



João Pedro da Silva Pereira Ferreira

Otimização da gestão dos resíduos de  
construção e demolição na ótica dos  
projetistas

Universidade do Minho  
Escola de Engenharia







Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

João Pedro da Silva Pereira Ferreira

Otimização da gestão dos resíduos de  
construção e demolição na ótica dos  
projetistas

Tese de Mestrado  
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao  
Grau de Mestre em Engenharia Civil

Trabalho efetuado sob a orientação do  
Professor Doutor João Pedro Pereira Maia Couto

Dezembro de 2012

## **AGRADECIMENTOS**

Embora se trate de um trabalho individual, a realização desta dissertação não seria possível sem o contributo indispensável de diversas pessoas. Assim sendo, torna-se agora publico o reconhecimento que tanto merecem:

Em primeiro lugar, ao meu orientador Professor Doutor João Pedro Couto por me ter possibilitado esta mais-valia no meu percurso académico, agradeço-lhe pelos seus ensinamentos, conselhos e disponibilidade que sempre demonstrou durante a elaboração deste trabalho.

Aos projetistas que cooperaram no inquérito permitindo deste modo obter-se os dados necessários para a análise pretendida.

A todos os meus colegas e amigos, em particular Christoph, Eugénia, Gustavo e Hugo pela amizade, conselhos e apoio, não só durante a realização desta dissertação mas também ao longo de todo o meu percurso académico.

Aos meus pais, António e Manuela, minha irmã Teresa e a toda a minha família por todo o apoio e encorajamento ao longo da vida.

Em último lugar, à Ana por toda a força, compreensão e apoio sempre demonstrado.

O meu muito obrigado a todos vós.



## RESUMO

A atividade de construção civil é responsável por um grande consumo de matérias-primas e por consequência, também responsável por grande parte dos resíduos produzidos, nomeadamente em obras de construção, demolições de edifícios, operações de manutenção, restauro, remodelação e reabilitação de construção. O impacto ambiental provocado pelas práticas correntes desta indústria é cada vez mais um motivo de preocupação para a população em geral. Muito desta preocupação se deve ao aumento de produção dos resíduos de construção e demolição (RCD), verificado todos os anos.

Em Portugal, foi aprovado muito recentemente uma legislação direcionada exclusivamente para a gestão de resíduos, apontando a sua regulamentação nas várias fases a que estes são submetidos, o seu tratamento, separação e correto encaminhamento. A aprovação do Decreto-Lei nº46/2008 veio implementar um conjunto de condições para a prevenção e reciclagem de RCD. No entanto, esta legislação necessita de alguns ajustes de modo a que o controlo da produção deste tipo de registos seja feito de forma mais eficaz e se verifiquem melhores resultados num futuro próximo.

Para se atingir a sustentabilidade na área da construção é necessário o uso de técnicas que privilegiem esse objetivo. A desconstrução ou demolição seletiva enquadra-se nesse conjunto de técnicas pois é caracterizada por permitir a recuperação de elevadas quantidades de materiais e com isso, reduzir a produção de resíduos.

O estudo efetuado teve como objetivo a divulgação e apresentação de soluções, para a gestão de resíduos, que sejam benéficas tanto para o meio ambiente, como para as empresas da área da construção. Nesse sentido foi efetuado uma pesquisa bibliográfica, análise minuciosa da legislação que se encontra em vigor e consulta de diversas revistas nacionais e internacionais da área dos resíduos de construção. Recorreu-se ainda à implementação de um inquérito com o intuito de auscultar a opinião de um determinado grupo da área da construção (projetistas) sobre o estado atual em que se encontra a gestão de resíduos, enriquecendo bastante a investigação. Através das respostas ao inquérito foi possível confirmar que para uma gestão eficiente dos resíduos ainda existem muitos hábitos e situações a alterar.

**Palavras chave:** Resíduos de Construção e Demolição (RCD), Gestão de RCD, Desconstrução e Demolição Seletiva, Projetistas.



## **ABSTRACT**

Construction activity is responsible for a big consumption of raw materials and by consequence, also responsible for a big part of waste produced, namely in construction work, building demolition, maintenance operations, restoration, reshuffle and construction rehabilitation. The environmental impact caused by the current practices of this industry is increasingly a concern for general population. Much of this concern is due to an increase in the production of construction and demolition waste (CDW), verified every year.

In Portugal, a recently approved legislation focuses exclusively on waste management, directing its regulations on the various phases through which they are submitted, their treatment, separation and correct routing. The approval of Decree-Law No. 46/2008 deployed a set of terms for prevention and recycling of CDW. However, these legislations need some adjustments so that production controls of such records are made more efficiently and verify best results in the near future.

To reach sustainability in the construction area it is necessary the use of techniques privileging that objective Selective deconstruction and demolition falls in that set of techniques because it's characterized by permitting high quantities of materials and with it reduce production of residues.

The study carried out has the objective of divulgation and presentation of solutions to waste management that are beneficial as much for the environment as for the enterprises in the construction area. In this sense it was made a bibliographic research, a thorough analysis of the current legislation and consultation of various national and international magazines in the construction residue area. We yet used the implementation of an inquiry with the intention to hear the opinion of a determined group in the construction area (designers) about the actual state of residue management, enriching greatly the investigation. Through the answers of this inquiry it was made possible to confirm that for an efficient management of residues there still exist many habits and situations needing to change.

**Key Words:** Construction and Demolition Waste (CDW), CDW Management, Deconstruction, Designers, Survey.





# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1	Motivação e enquadramento do tema .....	1
1.2	Objetivos .....	2
1.3	Metodologia de estudo .....	3
1.4	Estrutura da dissertação .....	5
<b>2</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO</b>	<b>9</b>
2.1	Enquadramento histórico .....	9
2.2	Enquadramento no setor da construção civil .....	9
2.3	Resíduos de construção e demolição .....	12
2.3.1	Definição de RCD e a sua composição .....	12
2.3.2	Origem .....	14
2.3.3	Causas que provocam a formação dos resíduos de construção .....	16
2.3.4	Classificação de RCD .....	17
<b>3</b>	<b>GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO.....</b>	<b>22</b>
3.1	Legislação em vigor .....	22
3.2	Hierarquia de Gestão de Resíduos .....	24
3.3	Modelo de gestão ao longo do projeto .....	25
3.3.1	Gestão de RCD na fase de projeto .....	26
3.3.2	Gestão em obra .....	29
3.4	Acondicionamento, triagem e transporte em obra .....	31
3.5	Panorama da gestão dos RCD .....	34
3.5.1	Portugal .....	35
3.5.2	Europa .....	37
3.6	Soluções de tratamento de RCD .....	38
3.6.1	Reciclagem e reutilização .....	39
3.6.2	O uso da pré-fabricação .....	40
<b>4</b>	<b>DEMOLIÇÃO SELETIVA .....</b>	<b>43</b>
4.1	Evolução dos processos de demolição .....	43
4.2	Estado da Demolição em Portugal .....	45
4.3	Processos de demolição .....	49
4.3.1	Fatores de escolha do processo de demolição .....	49

4.3.2	Diferentes processos de demolição .....	52
4.4	Desconstrução (Demolição seletiva): conceito, benefícios e obstáculos .....	54
4.4.1	Conceito de desconstrução e a importância do seu uso .....	54
4.4.2	Vantagens da desconstrução .....	58
4.4.3	Metodologia do processo de demolição seletiva.....	60
4.4.4	Obstáculos a sua implementação .....	66
4.4.5	Demolição seletiva em Portugal .....	67
<b>5</b>	<b>INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO AOS PROJETISTAS .....</b>	<b>71</b>
5.1	Apresentação e estruturação do inquérito .....	71
5.2	Metodologia de implementação dos inquéritos.....	72
5.2.1	Grupo inquirido (amostra) .....	72
5.2.2	Análise e tratamento dos dados obtidos .....	76
5.2.3	Análise geral dos resultados obtidos .....	83
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>88</b>
6.1	Conclusões.....	88
6.2	Perspetivas de desenvolvimentos futuros.....	90
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>92</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>A1</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Organograma representativo da metodologia adotada.....	5
<b>Figura 2</b> - Resíduos de construção e demolição aglomerados em obra (fonte: Google images) .....	12
<b>Figura 3</b> - Resíduos gerados através do processo de demolição (fonte: Google images).....	18
<b>Figura 4</b> - Hierarquia da gestão de RCD (fonte: Borges, 2007) .....	24
<b>Figura 5</b> – Hierarquia dos conceitos referentes á gestão de RCD nas fases de projeto e obra (fonte: Borges, 2007) .....	25
<b>Figura 6</b> – Equipamento de triagem dos RCD em obra (fonte: Google images).....	31
<b>Figura 7</b> - Esquema de estrutura de gestão de resíduos em obra (fonte: Godinho, 2011) .....	32
<b>Figura 8</b> - Contentores abertos para acondicionamento de resíduos em obra (fonte: Google images).....	33
<b>Figura 9</b> - Edifício bastante degradado (fonte: Google images) .....	46
<b>Figura 10</b> – Exemplos de erros urbanísticos em Portugal: a) Prédio Coutinho; b) Torres de Ofir; (fonte: Google images).....	46
<b>Figura 11</b> - Licenças emitidas por tipo de obra em Portugal Continental (fonte: INE).....	47
<b>Figura 12</b> - Fatores que afetam a escolha da técnica de demolição (Bowes,2000) .....	51
<b>Figura 13</b> - Exemplo de execução da Demolição Convencional (fonte: Google images).....	55
<b>Figura 14</b> - Hierarquia da gestão de resíduos para a demolição e operações de construção (fonte: Couto <i>et al.</i> , 2006).....	58
<b>Figura 15</b> – a)Trabalhador com equipamento (esq.); b)Capacete de proteção (centro);c)Arnês (dir); (fonte: “Guide to Deconstruction”, 2003) .....	61
<b>Figura 16</b> - Triagem em obra de materiais que resultam do processo de demolição (fonte: Deconstruction Institute, 2005).....	63

<b>Figura 17-</b> Esvaziamento do interior do edifício para reduzir ao mínimo a ação de cargas (fonte: "Manual de desconstrucció", 1995) .....	64
<b>Figura 18</b> - Demolição seletiva - execução dos trabalhos (fonte: Google images) .....	64
<b>Figura 19</b> - Ordem de Demolição de um Edifício (fonte: "Manual de desconstrucció", 1995) .....	65
<b>Figura 20</b> - Gráfico com as percentagens de respostas à questão 1 (Secção I) .....	78
<b>Figura 21</b> - Gráfico com as percentagens de respostas á questão 2 (Secção I) .....	79
<b>Figura 22</b> - Gráfico com as percentagens de respostas á questão 2 (Secção I) .....	81

