51	149,468	35,812	24,0%	11,14
1604	28	32,46	6,98	21,5%	17,46
1903	476	306,012	63,85	20,9%	38,02
1808	132	139,17	27,94	20,1%	23,99
1914	142	244,302	47,704	19,5%	32,14
1705	122	215,074	38,3	17,8%	15,49
1613	60	107,793	16,744	15,5%	11,18
1611	75	210,96	31,78	15,1%	19,97
1612	94	102,28	15,38	15,0%	14,89
1703	22	43,05	6,102	14,2%	15,13
1605	40	48,64	6,64	13,7%	16,08
1704	37	76,21	7,601	10,0%	10,27
1803	852	2499,34	247,89	9,9%	17,46
1614	61	358,32	27,68	7,7%	12,56

2102	236	302,06	21,68	7,2%	38,67
1804	405	591,241	20,28	3,4%	14,08
1618	40	151,97	4,1	2,7%	6,15
1715	221	408,695	7,06	1,7%	10,95
1606	61	102,354	0,916	0,9%	7,66
1607	52	130,54	0,2	0,2%	12,67
1912	43	48,647	0	0,0%	25,49
Total	5047	8543,3119	1841,903	21,6%	24,67
Legenda	> 25%	≥ 15% < 25%	< 15%		

(Fonte: Própria)

Comparando as obras da região do Norte (tabela 5.14), verifica-se que uma maior percentagem de resíduos de mistura revela um valor do custo por tonelada maior, quando refletimos só o valor do custo de tratamento. Esta situação também é verificada na região de Lisboa (tabela 5.15) e na região do Algarve (tabela 5.16).

As obras 1911 e 1618 representam os extremos da região Norte e refletem a diferença de preço por tonelada no custo de tratamento sendo que uma tem 100% de mistura (194,30 euros por Ton) e a outra tem 2,7 % de mistura (6,15 euros por Ton).

Regra geral, o custo por tonelada do tratamento acompanha a evolução da taxa de mistura de resíduos de forma positiva ou negativa, evidenciando que quanto maior a percentagem de resíduos de mistura, maior é o custo que a empresa irá ter de suportar pela gestão dos RCD.

As obras 2102, 1903, 1602 e 1802 são a exceção encontrada na região do Norte. Nestas obras, a percentagem de resíduos de mistura, quando comparada com o preço por tonelada do custo de tratamento, não segue a mesma evidência demonstrada nas restantes obras e diferem, para valores superiores e inferiores da percentagem de resíduos de mistura média para a região, assim como do valor do custo de tratamento. Estas obras têm pouca representação ao nível das toneladas de resíduos produzidos, no entanto uma possível explicação poderá ser a elevada ou reduzida percentagem de resíduos inertes em peso e valor, ou seja, os resíduos inertes apresentam valores de tratamento por tonelada relativamente baixos, mas são os que representam o maior peso por metro cúbico.

Tabela 5.15 - Produção Total de RCD (Ton) e percentagem de mistura de RCD por Obra e Preço por Tonelada de RCD (Euros) por custo de Tratamento – Região de Lisboa

Obra	Frequência	Total RCD (Ton)	Mistura RCD (Ton)	%	Valor/Ton/Custo de Tratamento
2003	121	141,271	73,395	52,0%	60,47
1811	260	752,855	348,03	46,2%	28,67
1603	28	61,84	24,86	40,2%	21,36
1805	210	665,029	224,88	33,8%	23,43
1706	525	848,108	238,578	28,1%	18,47
2004	321	614,428	164,132	26,7%	29,95
1713	179	145,897	34,467	23,6%	16,94
1810	389	774,523	181,438	23,4%	22,93
1619	558	1410,103	275,969	19,6%	25,06
1702	81	47,032	8,846	18,8%	16,44
1617	106	52,928	8,772	16,6%	23,03
1620	496	1343,864	214,319	15,9%	21,50
1711	86	25,1533	3,6403	14,5%	16,03
1714	55	131,2	14,48	11,0%	12,10
1608	175	254,3374	23,09	9,1%	10,52
1610	121	474,734	41,468	8,7%	10,73
1716	79	79,923	5,452	6,8%	10,48
1609	154	462,555	24,907	5,4%	11,53
1701	19	22,582	0,96	4,3%	10,63
1712	232	316,285	11,504	3,6%	8,59
1616	225	499,0428	4,754	1,0%	7,73
1601	9	11,476	0	0,0%	0,000
Total	4429	9135,1665	1927,94	21,1%	20,83
Legenda	> 25%	≥ 15% < 25%	< 15%		

(Fonte: Própria)

As obras 2003 e 1616, representam os extremos da região de Lisboa (tabela 5.15) e refletem a diferença de preço por tonelada no custo de tratamento sendo que uma tem 52% de resíduos de mistura (60,74 euros por tonelada) e a outra tem 1% de resíduos de mistura (7,73 euros por tonelada).

O valor máximo por tonelada do custo de tratamento na região de Lisboa é substancialmente menor do que na região Norte.

Tabela 5.16 - Produção Total de RCD (Ton) e percentagem de mistura de RCD por Obra e Preço por Tonelada de RCD (Euros) por custo de Tratamento – Região do Algarve

Obra	Frequência	Total RCD	Mistura RCD	%	Valor/Ton/Custo de Tratamento
1710	12	36,68	25,26	68,9%	25,12
1717	17	58,58	33,68	57,5%	21,50
1910	168	474,074	227,196	47,9%	12,97
1708	448	548,493	204,273	37,2%	18,05
1707	3	17,1	6,14	35,9%	14,65
1812	280	983,408	332,896	33,9%	11,20
1906	12	8,663	2,569	29,7%	24,32
1709	42	59,358	11,36	19,1%	10,56
1913	257	866,6393	130,42	15,0%	10,99
2002	64	185,1	18,1	9,8%	9,23
2101	102	280,58	3,76	1,3%	5,28
1809	24	223,86	1,08	0,5%	9,32
1907	7	23,16	0	0,0%	4,80
Total	1436	3765,6953	996,734	26,5%	12,01
Legenda	> 25%	≥ 15% < 25%	< 15%		

(Fonte: Própria)

As obras 1710 e 1907, representam os extremos da região do Algarve (tabela 5.16) e refletem a diferença de preço por tonelada no custo de tratamento sendo que uma tem 68.9% de mistura de RCD (25,12€ por Ton) e a outra tem 0 % de mistura (4,80€ por Ton).