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Materiais constituintes RCD (fonte: Brito, 2006).....	13
<b>Tabela 2</b> - Principais resíduos gerados na União Europeia (fonte: Lourenço, 2007) .....	14
<b>Tabela 3</b> - Tipos de RCD existentes e suas percentagens (fonte: Botelho, 2010) .....	18
<b>Tabela 4</b> - Diferentes estratégias de projeto para a redução dos resíduos na construção (fonte: adotado de Poon & Jaillon, 2002, por Canedo, 2011) .....	28
<b>Tabela 5</b> - Quantidades e destino dos RCD na Europa (fonte: Sepúlveda, 2007) .....	35
<b>Tabela 6</b> - Valores do total de RCD produzidos na Europa (fonte: Mathieu, 2011).....	38
<b>Tabela 7</b> - Sistema Classificativo de Técnicas de Demolição (fonte: “Les techniques de démolition des ouvrages en béton”, 1982).....	53
<b>Tabela 8</b> - Etapas da fase de desmantelamento da demolição seletiva (fonte: Ruivo & Veiga, 2004) .....	62
<b>Tabela 9</b> - Listagem das empresas inquiridas .....	75
<b>Tabela 10</b> - Fatores com maior influência na escolha dos métodos de demolição e os seus respetivos IIR .....	82
<b>Tabela 11</b> - Fatores que mais contribuem para o impedimento da prática mais corrente da desconstrução e seus respetivos IIR.....	83



## **LISTA DE ABREVIATURAS**

AEA – Agência Europeia do Ambiente

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

APPC – Associação Portuguesa Projetistas e Consultores

CER – Catálogo Europeu de Resíduos

CM – Câmaras Municipais

DC – Demolição Convencional

EDA – European Demolition Association

ETC/RWM – The European Topic Centre on Resource and Waste Management

GAR – Guia Acompanhamento de Resíduos

IGAOT – Inspeção Geral do Ambiente e do Ordenamento Território

IIR – Índice Importância Relativa

INE – Instituto Nacional de Estatística

LER – Lista Europeia de Resíduos

PPG – Plano de Prevenção Gestão

RC – Resíduos de Construção

RCD – Resíduos de Construção e Demolição

RD – Resíduos de Demolição

UE – União Europeia

WBCSD - World Business Council for Sustainable Development







# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Motivação e enquadramento do tema

Nos dias de hoje, a proteção do meio ambiente é um dos temas que mais interesse causa à sociedade em geral. Apesar desta preocupação, pode-se dizer que o Homem atualmente demonstra uma postura bastante egoísta e pouco ativa na defesa do meio ambiente, não dando a devida importância ao impacto que os seus atos terão num futuro próximo. A grande generalidade dos recursos naturais estão a ser consumidos diariamente pelo Homem a um ritmo avassalador, não estando fora de hipótese o esgotamento a médio prazo de muitos desses recursos, fazendo com que seja fulcral serem tomadas medidas que garantam a defesa do ambiente e ajudem a desenvolver o conceito de construção sustentável.

A realidade atual é de todo incompatível com os propósitos que o desenvolvimento sustentável defende, nos quais se procura o ponto de equilíbrio entre as dimensões ambiental, económico e social, para que as gerações futuras tenham pelo menos as mesmas possibilidades das gerações do presente em satisfazerem as suas próprias necessidades (Canedo, 2011).

A colocação em prática do conceito de construção sustentável é fundamental para que o ser humano não coloque em causa a sua sobrevivência. Para se atingir esse objetivo muito terá de ser alterado pois são diversas as atividades que este executa e que têm consequências catastróficas no âmbito ambiental. Entre estas atividades, o setor da construção é dos que mais se destaca uma vez que é responsável por um consumo anual de milhares de toneladas de matérias-primas, utilizando-as sem ter a consciência de que a continuação de um consumo tão intenso poderá colocar em causa a estabilidade ambiental.

A indústria da construção é uma peça basilar no desenvolvimento das sociedades, no entanto, o modo como esta atua nem sempre é o mais benéfico para o ambiente. Para além do enorme consumo de matérias-primas, esta indústria produz anualmente diversas toneladas de resíduos que derivam da atividade de construção de edifícios, demolição de edifícios degradados e remodelações efetuadas nos mesmos. Aos resíduos que advêm destas atividades dá-se o nome de resíduos de construção e demolição (RCD). Os RCD não são um problema de agora, a sua produção existe desde sempre, contudo, atualmente verificam-se valores de produção de RCD nunca antes registados. Um estudo realizado pela EUROSTAT em 2006, revelou que no ano



de 2005 foram produzidos 970 milhões de toneladas de resíduos por toda a Europa (Mathieu, 2010).

Com esta produção de resíduos em grande escala, é facilmente perceptível que várias medidas têm de ser tomadas de forma rápida e que se traduzam em resultados positivos num curto espaço de tempo. A consciencialização dos vários intervenientes, durante o ciclo de vida dos resíduos, para que adotem práticas mais eficazes de gestão de RCD, é um dos primeiros passos a dar.

A produção de RCD acontece nas várias fases do ciclo de vida dos edifícios (construção, remodelação e demolição), no entanto, é na fase de demolição que se verifica uma maior produção. Nesse sentido, será necessário adotar técnicas que minimizem o seu aparecimento e que possibilitem o seu tratamento logo após o seu aparecimento. A desconstrução ou demolição seletiva, é uma excelente alternativa para se garantir essa correta gestão dos resíduos. Ao contrário da demolição tradicional, a desconstrução permite recuperar os materiais que derivam das várias atividades de construção, promovendo depois a reutilização e reciclagem.

Com o objetivo de contribuir para a mudança de mentalidade que o ser humano necessita, durante a presente dissertação são descritas técnicas e modos de agir que, ao serem aplicadas no setor da construção, contribuem para uma maior preservação do meio ambiente. Também é feita a desmistificação de alguns conceitos, apresentadas as suas vantagens quando colocados em prática.

## **1.2 Objetivos**

O objetivo geral deste trabalho será o desenvolvimento de novas propostas sustentáveis para potencializar a gestão de RCD nas várias fases em que se insere um projeto de construção. A divulgação de novas soluções ou propostas, que num futuro próximo poderão vir a ser utilizadas pelas várias empresas do ramo da construção civil, é um dos principais objetivos do trabalho que irá ser desenvolvido.

Com vista a atingir o objetivo geral, estabeleceu-se o seguinte conjunto de trabalhos:

- Análise do estado atual da gestão dos RCD tanto a nível Nacional como Mundial;



- Explicação da importância que uma boa gestão de RCD tem no meio ambiente e população em geral;
- Identificação das várias causas da formação de RCD;
- Identificação dos benefícios da otimização da gestão dos resíduos;
- Descrição do modo como se processa a gestão dos resíduos na construção;
- Exposição e análise das principais vantagens da desconstrução em detrimento da demolição tradicional e na gestão de resíduos;
- Identificação dos principais obstáculos para a implementação da desconstrução em Portugal, com recurso à implementação de um inquérito por questionário;
- Através do inquérito por questionário, levantamento da opinião dos projetistas relativamente ao panorama atual da gestão dos RCD.

### **1.3 Metodologia de estudo**

Como já foi descrito anteriormente, o respetivo trabalho de investigação desenvolvido teve como principal objetivo a divulgação de propostas de alternativas sustentáveis para a otimização da gestão dos resíduos de construção e demolição. Para a realização dos objetivos propostos foi necessário implementar uma metodologia que possibilita-se obter um apreciável conhecimento sobre a temática em questão e com isso explorar da melhor maneira possível vários campos de análise relacionados com os RCD.

Primeiramente, foi efetuada uma pesquisa ativa sobre o tema em questão e todos os campos relacionados com o mesmo. Tal pesquisa foi necessária para a elaboração fundamentada do Estado da Arte, algo que se revela um ponto essencial para a verdadeira perceção do tema e principalmente para adquirir um perfeito conhecimento do estado atual em que se encontra a gestão de RCD a nível Nacional, Europeu e Mundial, bem como o impacto que a gestão deste tipo de resíduos tem no nosso meio ambiente e população.

Para o maior desenvolvimento do conhecimento e concretização dos objetivos estipulados tornou-se fulcral pesquisar sobre vários temas relacionados com os RCD, desde o papel que estes têm nos dias de hoje, a sua produção, recolha, tratamento, entre outros. Para a realização desta procura de informação, inicialmente serviu como base de auxílio a biblioteca da Universidade do Minho através dos Serviços de Documentação disponíveis e numa fase

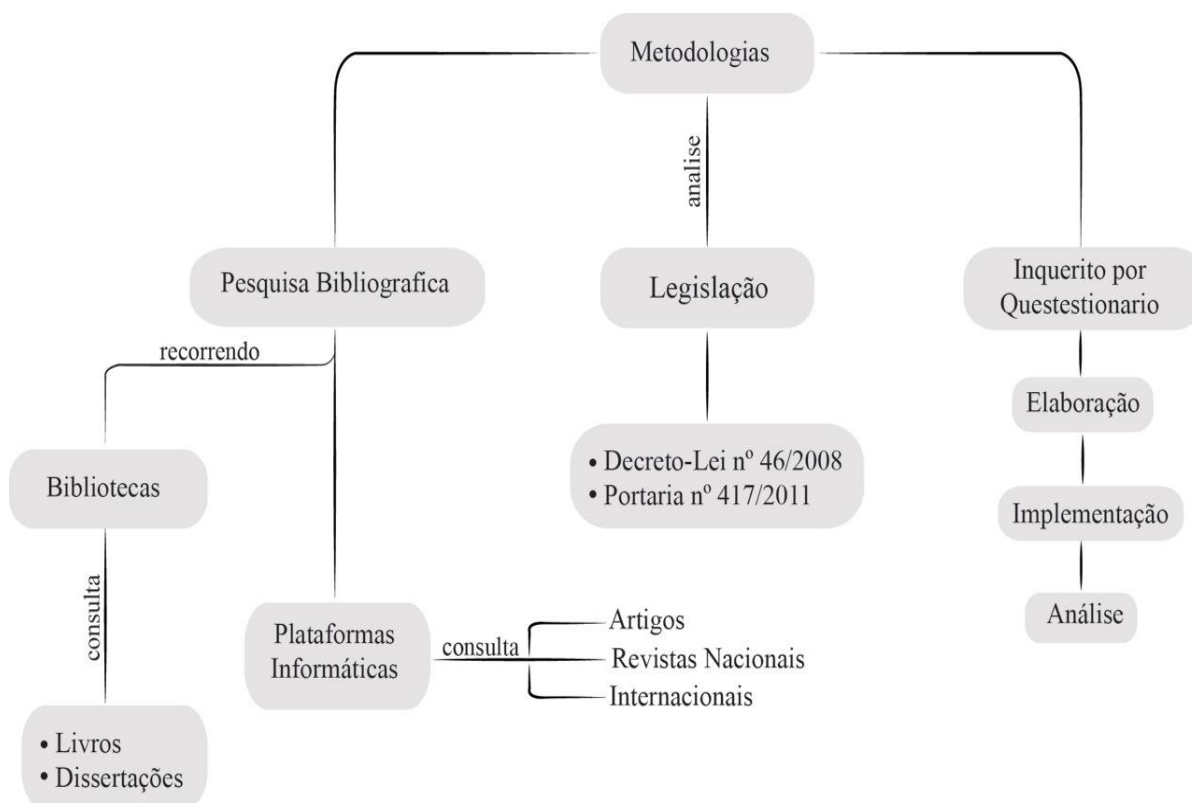


posterior, a procura foi alargada a outras bibliotecas com o objetivo de obtenção de uma maior quantidade de informação útil. No entanto a pesquisa recorrendo somente a bibliotecas especializadas não foi suficiente para a obtenção do nível de conhecimento desejado, recorrendo-se assim à consulta de revistas internacionais da especialidade com vista a recolher um conjunto de artigos científicos relevantes no sentido de se obter uma maior e melhor aquisição e consolidação de conhecimento. Devido à normal dificuldade de aquisição deste tipo de revistas e artigos, a pesquisa destes itens foi feita principalmente via on-line, através de diversas plataformas informáticas como o portal B-on, RepositóriUM, A-to-Z, entre outras. Também foi feita uma recolha de dados estatísticos, através do Instituto Nacional de Estatística (INE) e outras fontes credíveis, bem como a recolha de informação com base na legislação em vigor, presente no Diário da Republica Português nomeadamente Decretos-Lei e Portarias relacionadas com os RCD.

Para que fosse possível obter um vasto conhecimento do tema em questão, foi necessário recorrer a uma exploração bastante pormenorizada dos vários pontos relacionados com os RCD. Esta fase tornou-se fundamental para o desenvolvimento dos diferentes trabalhos que a dissertação em causa exige e sustentação de uma análise crítica bem estruturada.

A recolha de informação dos projetistas relativamente aos diversos parâmetros que constituem a gestão dos resíduos foi um ponto bastante importante no desenvolvimento da temática em questão. A respetiva obtenção de informação foi alcançada através de inquéritos onde foi possível perceber qual a opinião dos projetistas referente à situação atual da gestão dos RCD, que aspetos têm maior preponderância na escolha dos processos de demolição, a sua opinião sobre o atual Decreto-Lei e quais consideram ser as principais barreiras para a implementação da demolição seletiva.

Seguidamente será apresentado um organograma representativo da metodologia adotada, sendo assim mais fácil a compressão das várias etapas realizadas ao longo do trabalho.



**Figura 1** - Organograma representativo da metodologia adotada

Com o seguimento da metodologia apresentada foi possível atingir os objetivos já mencionados e criar condições para que, no futuro, o trabalho sirva de apoio a futuros estudantes que necessitam de adquirir conhecimento sobre o tema desenvolvido.

#### 1.4 Estrutura da dissertação

Na secção seguinte irá ser explicado a estrutura que compõe a dissertação, através da descrição do conteúdo dos seus vários capítulos. Assim sendo, a dissertação foi estruturada da seguinte forma:

**Capítulo 1** – No primeiro capítulo é feita a introdução do tema da dissertação em questão, onde se refere a importância do tema e qual o seu enquadramento nos dias de hoje. A necessidade de utilização de métodos de construção sustentáveis foi um dos pontos mais visados neste capítulo, explicando o porquê da sua importância. O modo como o trabalho foi desenvolvido também foi um dos pontos desenvolvidos, bem como a motivação que levou ao



desenvolvimento do estudo. Os objetivos estabelecidos para a realização desta dissertação também foram mencionados.

**Capítulo 2** – Neste capítulo o tema fulcral foi o impacto ambiental cada vez mais evidente do setor da construção civil. Inicialmente é feito um enquadramento deste setor, sendo descrita a sua evolução ao longo dos tempos e com isso o desgaste cada vez maior que esta provoca no meio ambiente. Posteriormente, são retratados os resíduos de construção e demolição, desde a sua definição e composição, passando pela sua origem. As causas que provocam o aparecimento deste tipo de resíduos são também abordadas, algo fundamental para se ter a perceção do motivo do aparecimento destes mesmos. A descrição de como os resíduos são classificados também é efetuada.

**Capítulo 3** – A finalidade deste capítulo passou fundamentalmente pela descrição de como é feita a gestão de RCD. Em primeiro lugar passou-se por apresentar a legislação que se encontra em vigor em Portugal, no que diz respeito a gestão de resíduos. De seguida, foi abordado a hierarquia usada na gestão de resíduos e apresentados dois modelos atuais de gestão de resíduos, ou seja, gestão de RCD na fase de projeto e em obra, sendo explicado como estes dois modelos contribuem para a minimização da formação de resíduos e as mais-valias que proporcionam no futuro. O correto modo como deve ser feito o acondicionamento, triagem e transporte dos resíduos em obra também foi um dos temas abordados. Outro ponto abordado e com bastante importância é o panorama atual da gestão de RCD tanto em Portugal como na Europa, algo necessário para se ter a correta noção se o tratamento destes resíduos, em Portugal, se encontra no mesmo nível de desenvolvimento comparativamente com os restantes países europeus.

**Capítulo 4** – Este quarto capítulo incide essencialmente sobre um método de demolição ainda pouco usado em Portugal, a chamada desconstrução ou demolição seletiva. Inicialmente começa-se por analisar a evolução dos vários processos de demolição ao longo do tempo. De seguida, passa-se para o retrato dos vários métodos de demolição usados na construção civil portuguesa, identificando quais os mais utilizados pelas empresas da área para demolir edifícios e infraestruturas. Outros aspetos analisados foram os vários fatores que influenciam a escolha do processo de demolição e os diferentes processos de demolição existentes. Seguidamente, passou-se a abordar com enorme cuidado a demolição seletiva, sendo descrito cuidadosamente em que se baseia esta técnica de demolição e a importância que o seu uso tem tanto no ponto de vista económico como ambiental. As suas vantagens também foi um ponto



abordado. Outro ponto de enorme importância retratado está relacionado com os obstáculos que impedem que este método de demolição seja usado com uma maior frequência nos dias de hoje. O retrato da demolição seletiva em Portugal também foi explorado.

**Capítulo 5** – O quinto capítulo teve como finalidade a descrição do inquérito efetuado, recorrendo a questionários, a um grupo específico que contacta diariamente com o problema da gestão dos resíduos de construção e demolição, nomeadamente projetistas. É explicada a metodologia adotada para a elaboração do inquérito, modo adotado para a análise dos dados recolhidos e seguidamente são apresentados os resultados obtidos, assim como a análise geral dos resultados.

**Capítulo 6** – No último capítulo é feita uma conclusão final do estudo efetuado, sendo descritas quais as conclusões obtidas ao longo do desenvolvimento da dissertação. São ainda apresentadas propostas de trabalhos futuros.







## **2 IMPACTO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO**

### **2.1 Enquadramento histórico**

Após a revolução industrial, o consumo de materiais na construção civil teve um aumento muito significativo. Este consumo de matérias-primas atingiu valores nunca antes vistos, sendo feito sem qualquer consciência ambiental e sem a percepção dos problemas que este consumo exagerado poderia trazer no futuro.

A indústria da construção civil representa atualmente um setor que necessita de um grande consumo de matérias-primas. Este consumo e posterior desperdício tem sido cada vez maior e mais evidente com o passar dos anos e, paralelamente, a proteção do meio ambiente aparenta estar a ser constantemente ignorada.

Atualmente, as práticas de construção e demolição executadas nesta indústria são as principais responsáveis pelo grande desgaste do meio ambiente, através do esgotamento dos recursos naturais que este fornece e da poluição do mesmo. Para combater este sucessivo desgaste do meio ambiente é necessário utilizar um conjunto de técnicas e métodos, no setor da construção, que não impliquem os sucessivos desperdícios de grandes quantidades de matérias-primas, possibilitando o seu reaproveitamento. É de todo necessário que os vários intervenientes na construção civil comecem a dar cada vez mais importância ao grande desperdício de materiais que se verifica todos os anos e ao pouco reaproveitamento dos mesmos. A adoção de técnicas mais amigas do ambiente não será só benéfica para o meio ambiente mas também em termos económicos para as empresas deste setor.

A preservação ambiental e os sucessivos ataques que o ambiente sofre por parte do setor da construção civil são temas muito discutidos nos dias de hoje. Esta discussão tem obviamente um papel relevante, capaz de alertar para esta problemática, no entanto, a aplicação de medidas concretas para defesa do meio ambiente é atualmente a questão mais fulcral.

### **2.2 Enquadramento no setor da construção civil**

Nos dias de hoje, a indústria da construção civil é um setor caracterizado por um grande consumo de recursos, o qual tem vindo a ser aumentado ao longo dos anos. Este sucessivo



aumento de consumo faz com que seja cada vez mais difícil proteger o meio ambiente do enorme desgaste que esta indústria provoca no mesmo.

As práticas da construção e demolição, executadas nesta indústria, são as principais responsáveis por estes desgastes através do esgotamento dos recursos naturais e da poluição do meio ambiente. O combate contra este tipo de poluição tem sido muito difícil ao longo dos vários anos.

Infelizmente, estes problemas que tanto afetam o nosso planeta, têm avançado a um ritmo avassalador, sendo que a implementação de alternativas sustentáveis através da alteração da mentalidade das populações, não é de facto um processo fácil. Esta mudança de mentalidade será fundamental para caminharmos para a resolução, ou minimização destes males, sendo necessário que tanto o cidadão comum como entidades privadas e públicas ganhem consciência da gravidade do problema que tem em mãos.

O ambiente não foi desde sempre prejudicado pela construção ou demolição de edifícios ou estruturas, ou pelo menos de forma tão acentuada como nos dias de hoje. Pode-se identificar a revolução industrial (ocorrida em meados do século XIX) como o início da era do consumo exagerado.

Somente a partir do século XIX é que esta revolução começou a ter impacto no resto do mundo, onde instigou um conjunto de transformações tecnológicas que se refletiram nos processos construtivos até então utilizados. Como é facilmente compreensível, com esta revolução industrial os níveis de consumo atingiram valores que até a altura eram considerados inatingíveis. Segundo Bragança (2010), os níveis de consumo de energia em 1998 são cerca de 6 vezes superiores em relação ao ano de 1950.

Nos dias de hoje, o sector da construção civil é responsável por uma parte muito significativa dos resíduos gerados em Portugal e em grande parte dos Estados membros da União Europeia (EU). Segundo o Decreto-Lei nº 46/2008, estima-se que haja uma produção anual global de 100 milhões de toneladas RCD.

Na indústria da construção civil são executadas uma grande variedade de tarefas, estando estas tarefas presentes no início dos processos produtivos até á sua conclusão. Devido a este facto, não existe atualmente outra indústria económica que consuma uma quantidade tão elevada de matérias-primas como o setor da construção civil. A absorção de milhões de



toneladas de recursos naturais não renováveis e outros que demoram centenas de anos a recuperar (como a madeira) para criação de matéria-prima é feita sem qualquer tipo de consciência ambiental.