A região do Algarve (tabela 5.16) é a que apresenta o valor mais baixo do custo de tratamento por tonelada, apesar de possuir a maior percentagem de resíduos de mistura.

A empresa em estudo, apresenta um valor de 22,23% de resíduos de mistura na totalidade dos dados observados (tabela 5.17).

Em termos de regiões, a região do Algarve representa a maior percentagem de mistura de RCD mesmo não apresentando valores em 2016. Em 2018 e 2020 apresenta resultados muito discrepantes em relação às outras regiões, valores de 39,4% e 45,6%, respetivamente. Estes valores foram o máximo de todas as regiões e de todos os anos em análise, contribuindo negativamente para os valores de mistura de RCD da empresa.

Mesmo depois de se ter retirado a obra 1901, no ano de 2019, a qual tinha um valor muito baixo de percentagem de mistura de RCD, a região de Lisboa continua a apresentar valores mais baixos de resíduos de mistura em relação à região Norte, mas apresenta valores maiores que a região do Algarve.

A região Norte apresenta o valor máximo no ano de 2021 com 30,9% (tabela 5.17), a região de Lisboa com 39,1% no ano de 2020 (tabela 5.17) e a região do Algarve no ano de 2020 com 45,6%.

Tabela 5.17 - Produção total (Ton) e percentagem mistura RCD por ano e por região

Região	2016			2017			2018		
	Total	Mistura RCD	%	Total	Mistura RCD	%	Total	Mistura RCD	%
Norte	1225,019	132,836	10,8	317,624	37,057	11,7	960,579	130,406	13,6
%	55,6%	67,0%	-	13,3%	10,5%	-	34,9%	31,8%	-
Lisboa	978,708	65,449	6,7	1969,788	301,444	15,3	1264,48	72,425	5,7
%	44,4%	33,0%	-	82,5%	85,4%	-	46,0%	17,7%	-
Algarve	0	0	-	99,518	14,6	14,7	525,433	207,173	39,4
%	0,0%	0,0%	-	4,2%	4,1%	-	19,1%	50,5%	--
Total	2203,727	198,285	9,0	2386,93	353,101	14,8	2750,492	410,004	14,9

(Fonte: Própria)

Tabela 5.17 – Produção total (Ton) e percentagem mistura RCD por ano e por região

Região	2019			2020		
	Total	Mistura RCD	%	Total	Mistura RCD	%
Norte	2730,614	642,876	23,5%	2707,474	712,552	26,3%
%	46,6%	49,3%	-	48,8%	37,6%	-
Lisboa	2291,793	527,767	23,0%	1749,028	684,733	39,1%
%	39,1%	40,5%	-	31,5%	36,1%	-
Algarve	834,305	132,22	15,8%	1090,116	497,461	45,6%
%	14,2%	10,1%	-	19,7%	26,3%	-
Total	5856,712	1302,863	22,2%	5546,618	1894,746	34,2%

(Fonte: Própria)

Tabela 5.17 – Produção total (Ton) e percentagem mistura RCD por ano e por região

Região	2021			Total		
	Total	Mistura RCD	%	Total	Mistura RCD	%
Norte	602,002	186,176	30,9%	8543,312	1841,903	21,6%
%	22,3%	30,6%	-	39,8%	38,6%	-
Lisboa	881,37	276,126	31,3%	9135,167	1927,944	21,1%
%	32,6%	45,4%	-	42,6%	40,4%	-
Algarve	1216,323	145,28	11,9%	3765,695	996,734	26,5%
%	45,1%	23,9%	-	17,6%	20,9%	-
Total	2699,695	607,582	22,5%	21444,17	4766,581	22,23%

(Fonte: Própria)

O aumento da produção de RCD, em número de e-GAR (figura 5.3) e em toneladas (tabela 5.17) ao longo do período em análise, evidencia uma correspondência

entre o número de edifícios licenciados (figura 3.1) e a produção de RCD em Portugal (figura 3.2 e tabela 3.2). Deste modo, os resultados corroboram que o crescimento económico em Portugal tem aumentado nos últimos anos, refletindo-se na construção civil e consequentemente na produção mais elevada de RCD.

O aumento ou diminuição da produção de resíduos ao longo dos anos por região, não é um fator que possa interferir com o aumento ou diminuição da percentagem de mistura de RCD, respetivamente (tabela 5.17).

Na tabela 5.18, é possível constatar os valores que a empresa pagou por tonelada do custo de tratamento no decorrer dos anos por cada região. Verifica-se que os valores alteram de acordo com a alteração de percentagem de mistura de RCD (tabela 5.17).

Para Spisaková (2021), uma boa aplicação da gestão de RCD pode originar uma redução acentuada dos custos de tratamento até aproximadamente 70% (tabela 3.6 e 3.7). A deposição de todos os RCD em aterro (tabela 3.7) origina uma despesa bastante maior que utilizar métodos de reutilização e reciclagem, apostando na valorização dos RCD (tabela 3.6). Todos os resíduos classificados como mistura de RCD (LER 17 09 04) são normalmente enviados para aterro originando uma subida dos valores praticados (tabela 5.17 e 5.18), conforme verificado na revisão de literatura.

Tabela 5.18 – Preço por tonelada de RCD (euros) pelo Custo Tratamento, por ano e por região

Região	Ano						Total
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Norte	13,21	11,88	13,75	25,96	29,66	43,89	24,67
Lisboa	10,98	13,50	10,66	18,53	37,28	36,08	20,83
Algarve	0,00	8,36	18,92	9,85	13,10	9,84	12,01
Total	12,22	13,07	13,32	20,76	28,81	26,00	20,81

(Fonte: Própria)

É possível observar, que um aumento da Mistura de RCD origina um preço/tonelada maior e vice-versa (tabela 5.18). Esta situação pode revelar que uma correta gestão de RCD, com uma melhoria na triagem de resíduos, poderá afetar os custos associados levando a uma diminuição dessa parcela, otimizando o processo de gestão de RCD ao mesmo tempo que existe uma otimização dos custos associados.