A Agência Europeia para o Ambiente (AEA) apresentou um estudo em 2002, no qual informa que o setor da construção civil consome cerca de metade dos recursos naturais que são extraídos anualmente única e exclusivamente para consumo, apontando que 40% dos resíduos industriais sólidos produzidos derivam das atividades de construção e dos processos de extração de recursos, sendo que os RCD são os principais resíduos visados pela política de gestão da UE. Somente a atividade da construção civil gera metade dos resíduos sólidos, um indício que provoca bastante preocupação e que se traduz num claro sinal que algo tem de ser feito no seio desta indústria. É fundamental repensar o modo como são executadas diariamente as várias práticas utilizadas neste setor, de modo a que estas sejam substituídas por práticas que não prejudiquem e preservem mais o meio ambiente (Sepúlveda, 2007).

Devido à gravidade dos factos mencionados anteriormente, o trabalho que se irá desenvolver tentará contribuir para uma maior divulgação e procura de soluções mais sustentáveis no âmbito da gestão de RCD. No capítulo seguinte será exposto um conjunto de técnicas com o intuito de otimizar a gestão dos resíduos, que são produzidos durante as várias fases da construção, fazendo assim diminuir a enorme quantidade de RCD gerados e por consequência, reduzir a quantidade de matéria-prima consumida. Uma correta gestão dos resíduos em obra é fundamental para a resolução do problema atual e não só trará vantagens para o meio ambiente, como também para as empresas que operam no setor da construção civil.

Como é facilmente imaginável, é muito complicado fazer com que o sector mude realmente a sua posição no que toca a investimentos nesta área. É difícil convencer as empresas a investirem na gestão dos resíduos, quer para equipamento de deposição em obra, quer para custos de transporte dos RCD, formação de mão-de-obra, etc. Tal mudança torna-se ainda mais complicada tendo em conta a falta de sensibilidade que as empresas apresentam em relação a esta área em estudo e sobretudo à falta de formação e medidas tomadas em Portugal no que diz respeito à gestão de resíduos.



## 2.3 Resíduos de construção e demolição

### 2.3.1 Definição de RCD e a sua composição

Com base no artigo 3º do Decreto-Lei nº178/2006, 5 de Setembro, entende-se por Resíduo de Construção e Demolição como sendo “o resíduo proveniente de obras de construção e demolição e da derrocada de edificações”, englobando as operações de reabilitação, ampliação e alteração.

De todos os resíduos, os RCD (representados na figuras 2) são certamente o que tem a composição mais heterogénea. Apresentam-se geralmente na forma sólida, com dimensões físicas variáveis, sendo que a sua composição depende geralmente do tipo de obra e da região.



**Figura 2** - Resíduos de construção e demolição aglomerados em obra (fonte: Google images)

De seguida, é apresentada na tabela 1 com as percentagens dos vários materiais que fazem parte da composição dos RCD:

**Tabela 1** - Materiais constituintes RCD (fonte: Brito, 2006)

<b>Materiais</b>	<b>% Peso Total</b>
Betão, Alvenaria e Argamassa	50
Madeira	5
Papel, Cartão e outros combustíveis	1 - 2
Plásticos	1 - 2
Metais (incluindo aço)	5
Brita de restauração e pavimentos	20 - 25
Asfalto	5 -10
Lamas de dragagem e perfuração	5 - 10

Com o visionamento da tabela seguinte, haverá uma maior facilidade na percepção de quais os principais tipos de resíduos gerados na UE, consoante o tipo de obra. Outro fator que poderá ser analisado através da tabela são as principais origens desses resíduos. Os materiais que normalmente são recuperados em cada um dos três tipos de obra, também podem ser visualizados aquando da análise da respetiva tabela.

**Tabela 2** - Principais resíduos gerados na União Europeia (fonte: Lourenço, 2007)

<b>Tipo de Obra</b>	<b>Tipos de resíduos</b>	<b>Principais origens</b>	<b>Materiais que são normalmente recuperados</b>
Demolição	Alvenarias, betão armado e betão pré-esforçado, metais ferrosos e não ferrosos, madeira, cerâmicos, plásticos, vidram, produtos de gesso e estuque, ferragens e guarnições e materiais de isolamento;	Edifícios residenciais e não residenciais, estrutura de engenharia civil (pontes, viadutos, chaminés, entre outros);	Metais para reciclagem, entulho para enchimentos, algumas ferragens e guarnições para revenda, alguma madeira para reutilização e pequenas quantidades de tijolos;
Construção	Na maioria, solos e rocha, desperdícios de tijolo e outros cerâmicos, restos de betão, aço, madeira, tintas e embalagens;	Trabalhos de movimentação de terras, desperdícios e restos de materiais de trabalhos de construção	Solos e rochas para enchimentos;
Reparação e manutenção	Semelhantes aos resíduos de demolição: betão, alvenaria, solos e produtos betuminosos;	Reabilitação e transformação de edifícios. Manutenção de sistemas de transporte;	Semelhantes aos resíduos de demolição. Entulho para enchimentos;

### 2.3.2 Origem

Segundo Botelho (2010), um RCD é caracterizado por ser uma mistura de material proveniente de atividades de construção e demolição, nos quais são incluídos materiais como o betão endurecido (proveniente das fundações, lajes, pilares, entre outros), alvenarias, madeira e uma grande variedade de outros materiais como vidro, isolamentos, coberturas, tubos, solo, etc.

Os RCD advêm geralmente dos vários tipos de obras, desde novas obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, trabalhos hidráulicos, demolição de edifícios, obras de



reabilitação, construção de estradas e reabilitação das mesmas. Os desperdícios na construção resultam de perdas de materiais, verificadas ao longo dos processos praticados tanto a nível de produção, como em obra, aquando da execução prática dos projetos.

Quando em obra se verifica uma produção excessiva no fabrico do material, uma quantidade desse material irá ser desaproveitado posteriormente. Este desaproveitamento causará um aumento significativo no impacto ambiental da atividade (Mália, 2010). Por consequência, este consumo desmedido de materiais vai trazer graves consequências financeiras aos empreiteiros que estiverem à frente das respetivas obras, através da elevada formação de resíduos no local e como já referido, ao nível ambiental serão sentidas as devidas consequências. Este consumo exagerado implica um maior gasto financeiro devido a aquisição de matérias que mais tarde serão desaproveitadas, necessidade de um maior número de horas de trabalho para correção dos erros e inevitavelmente, implicará um atraso no prazo definido para a finalização da obra (Canedo, 2011).

Um dos aspetos mais importantes, que exemplifica bem a origem dos resíduos, é que para a formação dos mesmos é obrigatório a intervenção humana, pois os processos naturais por si só não geram resíduos.

Podemos dividir os resíduos em três grupos tendo em conta o seu estado: sólidos, líquidos ou gasosos. A origem da sua existência pode ter variadas explicações, como por exemplo a transformação de matérias-primas, processos de extração de recursos naturais, fabrico e consumo de produtos e serviços, etc.

A acumulação de resíduos no meio ambiente é da inteira responsabilidade do homem, pois após serem depositados em locais impróprios para tal vão provocar diversos problemas de poluição e desperdício de materiais. Por vezes torna-se incompreensível o modo irresponsável e negligente com que o Ser Humano gera as grandes quantidades de resíduos produzidos por ele próprio, não efetuando o tratamento dos mesmos.

A sua origem resulta numa grande parte da aplicação dos materiais e do sobredimensionamento dos materiais necessários. Isto significa que provêm de danos e desperdícios resultantes da sua aplicação e restos de embalagens associadas ao transporte e armazenamento de materiais.





### 2.3.3 Causas que provocam a formação dos resíduos de construção

Existem diversas causas que contribuem para a formação dos RCD, no entanto, nenhuma dessas causas se desenvolve sem a intervenção do Ser Humano. Como já foi dito, o Ser Humano lida de forma negligente com o aparecimento de resíduos, optando quase sempre pela resolução mais fácil, ou seja, depósito dos resíduos em aterro.

Segundo a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) (1997), em Portugal a produção de resíduos atingiu os valores de cerca de 8 milhões de toneladas em 1995 e 11 milhões de toneladas em 1997. Esta elevada produção deve-se ao facto de o setor da construção civil apresentar uma grande diversidade de processos, sendo que a enorme complexidade de execução de alguns processos contribuiu de forma decisiva para o aparecimento ainda em maior número dos RCD. Este surgimento ainda é mais propício devido á quantidade de intervenientes que geralmente se encontram presentes nas diversas fases de um edifício, respetivamente na sua fase de produção e conceção.

Devido à atual situação económica que todos os países em geral atravessam, tem-se começado a notar um significativo aumento de interesse pelas verdadeiras causas do aparecimento dos resíduos e quais as causas que provocam a sua formação. Este aumento de interesse deve-se aos custos de eliminação de resíduos, que tiveram um impacto muito grande em todo o sector.

No sentido de se determinar quais as causas que provocam o aparecimento de resíduos foram efetuados vários estudos neste âmbito. As causas que se consideram mais comuns são (Canedo, 2011):

- Consumo excessivo de materiais;
- Erros cometidos na fase de execução do projeto da obra;
- Danos provocados aos materiais através da sua má utilização em obra;
- Ocorrência de vandalismo;
- Inexistência de registo referente á entrega de materiais e sua utilização em obra;
- Necessidade de se efetuar trabalhos imprevistos, com o intuito de se fazerem reparações indispensáveis;
- Material deixado ao abandono após a conclusão de todos os trabalhos no local da obra;
- Resíduos gerados nos escritórios presentes no local.



Na realização das construções são geradas grandes quantidades de resíduos, demonstrando um desperdício irracional de material: desde o momento da sua extração, passando pelo seu transporte e chegando à sua utilização em obra. Outro ponto alarmante desta questão é a não realização da segregação desses materiais que são descartados, o que gera contaminação desses materiais que poderiam ser mais tarde reciclados e novamente utilizados numa outra atividade da construção civil.

Segundo Mendes (2004), “A razão desta irracionalidade é distribuída por toda a sociedade, não só pelo aumento do custo final das construções como também pelos custos de remoção e tratamento do entulho. Na maioria das vezes, esse resíduo é retirado da obra e disposto clandestinamente em locais como terrenos baldios, margens de rios e de ruas das periferias, gerando uma série de problemas ambientais e sociais, como a contaminação do solo por gesso, tintas e solvente, a proliferação de insetos e outros vetores contribuindo para o agravamento de problemas de saúde pública”.

Em suma, existe um vasto leque de causas que provocam a formação de resíduos, contudo há duas causas que mais se destacam, nomeadamente os erros na fase de execução dos edifícios e a falta de sensibilidade quando se depara com este tipo de problema. A utilização excessiva de material, falta de cuidado com estes mesmos materiais por parte de vários intervenientes, dimensionamento feito de forma incorreta, são os principais erros que se observam durante a fase de execução. Quanto à falta sensibilização por parte dos vários intervenientes, verifica-se que existe ainda um elevado desinteresse pelas causas que geram este tipo de resíduos que tanto prejudicam o nosso meio ambiente, no entanto vai se notando uma ligeira alteração de mentalidades.

#### **2.3.4 Classificação de RCD**

Devido à crescente produção de resíduos em vários setores de atividade, sentiu-se necessidade de se efetuar uma melhor gestão dos mesmos. Sendo assim, uma correta caracterização dos resíduos através de critérios homogêneos revelou-se fundamental para atingir essa boa gestão. Atualmente, os RCD são caracterizados tendo em conta as suas formas distintas, no que diz respeito as suas características físicas e químicas. Essa sua caracterização varia consoante a atividade que origina a sua formação. Os RCD podem ser agrupados em 3 grupos distintos: resíduos de construção (RC), resíduos de demolição (RD) e os resíduos que derivam das obras de remodelação, reabilitação e renovação (Faria, 2010). Na tabela 3 é possível verificar os três



grupos de resíduos referenciados e a percentagem que cada um tem na constituição global dos RCD produzidos na UE. (Botelho, 2010):

**Tabela 3** - Tipos de RCD existentes e suas percentagens (fonte: Botelho, 2010)

<b>Tipo</b>	<b>Percentagem (%)</b>
Resíduos de construção	10 - 20
Resíduos de remodelação, reabilitação e renovação	30 - 40
Resíduos de demolição	40 - 50

Citando Canedo (2011) “Os RD, o tipo de resíduo que esta presente em maior percentagem nos RCD, como facilmente se compreende, diz respeito ao material residual que advém da demolição de edifícios (Figura 3) ou outras estruturas. Este processo provoca um elevado volume de resíduos, especialmente material inerte e solos, e a sua composição é por norma bastante diversificada, variando a mesma conforme o tipo de obra demolida e do grau de seletividade da demolição”.



**Figura 3** - Resíduos gerados através do processo de demolição (fonte: Google images)



Devido ao facto da fonte deste tipo de resíduos ser a demolição de edifícios, a heterogeneidade é facilmente uma propriedade que os caracteriza, sendo portanto muito difícil de definir qual é a sua composição tipo. Os RD podem também ter origem nouro tipo de fontes, com características muito diferentes do processo de demolição mas igualmente com capacidade para produzir uma grande quantidade de resíduos e com diferentes propriedades. Entre essas fontes destacam-se: os diferentes tipos de construção e respetivas técnicas construtivas associadas às várias zonas do país, onde os materiais característicos dessa região têm normalmente prioridade em serem usados; a época em que se efetua a construção; qual o uso a que a obra se vai destinar e ainda os materiais aplicados no revestimento e acabamentos (Ruivo & Veiga, 2004).

Os resíduos de demolição são aqueles que mais contribuem para os RCD. Averigua-se que quase metade da quantidade de RCD produzidos em toda a UE corresponde a resíduos provenientes da demolição (RD). Esta percentagem tão elevada significa que é durante a fase de demolição que se geram mais resíduos e por isso deve existir uma maior atenção sobre esta fase em relação as restantes.

Os resíduos de construção são os que estão presente em menor quantidade na constituição dos RCD. Estes apresentam como característica principal o facto de derivarem do défice de racionalização de matéria-prima. Essa má racionalização levará posteriormente ao uso de quantidade excessiva de matérias que mais tarde se irá traduzir em desperdício. Os RC derivam de uma enorme variedade de materiais e elementos deixados ao abandono. A origem destes resíduos advêm de novas construções, acumulação de variados tipos de embalagens, paletes de transporte de materiais originárias de fornecedores, de elementos danificados ou defeituosos, de fragmentos de materiais diversos resultantes do seu corte, manuseamento ou fabrico *in situ* ou simplesmente de desperdícios resultantes do processo construtivo (Rui & Veiga, 2004).

Importa ainda destacar que este tipo de resíduos pode ser formado através de operações como os movimentos de terras, em que se enquadra perfeitamente a remoção da vegetação existente no perímetro da obra e ainda os solos de escavação.

Quanto ao último tipo de resíduo, resíduos de remodelação, reabilitação e renovação, este destaca-se dos outros dois pois não está conectado com a fase de construção ou demolição de edifícios. No que diz respeito a sua composição, esta pode ser descrita como muito variada



pois as áreas que necessitam de reparações nos edifícios são muito diversificadas, variando assim os tipos de materiais a utilizar nessas reparações. Pode-se dizer que os resíduos de remodelação, reabilitação e renovação têm mais aspetos em comum com os resíduos de demolição do que com os resíduos de construção.

Como já referido anteriormente, com o aumento significativo da produção de resíduos que se tem vindo a realizar, sentiu-se a necessidade de realizar um catálogo onde os vários resíduos seriam lá descritos, servindo como base de apoio para a identificação dos mesmos. Com esse fim criou-se o CER (Catálogo Europeu de Resíduos). Esta classificação tem vindo a sofrer sucessivas alterações, tendo-se ainda verificado a adoção de uma nova classificação, denominada de LER (Lista Europeia de Resíduos – Anexo).

A classificação LER é muito semelhante à do CER, apresentando no entanto algumas diferenças. Para além de classificar um número maior de resíduos, inclui os resíduos considerados perigosos, algo que não se verificava no CER.

Segundo a Agencia Portuguesa Ambiente (2009), no que respeita à lista de resíduos, estes podem ser definidos da seguinte forma:

- Caracteriza-se por ser uma lista harmonizada de resíduos, sendo necessário ser examinada periodicamente à luz de novos conhecimentos;
- É necessário ter bem presente que o facto de um resíduo estar presente na referida lista, não significa que o mesmo seja identificado como um resíduo em todas as situações;
- Com efeito, um material só é considerado resíduo quando corresponde à definição de resíduo na alínea a) do artigo 1º da Diretiva 2006/12/CE;
- Os resíduos de construção considerados perigosos são assinalados com a simbologia «\*», consoante com os critérios estabelecidos na Diretiva 91/689/CEE relativa a resíduos perigosos;
- Os diferentes tipos de resíduos incluídos na lista são inteiramente definidos pelo Código LER – código de seis dígitos para os resíduos e, respetivamente, de dois a quatro dígitos para os números dos capítulos e subcapítulos.





### **3 GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO**

#### **3.1 Legislação em vigor**

Em Portugal verificou-se a inexistência de uma legislação específica no que diz respeito ao tratamento e gestão de resíduos de construção e demolição até ao ano de 2008. A ausência de uma legislação que abrangesse este tipo de resíduos, de constituição não homogénea, frações de dimensões variadas e a sua classificação diversa, fazia com que a sua gestão e quantificação fossem tarefas bastante complicadas de se executar. Devido a este facto, nos últimos anos tem-se vindo a assistir a um défice na correta gestão dos RCD, fazendo com que na maioria das vezes estes resíduos fossem depositados em aterros clandestinos, contribuindo de forma direta para a inevitável degradação do meio ambiente. Na indústria da construção civil, a produção de RCD era feita de forma descontrolada e sem qualquer tipo de fiscalização.

O ponto de viragem verificou-se no ano de 2008, altura em que foi elaborado o Decreto-Lei nº46/2008 de 12 de Março e ainda a Portaria nº417/2008 de 11 de Junho. Foi a partir da criação do respetivo Decreto-Lei e Portaria que os resíduos passaram a ter um regulamento de carater obrigatório sob pena de serem aplicadas coimas aos não-cumpridores.

Os dois diplomas legislativos foram, e ainda continuam a ser, importantíssimos na gestão de RCD, pois antes da sua criação havia um reduzido controle e era escassa a regulamentação do fluxo de RCD. Devido a estes constrangimentos e incongruências, as dúvidas relativamente às técnicas a usar para a triagem e valorização de RCD eram imensas, isto fez acelerar a criação de um novo documento legislativo próprio caracterizado por ser mais completo e ponderado (Canedo, 2011).

Assim sendo, a criação da primeira regulamentação direcionada especificamente para a gestão deste tipo de resíduos surgiu aquando da publicação do Decreto-Lei nº46/2008. Este diploma vem instituir a obrigatoriedade da gestão de resíduos resultantes de obras ou demolições de edifícios ou derrocadas, compreendendo a preservação, operações de recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação. Veio também reforçar a responsabilidade que todos os intervenientes têm que assumir durante o ciclo de vida dos resíduos. Em seguida, são expostos os principais fundamentos desta regulamentação:



- Aponta para a sustentabilidade ambiental da atividade de construção numa perspetiva de ciclo de vida dos materiais, estabelecendo o que é necessário definir nas fases de projeto e execução de obras, tais como metodologias e práticas a adotar que privilegiem a aplicação dos princípios da prevenção e redução e da hierarquia das operações de gestão de resíduos;
- Prevê a reutilização de solos e rochas que não contenham substâncias perigosas provenientes de atividades de construção, sejam reutilizados nos trabalhos da obra de origem, ou noutra obra sujeita a licenciamento ou comunicação prévia, na recuperação paisagística de explorações mineiras e de pedreiras, na cobertura de aterros destinados a resíduos ou ainda em locais licenciados pela câmara municipal (alínea 1 e 2 do artigo 6.º);
- Introduce a preocupação de utilização de materiais reciclados no sector da construção, promovendo o mercado dos reciclados, com o estabelecimento de critérios de qualidade, com a aprovação de especificações técnicas relativas à utilização de RCD em obra (alínea 2 do artigo 7.º);
- Obriga a uma triagem de resíduos no local da sua produção, com objetivo do seu encaminhamento por fluxos e fileiras de materiais, o que aumenta a possibilidade de reciclagem ou outras formas de valorização e reduz as quantidades de resíduos que são depositados em aterro;
- Este diploma introduz a obrigatoriedade de execução de um Plano de Prevenção e Gestão (PPG) de RCD nas empreitadas e concessões de obras públicas, que assegura o cumprimento dos princípios gerais da gestão de RCD;
- Para obras particulares sujeitas a licenciamento ou comunicação prévia, define as obrigatoriedades do produtor, nomeadamente assegurar um sistema de acondicionamento adequado que permita uma gestão seletiva, assim com metodologias de triagem e registo de dados de RCD;
- Responsabiliza o operador de gestão de resíduos a preencher uma guia de acompanhamento de RCD por cada transporte, e após a receção dos resíduos deve emitir um certificado de receção de RCD, no prazo máximo de 30 dias, que comprova a receção dos resíduos nas suas instalações.

No que diz respeito a Portaria nº417/2008 de 11 de Junho, esta foi criada pouco tempo depois da publicação do Decreto-Lei. A sua criação foi feita com o intuito de colmatar uma





necessidade imposta pelo próprio setor. Segundo Godinho (2011), esta portaria estabelece o regime de transporte de resíduos, no entanto é específica para os RCD, identificando os intervenientes no processo de gestão de resíduos. Caracteriza-se por definir a obrigatoriedade de preenchimento de guias de acompanhamento de resíduos. Este modelo prevê dois tipos de guias de acompanhamento de RCD, provenientes de um único produtor e detentor e proveniente de mais de um produtor/detentor.