De acordo com a tabela 3.1, as obras em análise foram agrupadas segundo o critério de valor de obra (em euros) de forma a criar uma divisão/agrupamento mais ou menos homogêneo. De acordo com esse pressuposto, dividiram-se as obras em 5 grupos o mais equitativos possível (tabela 5.19) com o objetivo de comparar o valor médio das obras com os custos médios da gestão de RCD e a percentagem média de mistura de RCD.

É possível verificar que no intervalo de valores até 2 656 000€, existe uma discordância nos custos médios e na percentagem de mistura de RCD. Mais uma vez iremos compara a tabela 5.19 com a tabela 5.20 onde será eliminada a obra 1901, considerada um outsider anteriormente.

Tabela 5.19 – Valor médio das obras, custos médios associados e percentagem média mistura RCD

Intervalo de valor de obra (Euros)*	n	Valor Médio das obras	Custo Médio Tratamento	Custo Médio Total	% Média de Mistura RCD
Até 1328000	13	823721,85	926,76	2201,37	14,97%
Até 2656000	16	1970130,86	15129,49	18123,05	6,00%
Até 5312000	18	3606692,83	3728,64	8067,28	24,51%
Até 10624000	8	8086989,07	9813,93	17874,95	24,57%
Acima de 10624001	14	15122145,43	17940,78	29518,75	23,01%
Total	69	5558795,613	9433,59	14783,48	17,76%

* de acordo com os valores da legislação

(Fonte: Própria)

Os valores dos custos médios de tratamento e total aumentam à medida que o valor médio das obras aumenta (tabela 5.20). Estes dados confirmam novamente que a obra 1901 é um *outlier* neste estudo de caso.

Tabela 5.20 - Valor médio das obras, custos médios associados e percentagem média de mistura de RCD (com exclusão da obra 1901)

Intervalo de valor de obra (Euros)*	n	Valor Médio das obras	Custo Médio Tratamento	Custo Médio Total	% Média de Mistura RCD
Até 1328000	13	823721,85	926,76	2201,37	14,97%
Até 2656000	15	1982806,25	2496,18	5322,64	15,99%
Até 5312000	18	3606692,83	3728,64	8067,28	24,51%
Até 10624000	8	8086989,07	9813,9	17874,95	24,57%
Acima de 10624001	14	15122145,43	17940,78	29518,75	23,01%
Total	68	5614366,137	6563,06588	11910,7456	22,23%

* de acordo com os valores da legislação

(Fonte: Própria)

A percentagem média de mistura de RCD é constante nos dois primeiros intervalos (+/- 15 %) e nos últimos três intervalos (+/- 24 %). Verifica-se que para obras até 2.5 Milhões de Euros, existe um valor de percentagem de mistura de RCD e que em obras com valores superiores existe um aumento de quase 10% na percentagem de mistura de RCD.

Com base nestes resultados, a empresa tem margem para otimização do processo de gestão de RCD e deve direccionar o foco principal para as obras com maior valor monetário. A empresa tem implementadas algumas das boas práticas referidas na revisão de literatura. No entanto, ainda existem várias barreiras, também referenciadas na literatura, que originam uma falha na gestão de RCD, especialmente nas obras de maior valor e dimensão. As principais barreiras encontradas na empresa em estudo são a mão-de-obra pouco qualificada e sensibilizada para a problemática dos RCD, a inexistência de um local adequado para uma eficiente triagem nos estaleiros de obra e, por último, a priorização dos lucros económicos em vez das questões ambientais.

Relativamente à composição dos diversos tipos de resíduos, em 2019 a quantidade de resíduos de solos (código LER 17 05 04) provenientes da obra 1901, diminuíram a percentagem de Mistura de RCD na região de Lisboa e conseqüentemente em toda a Empresa. Os resíduos da obra 1901, representam aproximadamente 21% (5592.322 Ton) da totalidade dos resíduos produzidos pela empresa entre 2016 e 2021 (27036,17 Ton). Os resíduos de solos representam aproximadamente 92% dos resíduos totais produzidos pela obra 1901. Perante o acima descrito, a comparação dos diversos tipos de resíduos foi realizada para uma amostra de 68 obras, eliminando a obra 1901 (tabela 5.21).

Tabela 5.21 - Composição dos resíduos por cada ano em estudo (com exclusão da obra 1901)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
	Ton						
17 01 07 - Mistura de Inertes	1772,716	1690,05	1768,989	3558,849	2598,93	1509,538	12899,07
17 02 01 – Madeira	51,036	125,208	203,5	223,324	283,677	130,68	1017,425
17 04 05 – Metal	80,942	61,618	123,75	161,341	104,337	52,606	584,594
15 01 01 – Papel	24,074	25,175	24,8104	22,442	54,043	34,914	185,459
15 01 02 – Plástico	0,8	0,492	3,764	3,513	4,038	16,498	29,105
15 01 05 – Emb. Comp.	10,791	15,895	32,085	46,599	74,833	37,437	217,64
Outros	65,083	115,389	183,589	537,780	414,727	293,466	1610,034
17 05 04 – Solos	0	0	0	0	122,28	11,98	134,26
17 09 04 - Mistura de RCD	198,285	353,101	410,0043	1302,863	1889,743	612,582	4766,578
Total	2203,727	2386,928	2750,492	5856,711	5546,606	2699,701	21444,17

(Fonte: Própria)

Apurou-se que o tipo de resíduo mais produzido pela empresa ao longo dos anos do estudo foi o “17 01 07 - Mistura de Inertes”, que corresponde a 12.899 Ton, seguido do “17 09 04 - Mistura de RCD” com 4.766 Ton. Em termos de percentagem (tabela 5.22), estes valores significam 60,2% e 22,2% do peso total de resíduos produzidos ao longo dos anos, respetivamente. Podemos ainda afirmar que no decorrer dos anos a percentagem de “17 01 07 - Mistura de Inertes” produzidos diminui, pois, a percentagem de 17 09 04 - Mistura de RCD aumenta. Regra geral, os resíduos Mistura de Inertes variam entre 46% e 80% consoante maior ou menor produção de resíduos de Mistura de RCD.

Tabela 5.22 - Composição dos resíduos por cada ano em estudo em percentagem (com exclusão da obra 1901)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
	%	%	%	%	%	%	%
17 01 07 - Mistura de Inertes	80,4%	70,8%	64,3%	60,8%	46,9%	55,9%	60,2%
17 02 01 - Madeira	2,3%	5,2%	7,4%	3,8%	5,1%	4,8%	4,7%
17 04 05 - Metal	3,7%	2,6%	4,5%	2,8%	1,9%	1,9%	2,7%
15 01 01 - Papel	1,1%	1,1%	0,9%	0,4%	1,0%	1,3%	0,9%
15 01 02 - Plástico	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,6%	0,1%
15 01 05 - Emb. Comp.	0,5%	0,7%	1,2%	0,8%	1,3%	1,4%	1,0%
Outros	3,0%	4,8%	6,7%	9,2%	7,5%	10,9%	7,5%
17 05 04 - Solos	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,2%	0,4%	0,63%
17 09 04 - Mistura de RCD	9,0%	14,8%	14,9%	22,2%	34,1%	22,7%	22,2%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

(Fonte: Própria)

É relevante comparar os valores de percentagem da composição de resíduos, representados na tabela 5.22 com os valores descritos na literatura (tabela 3.3 e tabela 3.4). De acordo com os valores de percentagem apresentados em todas as tabelas, podemos afirmar que os valores de composição de resíduos ao longo dos anos da empresa analisada estão em concordância com os valores apresentados por vários autores no capítulo da revisão da literatura. De forma mais clara, os resíduos designados como mistura de inertes variam entre 40% a 80% do valor total da composição e os valores de resíduos de mistura em ambas as tabelas variam entre 9% e 34%.

Salienta-se que a literatura só refere RCD com os Códigos LER começados por 17, no entanto existem resíduos como Papel (15 01 01) e Embalagens compósitas (15 01 05) que são bastante utilizados na construção civil. Apenas em Portugal, os resíduos 15 01 01 e 15 01 05, são encaminhados pela construção civil, uma vez que são produzidos em obra, mesmo que na diretiva da união europeia apenas sejam considerados como RCD os códigos LER começados por 17. Devido a este fator não existem na literatura valores de comparação com a empresa analisada para este tipo de resíduos.

Com o aumento da produção de resíduos ao longo dos anos (maior número de obras) também se verifica um aumento significativo da percentagem de resíduos de mistura.

Tabela 5.23 - Composição dos resíduos por tipo de obra

	Obras Públicas		Obras Privadas		Total	
	Ton	%	Ton	%	Ton	%
17 01 07 - Mistura de Inertes	1642,848	55,4%	11256,22	60,9%	12899,07	60,2%
17 02 01 - Madeira	149,929	5,1%	867,496	4,7%	1017,425	4,7%
17 04 05 - Metal	82,524	2,8%	502,07	2,7%	584,594	2,7%
15 01 01 - Papel	23,619	0,8%	161,8397	0,9%	185,4587	0,9%
15 01 02 - Plástico	8,316	0,3%	20,789	0,1%	29,105	0,1%
15 01 05 - Emb. Comp.	43,566	1,5%	174,074	0,9%	217,64	1,0%
Outros	284,249	9,6%	1325,786	7,2%	1610,035	7,5%
17 05 04 - Solos	119,46	4,0%	14,8	0,1%	134,26	0,63%
17 09 04 - Mistura de RCD	610,26	20,6%	4156,318	22,5%	4766,578	22,2%
Total	2964,771	100%	18479,4	100%	21444,17	100%

(Fonte: Própria)

Com a exclusão da obra 1901 e por consequência a exclusão da grande percentagem de solos, as percentagens das toneladas de resíduos produzidos são idênticas. Podemos assim afirmar que não existe diferenças significativas entre a produção de RCD em obras públicas e privadas (tabela 5.23).

A percentagem dos custos totais das obras Privadas e Públicas refletem a percentagem das mesmas na empresa analisada, nos anos do estudo (tabela 5.24).

Tabela 5.24 - Valores dos custos totais por tipo de obra (incluindo transporte e tratamento)

Tipo de Obra	Custo de Transporte	%	Custo do Tratamento	%	Custo Total
Obra Privada	311873,21	44,8%	384107,2	55,2%	695980,41
%	85,8%	-	86,1%	-	85,9%
Obra Pública	51769	45,4%	62181,23	54,6%	113950,23
%	14,2%	-	13,9%	-	14,1%
Total	363642,21	44,9%	446288,4	55,1%	809930,64

(Fonte: Própria)

Verificamos que os custos totais de RCD nas obras Privadas, representam cerca de 85 % dos custos totais da empresa e que nas obras públicas é apenas de 14%, indo de encontro à concentração deste tipo de obras na empresa em análise (figura 5.1).

Será importante elaborar uma base de dados com diferentes empresas (maiores e menores) para verificar e/ou corroborar esta situação, uma vez que a gestão de RCD que a empresa aplica é igual para os diferentes tipos de obra.

6. CONCLUSÃO

Os últimos anos traduziram-se num aumento da produção de RCD na Europa e em Portugal como consequência do crescimento económico e do investimento na construção civil. A empresa em análise reafirma essa posição com o aumento do número de obras e da produção de RCD.

Segundo os objetivos propostos, foi possível verificar a existência de uma margem elevada para diminuir a produção de resíduos e elevar a sua triagem, sendo necessário verificar se tal poderá trazer benefícios económicos para a organização.

De acordo com os valores de produção de RCD apresentados na literatura e na análise dos dados, pode-se verificar que os valores de composição de RCD ao longo dos anos da empresa analisada coincidem com os valores apresentados por vários autores.

Regra geral, o custo por tonelada do tratamento acompanha a evolução da taxa de mistura de RCD de forma positiva ou negativa, evidenciando que quanto maior for essa percentagem, maior será o custo que a empresa irá ter que suportar pela gestão dos RCD.

Esta situação tende a revelar que uma correta gestão de RCD, com uma melhoria na triagem de resíduos, poderá afetar os custos associados levando a uma diminuição dessa parcela, otimizando o processo de gestão de RCD (questão ambiental) ao mesmo tempo que existe uma otimização dos custos associados (questão económica).

Apura-se que, as obras de menor dimensão, obtém em média, uma percentagem de mistura de RCD até 10% mais baixa que as obras de maior dimensão. Reforça que a empresa tem margem para otimização do processo de gestão de RCD e deve direcionar o foco principal para as obras com maior valor monetário.