### 3.2 Hierarquia de Gestão de Resíduos

No Decreto-Lei 178/2006, de 5 de Setembro, regime geral de resíduos, estão definidos os princípios de hierarquia de gestão de resíduos, conceito revigorado pelo Decreto-Lei nº46/2008, de 12 de Março. Na figura 4, representa-se a hierarquia de gestão de RCD, por ordem de prioridade, ou seja, a reutilização em obra é o método de gestão mais aconselhável, seguida da triagem em obra. Caso não seja possível nenhuma destas operações, deve ser justificada e feita a gestão dos resíduos em lugar afeto à mesma. Como ultima solução, é efetuado o encaminhamento dos RCD para operador licenciado (Borges, 2007).



**Figura 4** - Hierarquia da gestão de RCD (fonte: Borges, 2007)

A adoção de metodologias e práticas deve ser feita nas várias fases de projeto e obra, isto para que seja possível o cumprimento dos objetivos dispostos nestes diplomas que incidem sobre a gestão dos RCD, segundo a hierarquia de gestão de resíduos, representado na figura 5.



**Figura 5** – Hierarquia dos conceitos referentes á gestão de RCD nas fases de projeto e obra (fonte: Borges, 2007)

Durante a fase de projeto deve-se ter em conta a correta escolha do tipo de materiais a utilizar, bem como as medidas de reutilização de materiais e promoção da utilização de materiais não perigosos, para evitar a produção deste tipo de resíduos. Estas medidas devem constar no Plano de Prevenção e Gestão (PPG) de RCD, elaborado em fase de projeto.

Já na fase da obra, para que se verifique uma redução de produção de resíduos, deve-se verificar as corretas quantidades de materiais necessárias para evitar sobras e reutilizar os RCD sempre que possível. Quanto a valorização de RCD, deve-se verificar potenciais resíduos recicláveis em obra ou encaminhar para local onde se efetue a valorização do RCD, constituindo uma forma de promover a utilização de materiais reciclados.

Se não existir a possibilidade de se colocar em prática as operações acima mencionadas, e apenas em último caso, deve-se encaminhar os RCD para aterro.

### **3.3 Modelo de gestão ao longo do projeto**

No âmbito do processo de gestão de resíduos na construção, a valorização dos recursos e prevenção ambiental nas várias fases deve ser da responsabilidade de todos os intervenientes que contribuem para a produção destes mesmos resíduos, durante todo o seu ciclo de vida. Existem vários intervenientes que atuam durante as várias fases do ciclo da vida dos resíduos, entre os quais se destacam os Projetistas na fase do projeto, os Empreiteiros e Diretores de



Obra na fase de execução e ainda os Operadores de Gestão de Resíduos na fase de gestão dos RCD.

Estudos realizados por Osmani *et al.*, (2007), indicam que um terço do total dos resíduos produzidos na construção são originados durante a fase projeto, no entanto, o grande aparecimento dos resíduos verifica-se na fase de construção, devendo por isso ter-se uma atenção ainda maior durante o período em que esta fase ocorre. Embora ainda não seja dada uma grande primazia nos dias de hoje, as decisões que possam vir a ser tomadas durante a fase de projeto são fulcrais para que seja praticada uma eficaz gestão de RCD na fase seguinte, ou seja, ao longo da execução da obra.

### **3.3.1 Gestão de RCD na fase de projeto**

Foi comprovado, através de estudos feitos ao longo dos anos, que existem práticas eficazes que conseguem reduzir uma quantidade muito considerável de resíduos de construção, ainda durante a fase de projeto. Após um contacto direto com diversos projetistas deste ramo, foi facilmente verificado que existem vários tipos de cenários de projeto que, em função de implicações diretas no seu modo de ser executado, demonstram um elevado nível de eficiência (Baldwin *et al.*, 2007).

Pode-se dizer que são as tomadas de decisão e as abordagens realizadas pelos diferentes intervenientes no decorrer da fase de projeto que influenciam o processo de redução de resíduos em obra, bem como promoção de técnicas que não prejudiquem o meio ambiente, como é o caso da reutilização e reciclagem dos materiais que estão ligados ao processo de construção. Verifica-se que independentemente do local de construção, este apresenta sempre resíduos, contudo, a presença destes resíduos não significa que tenham sido consequência somente das decisões tomadas nesses locais. A fase de conceção assume-se como um papel basilar e divide a responsabilidade da formação de resíduos *in situ* com a fase de projeto. As várias tomadas de decisão que venham a ser estabelecidas durante a fase de projeto, como a escolha dos materiais ou do tipo de revestimentos, terão proporções que mais tarde serão sentidas na fase final da obra (Canedo, 2011).

Um estudo realizado por Osmani, Glass e Price em 2007, indica que o fator que mais contribuiu para a formação de resíduos está relacionado com as alterações feitas no projeto



durante o decorrer dos trabalhos. Estas alterações são efetuadas, na generalidade das vezes, devido às exigências de última hora impostas pelos clientes. Para que o aparecimento destes resíduos se verifique cada vez em menores quantidades, os clientes também precisam de adquirir uma maior consciencialização da gravidade da excessiva produção de resíduos, tendo a noção que as suas exigências de última hora podem ser muito prejudiciais para o meio ambiente. O estudo referido também indica que os erros verificados no caderno de encargos e a falta de informação dos desenhos são também um dos principais focos de formação de resíduos.

Para Baldwin (2007), os projetos são caracterizados por terem uma natureza viável, ou seja, o tipo de natureza é decretado com base no tipo de obra a que se destina esse planeamento prévio. Para além disso, este mesmo considera que os projetos podem ser divididos em três tipos distintos, os projetos destinados a construções em locais “virgens” ou “campos verdes”, projetos de demolição de uma estrutura com o propósito de se construir uma nova estrutura e ainda os projetos que visam reabilitar estruturas já existentes, recorrendo para isso à sua reabilitação, renovação ou extensões adicionais.

Consoante então o tipo de projeto, podem ser assim adotadas diferentes estratégias de desenvolvimento para cada um deles, sendo depois traduzida numa mais correta escolha da metodologia de construção e dos materiais que posteriormente serão utilizados em obra. Com a maior importância dada a este conjunto de aspetos e tomadas de decisão, as repercussões serão bastante benéficas, sendo traduzidas numa maior hipótese de redução nos desperdícios, potencializando da mesma maneira a redução de custos e danos ambientais (Canedo, 2011).

Poon & Jaillon (2002) definiram um conjunto de estratégias de projeto que, mediante a sua adoção, possibilitam a minimização de resíduos de construção. Na tabela 4 será apresentada uma síntese das diferentes estratégias de projeto para a minimização dos resíduos na construção.



**Tabela 4** - Diferentes estratégias de projeto para a redução dos resíduos na construção (fonte: adotado de Poon & Jaillon, 2002, por Canedo, 2011)

Local						Análise
Local virgem ou desocupado	Edifício existente					
Reutilização de materiais	Demolição	Reutilização da estrutura				Atraso na formação de resíduos de demolição (otimização do ciclo de vida e do edifício)
Materiais reciclados	Novo projeto construção	Renovação	Ampliação	Reabilitação		
	Flexibilidade	Otimizar vida do projeto	Projetar para reutilização e reciclagem	Sobredimensionamento da estrutura		
	Coordenação dimensional e normalização	Projeto modular	Minimizar trabalhos temporários	Evitar modificações no projeto final	Detalhes de projeto	Minimização dos resíduos de construção do projeto
	Controlo de material	Seleção de material	Utilização de materiais recuperados	Preferência de material		Seleção de materiais para minimizar desperdícios
	Tecnologias pouco poluentes no local		Materiais pré-moldados e pré-fabricados			Seleção do método de construção para minimizar o desperdício

Através da análise da tabela anterior, pode concluir-se que durante a fase inicial do projeto o projetista e a sua respetiva equipa de projeto devem ter sempre como objetivo o prolongamento máximo do ciclo de vida da estrutura. Esta condição é considerada fundamental e o aumento do ciclo de vida é conseguido retardando o máximo possível a produção de resíduos ou até mesmo impedir a sua aparição. A concretização deste objetivo é alcançada através da reabilitação, renovação e ampliação dos edifícios. A conceção dos edifícios deverá ser feita de modo a permitir a sua fácil remodelação no futuro e com isto prolongar efetivamente o seu período de vida útil.



No que diz respeito aos projetos elaborados para a construção de um novo edifício ou estrutura, os projetistas deverão prever um local em obra adequado para o depósito e separação dos resíduos, com isto será mais fácil valorizá-los mais tarde através da sua respetiva reutilização ou reciclagem.

Outro dos fatores que os projetistas devem ter em conta aquando da projeção dos edifícios é a disponibilidade que estes devem ter em receber alterações no futuro, relacionadas com o seu uso e funcionalidade. Para que isto aconteça, os projetistas devem prever diversos aspetos como por exemplo, materiais escolhidos devem ser de boa qualidade e devem dispor de características que permitam a sua valorização quando já não apresentarem as condições ideais para serem utilizados. Será necessário efetuar um rigoroso controlo e fiscalização dos materiais, sendo também imprescindível efetuar diversas ações de fiscalização que travem o desperdício dos materiais.

Os projetistas têm a árdua tarefa de prever situações que possam vir a surgir na fase posterior ao projeto, a fase de execução. Esta previsão é bastante importante pois permitirá ter a noção da quantidade de resíduos que serão gerados durante os diversos trabalhos em obra. Com esta previsão, será possível efetuar a escolha de processos construtivos que privilegiem a utilização de materiais alternativos e até componentes recuperados, evitando-se assim o desaproveitamento destes mesmos materiais, reduzindo produção de resíduos.

As medidas mencionadas anteriormente, sempre que postas em prática, permitem ao projetista realizar um projeto classificado como sustentável. As decisões tomadas durante a fase de projeto, caso não sejam definidas com base nas corretas medidas já descritas, podem ter repercussões bastante significativas e será muito difícil de as evitar durante a fase de execução. É necessário a aposta, por parte dos projetistas, em técnicas como a reciclagem, reutilização ou demolição seletiva, só assim será possível evitar uma grande quantidade de resíduos

### **3.3.2 Gestão em obra**

Para que haja uma boa gestão dos resíduos em obra é essencial promover boas práticas. Contudo, só a promoção das boas práticas não chega, é necessário fazer muito mais no local onde se estão a realizar os processos construtivos. Para que os RCD gerados em obra sejam



reduzidos a prevenção é um fator obrigatório. Esta redução é extremamente importante, pois por um lado permite evitar gastos elevados no tratamento dos resíduos, pois quanto menor for a quantidade de resíduos menor será o valor monetário despendido no seu tratamento. Por outro lado, a proteção do meio ambiente é também assegurada, havendo um menor consumo das suas materiais primas.