A empresa tem implementadas algumas das boas práticas referidas na revisão de literatura. Mas ainda existem várias barreiras, também referenciadas na literatura, que originam uma falha na gestão de RCD, especialmente nas obras de maior valor e dimensão. As principais barreiras encontradas na empresa em estudo são a mão-de-obra pouco qualificada e sensibilizada para a problemática dos RCD, a inexistência de um local adequado para uma eficiente triagem nos estaleiros de obra e, por fim, a priorização dos lucros económicos em vez das questões ambientais, esta última, contrariada pela presente análise.

Como limitações ao estudo, pode-se encontrar as seguintes linhas de investigação, que requerem um cruzamento de dados entre várias empresas produtoras de RCD e vários Operadores para fortalecer o estudo:

- Comparação entre os diferentes tipos de obra (privada ou pública) é manipulada, uma vez que a gestão de RCD que a empresa em análise aplica é idêntica para os diferentes tipos de obra.
- Pouca literatura sobre os custos associados à gestão de RCD (transporte e tratamento), em Portugal, porque não existem valores tabelados, havendo elevadas diferenças nos valores praticados, entre regiões e entre os diversos operadores.

Como sugestão para futuros estudos:

- Seria importante elaborar uma análise a diversas empresas (com maior e menor dimensão);
- Obter um número maior de variáveis sobre os estaleiros de obras (ex.: área de implantação; tipos de materiais utilizados)
- Na tentativa de antecipar a quantidade de RCD produzidos em futuras obras, assim como os custos associados apoiando os produtores de resíduos a tomar decisões sobre a gestão de RCD com antecipação.

Em suma, considera-se que este trabalho segue as orientações da Agenda 2030, no sentido de que procurou compreender melhor o impacto da gestão de resíduos de construção e demolição, numa linha de investigação que assenta nos pilares do conceito do desenvolvimento sustentável. Não obstante, procurou também encontrar soluções para promover a prática de ações sustentáveis para a melhoria da gestão das empresas de construção, estimulando a produtividade, a competitividade, uma cultura diferenciada e o crescimento sustentável da linha de produção do setor da construção.

BIBLIOGRAFIA

Agência Portuguesa do Ambiente. Resíduos de Construção e Demolição - Resultados 2018 e evolução 2016-2018, <https://apambiente.pt/sites/default/files/Residuos/FluxosEspecificosResiduos/RCD/ResiduosConstrucaoDemolicao.pdf> (2019) Acedido a 10 de Maio de 2022

Almeida, P. N. (2011). Manual de Gestão Ambiental de Obras de construção Civil. AEP- Associação empresarial de Portugal, 2011.

Bernardo, E. (2021) *Gestão de Resíduos de Construção e Demolição – Metodologia de Demolição Seletiva*. Tese de Mestrado não publicada. Universidade do Porto.

Bergsdal, H., Bohne, R. A. and Brattebø, H. 2007. Projection of waste amounts from the AEC-industry in Norway. *Journal of Industrial Ecology*, 11(3): 27–39.

Button, A.; Lee, W.; Marshall, D.; Dawood, Z.; MacLellan, S.; Umali, H.; Pagsuyoin, S. (2014) Management of Construction and Demolition Waste in the Region of Waterloo. *Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS)*, 53-56.

Brundtland, G; Khalid, M; Agnelli, S; Chidzero, B; Fadika, M; Mauff, V. Report of the world Commission on Environment and Development: Our Common Future. Oslo, 1987. 374 p.

Chen, X.; & Lu, W. (2017) Identifying factors influencing demolition waste generation in Hong Kong. *Journal of Cleaner Production*, 141, 799-811.

Coelho, A. (2009) Análise da Viabilidade de implementação de centrais de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição em Portugal. Parte I- Estimativa da Geração de Resíduos de Construção e Demolição. Instituto Superior Técnico de Lisboa, 2009.

Costa, U.; Ursella, P. 2003 Construction and demolition waste recycling in Italy. In: International Conference on the Environmental and Technical Implications of

Construction with Alternative Materials – Wascon, 5., San Sebastián. Anais. San Sebastián: Inasmet. p.231-239.

Decreto-Lei n.º 102-D/2020 de 10 de Dezembro. Diário da República n.º 239/2020, 1º Suplemento, Série I de 2020-12-10. Presidência do Conselho de Ministros. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/102-d-2020-150908012>, (acedido em: 21 de junho de 2021) Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/71-2016-75662181>, (acedido em: 21 de junho de 2021)

Decreto-Lei n.º 71/2016 de 4 de Novembro. Diário da República n.º 212/2016, Série I de 2016-11-04. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território.

Decreto-Lei n.º 46/2008 de 12 de Março. Diário da República, 1.ª série - N.º 51 - 12 de Março de 2008. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/540016>, (acedido em: 21 de junho de 2021)

Decreto-Lei n.º 178/2006 de 5 de Setembro. Diário da República, 1.ª série - N.º 171 - 5 de Setembro de 2006. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/247037>, (acedido em: 21 de junho de 2021)

Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de Novembro de 2008. Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>, (acedido em: 21 de junho de 2021)

European Commission: Recovery rate of construction and demolition waste, https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/product?code=cei_wm040 (2022)
Acedido a 18 de Agosto de 2022

European Commission: Generation of waste by waste category, hazardousness and NACE Rev. 2 activity, https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_wasgen&lang=en (2022) Acedido a 18 de Agosto de 2022

Godinho, C. (2011) *Gestão Integrada de Resíduos de Construção e Demolição – Análise de Casos de Estudo*. Tese de Mestrado não publicada. Universidade de Lisboa.

Henrique, R. (2015) *Gestão de Resíduos de Construção e Demolição em Loulé (Algarve)*. Tese de Mestrado não publicada. Universidade do Algarve.

Hiete, M.; Stengel, J.; Ludwig, J.; Schultmann, F. (2011) Matching construction and demolition waste supply to recycling demand: a regional management chain model. *Building Research and Information*, 39 (4), 333-351.

Huanga, B.; Wang, X.; Kua, H.; Geng, Y.; Bleischwitz, R.; Ren, J. (2018) Construction and demolition waste management in China through the 3R principle. *Resources Conservation and Recycling*, 129, 36-44.

Hyvarinen, M.; Ronkanen, M.; Karki, T. (2020) Sorting efficiency in mechanical sorting of construction and demolition waste. *Waste Management & Research* 2020, 38 (7), 812-816.

Instituto Nacional de Estatística (INE): Base de Dados, 2022. https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000094&xlang=pt&contexto=bd&selTab=tab2 (2022) Acedido a 18 de Agosto de 2022

Instituto Nacional de Estatística (INE): Resíduos sectoriais não perigosos (t) por Actividade económica (CAE Rev. 3) e Tipo de operação de gestão de resíduos; Anual (2022). https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0010026&contexto=bd&selTab=tab2 . Acedido a 18 de Agosto de 2022

Mália, M.; Brito, J. & Bravo, M. (2011) Indicadores de resíduos de construção e demolição para construções residenciais novas. *Ambiente Construído*, Porto Alegre; vol. 11, n. 3; p. 117-130.

Mañà i Reixach, F., González i Barroso, J., Sagrera i Cuscó, A., (2000). Plan de Gestión de Residuos en las Obras de Construcción y Demolición. Dirección General de Medio Ambiente, Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya, Spain.

Maria, A. D.; Eyckmans, J.; Acker, K. V. (2018) Downcycling versus recycling of construction and demolition waste: Combining LCA and LCC to support sustainable policy making. *Waste Management*, 75, 3-21.

Menezes, G. L. B. B. Breve histórico de implantação da plataforma BIM. Caderno de Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Arquitetura e Urbanismo da PUC Minas. v. 18, n. 22, p-153-171, Belo Horizonte 2011.

Mortaheb, M. M.; Mahpour, A. (2016) Integrated construction waste management, a holistic approach. *Scientia Iranica*, 23 (5), 2044-2056.

Newaz, MT.; Davis, P.; Sher, W.; & Simon, L. (2020) Factors affecting construction waste management streams in Australia. *Internacional Journal of Construction Management*.

Pereira, L.C.H., 2002. Reciclagem de resíduos de construção e demolição: aplicação à Zona Norte de Portugal. Master's Thesis in Civil Engineering, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal.

Pereira, L., Jalali, S., Aguiar, B., 2004. Gestão dos resíduos de construção e demolição. Workshop “Sistemas Integrados de Gestão de Fluxos Específicos de Resíduos”. Instituto Nacional de Resíduos, Instituto Superior Técnico. Lisboa, Portugal.

Poon, C.S. (2007) Management of construction and demolition waste. *Waste Management*, 27, 159–160.

Poon, C.S.; Yu, A.T.W.; Wong, A.; & Yip, R. (2013) Quantifying the Impact of Construction Waste Charging Scheme on Construction Waste Management in Hong Kong. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139 (5), 466-479.

Portaria n.º 145/2017, de 26 de abril. Diário da República n.º 81/2017, Série I de 2017-04-26. Administração Interna, Trabalho, Solidariedade e Segurança Social, Saúde, Planeamento e das Infraestruturas e Ambiente. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/portaria/145-2017-106926975>, (acedido em: 21 de junho de 2021)

Portaria n.º 417/2008, de 11 de junho. Diário da República n.º 111/2008, Série I de 2008-06-11. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/portaria/417-2008-449461>, (acedido em: 21 de junho de 2021)

Portaria n.º 209/2004 de 3 de Março. Diário da República, 1.ª série-B - N.º 53 - 3 de Março de 2004. Ministérios da Economia, da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, da Saúde e das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/551652>, (acedido em: 21 de junho de 2021)

Portaria n.º 335/1997 de 16 de Maio. Diário da República, 1.ª série-B - N.º 113 - 16 de Maio de 1997. Ministérios da Administração Interna, do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território, da Saúde e do Ambiente. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/396748>, (acedido em: 21 de junho de 2021)

Reck, M. (2019) *Gestão de Resíduos de Construção - Estudo de Caso dos Indicadores de Obras em Bragança (Portugal) e Curitiba (Brasil)*. Relatório Final de Projeto de Mestrado não publicado. Universidade de Bragança.

Rocha, M. (2012) *Proposta de Indicadores de Sustentabilidade na Gestão de Resíduos de Construção e Demolição*. Tese de Mestrado não publicada. Universidade do Porto.

Sáez, P.; Merino, M.; Porras-Amores, C.; Astorqui, J. & Pericot, N. (2013) Analysis of Best Practices to Prevent and Manage the Waste Generated in Building *Rehabilitation Works*. *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 75, p. 52-62.

Sáez, P.; Osmani, M. (2019) A diagnosis of construction and demolition waste generation and recovery practice in the European Union. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118400.

Santos, M. T.; Lamego, P.; & Frade, P. (2017) Management Options for Construction and Demolition Wastes from Residential Recuperation. *Waste and Biomass Valorization*, 8, 1679-1687.

Symonds group Ltd., in association with ARGUS, COWI and PRC Bouwcentrum (1999) Construction and Demolition Waste Management Practices, and Their Economic Impacts. Report to DGXI, European Commission. http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/cdw/cdw_chapter1-6.pdf

Spisaková, M.; Mésáros, P.; & Mandicák, T. (2021) Construction Waste Audit in the Framework of Sustainable Waste Management in Construction Projects—Case Study. *Buildings* 2021, 11, 61.

Vale, A. (2017) *A avaliação da sustentabilidade na construção: Aplicação do índice LiderA*. Tese de Mestrado não publicada. Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

Viegas, S. (2012) *Caracterização e quantificação de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e Resíduos de Construção e Demolição (RCD)*. Tese apresentada à Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente.

Wang, T-K.; Wu, Z.; & Luo, C. (2021) Multi-participant construction waste demolition and transportation decision-making system. *Resources, Conservation & Recycling*, 170, 105575.

Wu, Z.; Yu, A. T. W.; & Poon, C. S. (2020) Promoting effective construction and demolition waste management towards sustainable development: A case study of Hong Kong. *Sustainable Development*, 28 (6) 1713-1724.

Yin, R. K. (1994). *Pesquisa Estudo de Caso - Desenho e Métodos* (2 ed.). Porto Alegre: Bookman.

Yuan, H. P.; Shen, L. Y.; Hao, J. J. L.; Lu, W. S. (2011) A model for cost–benefit analysis of construction and demolition waste management throughout the waste chain. *Resources, Conservation and Recycling*, 55, 604-612.

Zhao, W.; Leefink, R. B.; & Rotter, S. (2008) Construction and demolition waste management in China: analysis of economic instruments for solving a growing problem. *Waste Management and the Environment IV*, 109, 471-480.