O envio de RCD para aterro deve ser a última solução a ser ponderada, sendo prioritário a redução destes mesmos através da prevenção. As causas da produção de resíduos na fase de execução podem ser bastante distintas, como por exemplo os vários erros cometidos durante o transporte dos resíduos, compra de quantidades não exatas dos materiais devido a elaboração de um mau planeamento, condições climatéricas desfavoráveis, entre outras.

Com base nessas causas, compreende-se facilmente a necessidade de uma maior e melhor fiscalização por parte dos empreiteiros e diretores de obra. Esta fiscalização mais exigente fará com que vários cuidados e normas que anteriormente não eram tidos em conta, passem a ser respeitados pelos diversos intervenientes nas várias fases de execução da obra. A mudança de atitude por parte dos trabalhadores também é necessária, tendo estes de ter cuidado durante todo o processo construtivo.

Quando é feita a triagem dos resíduos, estes são posteriormente recuperados e por consequência valorizados, usados depois em outras situações. Uma alternativa bastante vantajosa, podendo ser feita *in situ*, é a reciclagem dos resíduos. A reciclagem do material residual, feita em obra, proporciona uma valorização dos mesmos, não sendo assim desperdiçadas grandes quantidades de materiais (que mais tarde se refletirá de forma benéfica a nível financeiro). Os resíduos devem ser encarados como matérias-primas capazes de produzir recursos financeiros e nesse sentido, o próprio local onde a obra é efetuada deverá estar preparado com os equipamentos (figura 6) necessários para este reaproveitamento dos resíduos. No entanto, importa estabelecer este tipo de estratégias mas sem descurar a segurança dos trabalhadores que se encontra em obra e sem comprometer a execução dos seus trabalhos.



**Figura 6** – Equipamento de triagem dos RCD em obra (fonte: Google images)

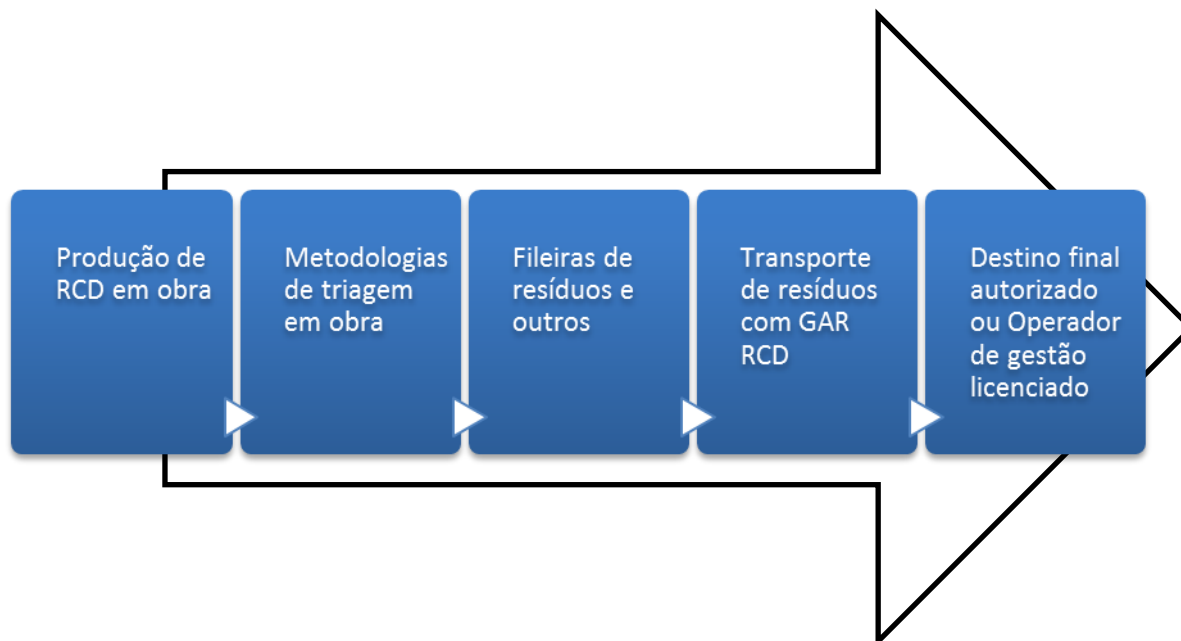
Para o correto funcionamento desta operação, é necessário criar um conjunto de condições que evitem o atrapalhar dos trabalhos. O estabelecimento do espaço mínimo necessário para armazenagem dos resíduos em obra é algo fundamental para a correta execução desta técnica. Contudo, os intervenientes devem ter em conta que os RCD deverão ser mantidos o mínimo de tempo possível no local onde está a ser executada a obra, sendo que os resíduos considerados perigosos não deverão ter um período de exposição superior a três meses. Estes resíduos considerados perigosos carecem de uma atenção maior, pois a sua reutilização é proibida e estes devem ser depositados em aterros por entidades devidamente especializadas no tratamento deste tipo de resíduos.

### **3.4 Acondicionamento, triagem e transporte em obra**

Segundo a legislação em vigor, Decreto-Lei nº46/2008 de 12 de Março, é da responsabilidade da entidade executante garantir a existência de um sistema de acondicionamento adequado que permita uma correta gestão dos RCD e a execução dos pressupostos no PPG de resíduos de construção e demolição.

Deve ser estabelecida uma metodologia de triagem em obra, ou nos casos em que tal não é possível, o seu encaminhamento para o operador de gestão licenciado. Na figura 7 é representado o esquema de estrutura de gestão de resíduos em obra.





**Figura 7** - Esquema de estrutura de gestão de resíduos em obra (fonte: Godinho, 2011)

Os resíduos devem ser triados, quando possível, em diferentes fileiras de materiais, tendo em vista a potencial reutilização ou reciclagem. À medida que os resíduos vão sendo produzidos, a sua separação deve ser efetuada no próprio local da obra, através da segregação de vários materiais. Estes resíduos deverão ser colocados em zonas de acondicionamento de resíduos, para que estejam disponíveis no estaleiro numa zona denominada Parque de Resíduos. Este espaço deve estar colocado em zonas visíveis e de fácil acesso, para possibilitar o seu uso de forma correta. Sempre que seja possível, os contentores, ou outros meios, devem ser colocados junto ao local de segregação do resíduo para evitar misturas entre os resíduos.

Para ser feita em obra a segregação e triagem dos RCD é necessário possuir os meios de acondicionamento necessários. Estes meios variam consoante a natureza de cada fileira de resíduos. Na figura 8, está representado um exemplo de um contentor usado em obra para o acondicionamento de resíduos.



**Figura 8** - Contentores abertos para acondicionamento de resíduos em obra (fonte: Google images)

É necessário que os vários intervenientes na obra sejam sujeitos a formações com o objetivo de lhes informar quais as melhores técnicas a utilizar para a separação e acondicionamento dos vários tipos de resíduos.

Deve ter-se em conta que a troca de contentores deverá ser efetuada após a triagem realizada em obra, o que permite a expedição dos resíduos da obra para o parque de armazenamento de resíduos do operador de gestão licenciado. Após a colocação dos resíduos no parque de armazenamento, estes são recolhidos e transportados por operadores licenciados e autorizados ao transporte destes resíduos. O transporte de resíduos deve ser acompanhado de uma Guia de Acompanhamento de Resíduos (GAR) específica para o transporte de RCD, de acordo com a Portaria nº417/2008 de 11 Junho.

Atualmente existem dois tipos de guias de acompanhamento de RCD:

- RCD provenientes de um único produtor/detentor, Anexo I, da Portaria nº417/2008;
- RCD provenientes de mais do que um produtor/detentor, Anexo II, da Portaria nº417/2008;

No que se refere ao modelo do Anexo I da referida Portaria, o seu modo de preenchimento é feito de uma forma muito simples. O produtor ou detentor do resíduo fica encarregue de preencher os campos II, III e IV. Já o transportador deverá preencher o campo I, sendo que o operador licenciado confirmará a receção dos RCD mediante de uma assinatura dos campos



respetivos da Guia e emite um certificado dos respetivos RCD, que posteriormente será enviado ao respetivo produtor.

O modelo presente no Anexo II da Portaria já mencionada, é preenchido de maneira muito semelhante ao do Anexo I. A única diferença reside no campo IV, pois como agora existe mais de um produtor/detentor, cada um deles terá de preencher o campo referido.

Um aspeto fundamental para que seja enviado o transporte adequado para a recolha dos resíduos, é a comunicação entre os técnicos da obra e os operadores de resíduos. Se esta comunicação não for efetuada, vários fatores como o tipo de resíduos, localização e acessibilidade em obra, poderão dificultar/impedir a recolha dos respetivos resíduos.

### **3.5 Panorama da gestão dos RCD**

É necessário analisar o estado da gestão de resíduos atualmente no mundo. Nota-se que o desenvolvimento de gestão de resíduos apresenta grandes variações de país para país, mesmo dentro da Europa existem discrepâncias notórias, no entanto a preocupação quanto a esta temática é igual em todos os países europeus. Na Europa há um grupo de países que apresentam um grande sucesso, como é o caso da Holanda e Dinamarca, na reciclagem de resíduos e existem outros países, onde Portugal e Espanha se integram, que começam a dar os primeiros passos para melhorar a sua cultura e hábitos no que diz respeito a gestão dos resíduos (Laranjeiro, 2001).

A AEA (2005) cita o seguinte “Os resultados que são apresentados para cada país não poderá ser comparado entre eles, verificando-se grandes variações dos resultados do mesmo item de país para país. Essa variação pode ser explicada por diferenças culturais e económicas verificadas entre os diversos países, para além de existirem diferenças para o mesmo assunto ou tipo de resíduo, acrescendo ainda o facto de não existirem na maior partes dos países sistemas de registos de informação relativa aos RCD, nem uniformidade de definições e critérios de registo.”.

Nesse sentido, na tabela 5 é possível verificar a enorme diferente que existe no tratamento dos resíduos entre vários países europeus e comprovar que vários países já praticam uma correta



gestão dos RCD, de forma efetiva. De salientar a elevada percentagem de resíduos que são depositados em aterro em Portugal.

**Tabela 5** - Quantidades e destino dos RCD na Europa (fonte: Sepúlveda, 2007)

Estado Membro	Quantidade de RCD (Mt) (aproximadamente)	Destino Final			
		Reutilizado (%)	Reciclado (%)	Encerado (%)	Aterro (%)
Alemanha	59	-	17	-	83
Reino Unido	30	-	45	-	55
França	23,6	-	15	-	85
Itália	20	6	3	-	91
Espanha	12,8	〈 5		〉 95	
Holanda	11,17	0	90	1	9
Bélgica	6,75	1	87	1	11
Áustria	4,7	-	41	-	59
Portugal	3,2	〈 5		〉 95	
Dinamarca	2,64	6	75	3	16
Grécia	1,8	〈 5		〉 95	
Suécia	1,69	1	20	17	62
Finlândia	1,35	3	42	24	31
Irlanda	0,57	1	0	0	99
Luxemburgo	0,3	〈 5		〉 95	
EU-15	180	-	-	-	-

### 3.5.1 Portugal

Em Portugal, só em 2008 foi estabelecida uma legislação específica sobre o tratamento e gestão dos RCD. A criação tardia da legislação, associada às diferentes características que este tipo de resíduos apresenta (grande variedade de dimensões, constituição e classificação), fez com que a gestão dos resíduos se tornasse algo bastante complexo de se realizar (Lopes, 2010). Como consequência, a valorização dos RCD nos últimos anos tem sido bastante lenta. Algo que contribuiu para essa reduzida valorização foi a crescente produção de resíduos e posterior depósito em aterros ilegais, estimando-se que, 70% dos RCD se encontram depositados em aterros ilegais (Borges, 2007).