APÊNDICE

Tabela Apêndice I - Frequência da designação de resíduos e do código LER

Designação Resíduos	Código LER	Frequência (Nº de e-GAR)	%	% cumulativa
Resíduos silvícolas	02 01 07	4	0,0	0,0
Embalagens papel e cartão	15 01 01	1174	10,5	10,5
Embalagens de Plástico	15 01 02	233	2,1	12,6
Embalagens Compósitas	15 01 05	852	7,6	20,2
Mistura de Embalagens	15 01 06	2	0,0	20,2
Embalagens Contaminadas	15 01 10*	29	0,3	20,5
Embalagens contaminadas sob pressão	15 01 11*	2	0,0	20,5
Absorventes Contaminados	15 02 02*	2	0,0	20,5
Pneus usados	16 01 03	2	0,0	20,5
Acumuladores de chumbo	16 06 01*	1	0,0	20,5
Betão	17 01 01	42	0,4	20,9
Ladrilhos, telhas e cerâmicos	17 01 03	3	0,0	20,9
Mistura de betão, tijolos, ladrilhos	17 01 07	1736	15,5	36,4
Madeira	17 02 01	1249	11,1	47,6
Vidro	17 02 02	25	0,2	47,8
Plástico	17 02 03	1212	10,8	58,6
Cobre	17 04 01	3	0,0	58,6
Alumínio	17 04 02	10	0,1	58,7
Ferro e aço	17 04 05	556	5,0	63,7
Mistura de Metais	17 04 07	186	1,7	65,3
Cabos não abrangidos em 17 04 10	17 04 11	8	0,1	65,4
Solos e rochas perigosos	17 05 03*	21	0,2	65,6
Solos e rochas	17 05 04	151	1,3	66,9
Materiais de Isolamento	17 06 04	864	7,7	74,7
Materiais à Base de Gesso	17 08 02	787	7,0	81,7
Mistura de RCD	17 09 04	2031	18,1	99,8
"Equipamento fora de uso contendo CFC"	20 01 23*	4	0,0	99,8
Resíduos Biodegradáveis	20 02 01	15	0,1	100,0
Mistura de RUE	20 03 01	3	0,0	100,0
Total		11207	100,0	

(Fonte: Própria)

Tabela Apêndice II – Transportador

Transportador	Frequência	%	% cumulativa
Ambigroup Resíduos	5369	47,9	47,9
Augusto Lisboa & Filho Lda	2	0,0	47,9
Bizarro Duarte	34	0,3	48,2
Braz Duarte & Borges, Lda	4	0,0	48,3
Correia & Correia, Lda	5	0,0	48,3
COTRAF	1	0,0	48,3
EGEO	1	0,0	48,3
Henrique Nogueira Mariano	1	0,0	48,3
Transporte Próprio	226	2,0	50,4
Gaiaterras - Terraplenagens, Lda	63	0,6	50,9
Europontal	917	8,2	59,1
JOCATE	85	0,8	59,9
Manuel Matos & Teixeira Lda	1	0,0	59,9
PALMIRESDUOS	68	0,6	60,5
Majusa	13	0,1	60,6
Pragosa Ambiente, SA	61	0,5	61,1
Martiniano & Campos, Lda	3	0,0	61,2
Renascimento	302	2,7	63,9
Laso Transportes	4	0,0	63,9
Juditorres Lda	19	0,2	64,1
RRI	40	0,4	64,4
Safirabonus	3761	33,6	98,0
Transniza	4	0,0	98,0
Tanitiago - Transportes Lda	1	0,0	98,0
Transnarciso	20	0,2	98,2
Sofareia - Sociedade Fareense de Areias, SA	15	0,1	98,3
Transolelas	2	0,0	98,3
VALUI	22	0,2	98,5
TRIU	154	1,4	99,9
Veolia	9	0,1	100,0
Total	11207	100,0	

(Fonte: Própria)

Tabela Apêndice III - Operador de Resíduos

Operador de Resíduos	Frequência	%	% cumulativa
Ambigroup - Aveiro	196	1,7	1,7
Ambigroup - Albergaria	268	2,4	4,1
Ambigroup - Beja	10	0,1	4,2
Ambigroup - Faro	431	3,8	8,1
Ambigroup - Odivelas	4411	39,4	47,4
Ambigroup - Setúbal	204	1,8	49,3
Biosmart - ECOPARQUE DO ALGARVE	15	0,1	49,4
Britadeira da Quinta do Xisto Lda	18	0,2	49,5
Correia & Correia, Lda	22	0,2	49,7
DS SMITH RECYCLING PORTUGAL, S.A.	4	0,0	49,8
Europontal	913	8,1	57,9
Laranjeiro e Alcaide Lda	5	0,0	58,0
Manuel Matos & Teixeira Lda	1	0,0	58,0
PALMIRESÍDUOS	68	0,6	58,6
Pedreira Pizões	2	0,0	58,6
Pragosa Ambiente, SA	61	0,5	59,2
Reciclantuã	1	0,0	59,2
Renascimento	351	3,1	62,3
Renascimento - Algoz	43	0,4	62,7
Resifluxo	40	0,4	63,0
RIMA	6	0,1	63,1
Safirabonus	3797	33,9	97,0
Secil (Outão)	4	0,0	97,0
Secil ,S.A.	142	1,3	98,3
SISAV-, SA	16	0,1	98,4
SOFAREIA, SA	15	0,1	98,5
Solenreco	26	0,2	98,8
SOLUSEL	62	0,6	99,3
TRIU	56	0,5	99,8
Veolia - Algoz	19	0,2	100,0
Total	11207	100,0	

(Fonte: Própria)

Tabela Apêndice IV - Análise do custo transporte, custo tratamento e custo total por cada obra

Obra	Custo Transporte		Custo Tratamento		Custo Total
	Despesa	%	Despesa	%	Despesa
1601	100	100,0%	0	0,0%	100,0
1602	2100	55,8%	1665,55	44,2%	3765,6
1603	1515	53,4%	1320,94	46,6%	2835,9
1604	950	62,6%	566,59	37,4%	1516,6
1605	390	33,3%	782,24	66,7%	1172,2
1606	1115	58,7%	783,89	41,3%	1898,9
1607	280	14,5%	1654,48	85,5%	1934,5
1608	3425	56,1%	2676,77	43,9%	6101,8
1609	5100	48,9%	5332,78	51,1%	10432,8
1610	4245	45,5%	5094,56	54,5%	9339,6
1611	530	11,2%	4213,2	88,8%	4743,2
1612	1030	40,3%	1523,3	59,7%	2553,3
1613	2760	69,6%	1205,2	30,4%	3965,2
1614	4475	49,9%	4500,65	50,1%	8975,7
1615	860	50,2%	853,95	49,8%	1714,0
1616	5250	57,7%	3855,4	42,3%	9105,4
1617	2380	66,1%	1218,95	33,9%	3599,0
1618	1300	58,2%	934,16	41,8%	2234,2
1619	21400	37,7%	35342,25	62,3%	56742,3
1620	18646,43	39,2%	28898,04	60,8%	47544,5
1701	1400	85,4%	240,1	14,6%	1640,1
1702	1450	65,2%	773,13	34,8%	2223,1
1703	2570	79,8%	651,45	20,2%	3221,5
1704	1250	61,5%	782,8	38,5%	2032,8
1705	3050	47,8%	3331,87	52,2%	6381,9
1706	12124,17	43,6%	15661,07	56,4%	27785,2
1707	210	45,6%	250,52	54,4%	460,5
1708	24000	70,8%	9898,14	29,2%	33898,1
1709	1430	69,5%	626,65	30,5%	2056,7
1710	1080	54,0%	921,22	46,0%	2001,2
1711	1350	77,0%	403,14	23,0%	1753,1
1712	4920	64,4%	2716,33	35,6%	7636,3
1713	2900	54,0%	2471,48	46,0%	5371,5
1714	2175	57,8%	1587,9	42,2%	3762,9
1715	3360	42,9%	4476,93	57,1%	7836,9
1716	1910	69,5%	837,2	30,5%	2747,2
1717	1530	54,8%	1259,73	45,2%	2789,7
1801	4985	48,1%	5388,6	51,9%	10373,6
1802	2435	64,9%	1315,25	35,1%	3750,3
1803	16509,29	27,5%	43633,76	72,5%	60143,1
1804	9272,5	52,7%	8321,54	47,3%	17594,0
1805	15130	49,3%	15581,25	50,7%	30711,3
1806	1565	55,7%	1244,2	44,3%	2809,2

1807	8410	23,2%	27898,82	76,8%	36308,8
1808	1480	30,7%	3339,02	69,3%	4819,0
1809	1359	39,4%	2086,27	60,6%	3445,3
1810	13020	42,3%	17755,86	57,7%	30775,9
1811	10240	32,2%	21581,7	67,8%	31821,7
1812	15893	59,1%	11010,94	40,9%	26903,9
1813	13603,33	35,5%	24684,46	64,5%	38287,8
1901	5500	2,6%	204629,24	97,4%	210129,2
1902	3215	67,3%	1563,75	32,7%	4778,8
1903	5145	30,7%	11635	69,3%	16780,0
1904	9520	67,0%	4679,3	33,0%	14199,3
1905	5015	24,0%	15867,62	76,0%	20882,6
1906	755	78,2%	210,72	21,8%	965,7
1907	460	80,5%	111,08	19,5%	571,1
1909	5980	65,4%	3166,51	34,6%	9146,5
1910	8973	59,3%	6150,07	40,7%	15123,1
1911	700	9,8%	6474,14	90,2%	7174,1
1912	1637,5	56,9%	1240,16	43,1%	2877,7
1913	12239	56,2%	9520,71	43,8%	21759,7
1914	11875	60,2%	7851,36	39,8%	19726,4
2001	910	24,2%	2844,4	75,8%	3754,4
2002	5230	75,4%	1707,91	24,6%	6937,9
2003	8700	50,5%	8542,94	49,5%	17242,9
2004	17005	48,0%	18404,56	52,0%	35409,6
2101	3695	71,4%	1482,7	28,6%	5177,7
2102	4125	26,1%	11681,26	73,9%	15806,3
Total	369142,22	36,2%	650917,66	63,8%	1020059,88
Total (Com exclusão da obra 1901)	363642,22	44,9%	446288,42	55,1%	809930,64

(Fonte: Própria)

Tabela Apêndice V - Resultados dos Testes de Kruskal-Wallis para averiguar a existência de diferenças entre as 3 regiões

Região	Test Statistic	Sig. ^a	df
Valor da obra (em euros)	3,059	0,217	2
Custo transporte	4,042	0,133	2
Custo tratamento	2,852	0,240	2

a. Asymptotic significance is displayed.

(Fonte: Própria)

Tabela Apêndice VI - Resultados dos Testes de Mann-Whitney U para averiguar a existência de diferenças entre os 2 tipos de obra

Tipo de obra	Test Statistic	Sig. ^a	df
Valor da obra (em euros)	308,500	0,493	2
Custo transporte	330,000	0,285	2
Custo tratamento	301,000	0,581	2

a. Asymptotic significance is displayed.

(Fonte: Própria)

Tabela Apêndice VII - Correlação entre as variáveis Valor da obra (em euros); Duração da obra (em meses); Custo de Transporte e Custo de Tratamento

Correlations						
		Valor da obra	Duração da obra	Custo Transporte	Custo Tratamento	Total de Resíduos
Spearman's rho	Duração da obra	,493**				
	Custo Transporte	,673**	,529**			
	Custo Tratamento	,731**	,506**	,821**		
	Total de Resíduos	,624**	,567**	,828**	,878**	
	Total de Mistura	,632**	,429**	,735**	,842**	,674**

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

(Fonte: Própria)

Tabela Apêndice VIII - Resultados dos Testes de Kruskal-Wallis para averiguar a existência de diferenças entre os anos em cada região

Norte			
Ano	Test Statistic^b	Sig.^a	df
Valor da obra (em euros)	1532,573	0,000	5
Custo transporte	73,076	<0,001	5
Custo tratamento	81,712	<0,001	5
Lisboa			
Ano	Test Statistic^b	Sig.^a	df
Valor da obra (em euros)	1064,539	0,000	5
Custo transporte	492,577	0,000	5
Custo tratamento	553,613	0,000	5
Algarve			
Ano	Test Statistic^b	Sig.^a	df
Valor da obra (em euros)	865,809	0,000	4
Custo transporte	112,685	0,000	4
Custo tratamento	152,820	0,000	4

a. Asymptotic significance is displayed.

b. The test statistic is adjusted for ties.

(Fonte: Própria)