Após um estudo feito em 2002 (orientado pelos Prof. Said Jalali e pelo Prof. Fernando Branco) estima-se que em Portugal há uma média de *produção per capita* de 440kg de RCD



por ano. Esta quantidade de RCD produzida por ano, apesar de ser bastante elevada, não seria tão alarmante se a grande maioria dos resíduos fosse tratada de forma correta e não tivessem o tratamento que habitualmente têm, ou seja, acabam depositados em aterros ou abandonados. Mesmo com a pouca obtenção de dados tanto a nível nacional como regional, estima-se que anualmente são produzidos cerca de 6 milhões de toneladas de resíduos, onde estão incluídos os resíduos produzidos na construção de estradas (Lipsmeier *et al.*,2002). Outro estudo, feito em 1999 pela The Symonds Group, indica que em Portugal são gerados 3.2 milhões de toneladas, no entanto, o referido estudo indica que não se trata de um número baseado em factos reais, apenas obtido através de uma estimativa.

Como se pode perceber, há uma discrepância bastante significativa de valores, em que tal se deve à reduzida informação disponível, algo que dificulta a obtenção do rigor mínimo exigido para a execução destes tipo de estudos. No entanto, neste momento em Portugal, é facilmente perceptível que há pouca ou nenhuma separação e/ou reciclagem de resíduos de construção e demolição. Estima-se que anualmente apenas 5% dos resíduos seja reciclado. Contudo, começam-se a verificar o surgimento de projetos públicos com o objetivo de mudar esta situação atual e contribuir para que em Portugal se faça uma correta gestão dos RCD.

Para que Portugal consiga atingir o nível dos países mais desenvolvido no campo da gestão destes resíduos, é necessário uma aposta mais séria na criação de uma legislação eficaz, que combata este grave problema e consiga estagnar o seu desenvolvimento negativo. A disposição de meios para a realização de estudos e procura de soluções são fatores muito importantes e necessários para atingirmos o nível referenciado em cima.

No ano de 2008, a Inspeção-geral do Ambiente e do Ordenamento do Território (IGAOT) publicou um documento intitulado “Resíduos de Construção e Demolição”, no qual foram referidos alguns problemas relacionados com a gestão de RCD em Portugal (IGAOT, 2008):

- Elevado volume de produção de RCD e conseqüente desperdício de materiais;
- Escassa informação e falta de sensibilidade para o assunto por parte dos produtores de resíduos;
- A existência de poucos locais de deposição legal, e os custos inerentes a esta deposição;
- A prática de queima em obra como forma de simplificar o processo de gestão de RCD;



- A falta de soluções de reciclagem e valorização.

Verificava-se que, na sua grande maioria, a descarga dos resíduos era feita em locais impróprios e de maneira ilegal, contribuindo assim, de uma forma relevante, para a degradação da qualidade do ambiente e da saúde humana (Ferreira, 2006).

Citando Torgal (2007) “Embora, exista um grande potencial para a reutilização e reciclagem dos RCD em Portugal, nomeadamente para serem utilizados como agregados para a construção, a esmagadora maioria segundo a “QUERCUS”, refere que cerca de 95% dos RCD gerados, ainda têm, tal como foi referido anteriormente, como destino final, o depósitos em aterro ou então são recolhidos por empresas não licenciadas, cujo local de descarga dos RCD é difícil identificar”.

### **3.5.2 Europa**

No que diz respeito a Europa, há uma grande diferença no desenvolvimento do setor da gestão dos RCD, entre os vários países. A zona da União Europeia (UE-15 Alemanha, Reino Unido, França, Itália, Espanha, Holanda, Bélgica, Áustria, Portugal, Dinamarca, Grécia, Suécia, Finlândia, Irlanda e Luxemburgo) é responsável por uma produção anual em média de 180 milhões de toneladas de toneladas de RCD, estimando-se uma taxa de reciclagem de 28%. A deposição em aterro é ainda uma das soluções recorrentes na grande generalidade desses países (Ruivo & Veiga, 2004).

Segundo os dados publicados pela AEA, a grande maioria dos resíduos produzidos na União Europeia deriva de fluxos principais: 26% dos resíduos advém do setor da Indústria, 29% do setor das Escórias da indústria mineira e resultantes da exploração de pedreiras, 22% do setor da Construção e demolição, 14% do setor Urbano e 9% do setor Agrícola, silvícola e outros. Os países que atualmente se encontram mais desenvolvidos no tratamento dos RCD são a Holanda, Bélgica e Dinamarca. Já nos países com baixo desenvolvimento podemos encontrar Portugal e Espanha.

Vários estudos incidentes sobre a produção de resíduos têm sido realizados por toda a Europa, no entanto, são destacados três estudos elaborados pelas companhias WBCSD (World Business Council for Sustainable Development), ETC/RWM (The European Topic Centre on



Resource and Waste Management) e EUROSTAT. As três companhias mencionadas elaboraram estudos com vista a estimar a quantidade de resíduos produzidos por toda a Europa num determinado ano. Os valores dos estudos são representados na tabela seguinte:

**Tabela 6** - Valores do total de RCD produzidos na Europa (fonte: Mathieu, 2011)

<b>Fonte</b>	<b>Total de RCD resultantes (milhões de toneladas)</b>	<b>Produção de RCD <i>per capita</i></b>
WBCSD 2009	510	1.1
ETC/RWM 2009	866	1.8
EUROSTAT 2010	970	2.0

### **3.6 Soluções de tratamento de RCD**

Nos dias de hoje para combater os problemas que os RCD colocam ao nosso meio ambiente é necessário, por parte do Ser Humano, a tomada de medidas que proporcionem a redução destes malefícios. É o Homem o principal responsável pela produção de resíduos e, nesse sentido, tem de ser este a resolver o problema, ou seja, tomar decisões de modo a evitar a sua produção em grande escala ou, em último caso, efetuar a sua racionalização.

Existem várias soluções para a redução dos efeitos nocivos provocados por estes resíduos, dentro das quais se destacam a reciclagem e reutilização de componentes de construção, uso da pré-fabricação e o uso de projetos para gestão de RCD.

No entanto, apesar de existirem soluções bastante eficazes, é necessário tentar prevenir ao máximo o aparecimento destes resíduos, para que se verifique uma redução do seu volume, podendo esta prevenção ser obtida recorrendo uma implementação concreta e eficiente da hierarquia de gestão de resíduos. Para a obtenção de resultados ainda mais satisfatórios deve-se começar a construir edifícios tendo em conta uma futura readaptação ou desmantelamento ao qual este poderá ser submetido.



### 3.6.1 Reciclagem e reutilização

Existe um certo preconceito quanto ao uso de materiais reciclados, no entanto devido à grande evolução tecnológica que se verificou nas últimas décadas, bem como o aumento da preocupação para a proteção ambiental, os intervenientes do sector da construção começaram a procurar criar alternativas e desenvolver técnicas construtivas usando materiais e componentes recicláveis.

O reaproveitamento dos materiais previne o desperdício e deposição de resíduos. Como já mencionado, os RCD são produzidos durante todas as fases do ciclo de vida de um edifício (fase de construção, manutenção e demolição), gerando-se assim uma vasta quantidade de resíduos e diversidade, muito dos quais podendo ser reutilizáveis/recicláveis se tratados de forma conveniente. Além das vantagens de cariz ambiental, a reciclagem permite também recuperar custos que provavelmente seriam dados como perdidos, caso os materiais fossem enviados para aterro. Esta técnica visa por valorizar os resíduos que numa primeira abordagem parecem inutilizáveis, podendo mesmo dizer-se que lhes atribui uma nova “vida”, atribuindo-lhes as condições necessárias para voltarem a ser utilizados no setor da construção civil.

Tanto no campo ambiental, social e económico, a reciclagem apresenta valores muito sugestivos. É importante salientar que sobretudo no campo ambiental e económico, a reciclagem incorpora uma grande vantagem pois permite reduzir a deposição de resíduos na medida em que produz novos materiais a partir de elementos que por algum motivo os consumidores já não acham que conseguem cumprir os objetivos pretendidos. Com a crise que o sector da construção atravessa, o facto de a reciclagem conseguir utilizar materiais que à partida estão operacionais, tem uma importância redobrada, pois vai trazer vantagens económicas muito significativas aos agentes que fazem parte deste sector.

Quando o processo de triagem e reciclagem dos RCD é executado, esta técnica implicará inúmeras vantagens, algumas das quais passam a ser mencionadas seguidamente (Algarvio, 2009):

- Provoca uma redução da má gestão e do abandono destes resíduos;





- Com o uso da triagem a grande generalidade dos componentes dos RCD são posteriormente encaminhados para reutilização e reciclagem;
- A reciclagem admite que a fração inerte dos resíduos possa ser utilizada como material secundário (agregado reciclado), reduzindo a quantidade de resíduos a depositar em aterro;
- A comercialização dos agregados reciclados (material secundário) é uma fonte de receitas para financiamento da gestão de RCD.

Se a sociedade pretende avançar para um crescimento sustentável e com isso preservar o meio ambiente, então a reciclagem, reutilização e redução do consumo dos recursos naturais são essenciais para o alcançar deste objetivo. A adoção destas técnicas, em detrimento da utilização de novos materiais ou deposição dos não reutilizáveis, permite a preservação do ambiente evitando que as áreas destinadas ao depósito legal atinjam o seu limite (Canedo, 2011).

### **3.6.2 O uso da pré-fabricação**

A situação menos positiva pelo qual atravessa o sector da construção civil tem estimulado as empresas na procura de soluções inovadoras que garantam uma diminuição dos seus custos, aumento da sua eficiência de processos de produção, segurança dos seus executantes e utilizadores, minimização de impactos ambientais e a qualidade do produto final.

Com a utilização destas soluções inovadoras, as empresas tentam garantir uma melhoria contínua da sua produtividade, por forma a manterem os seus níveis competitivos, face a um mercado caracterizado por uma oferta significativamente superior à procura e pelas crescentes exigências que são impostas diariamente pelos clientes em relação à qualidade da obra e do serviço pós-construção. A rapidez de execução também é um parâmetro com um elevado grau de importância, o qual é necessário garantir para a satisfação dos clientes.

Para que estas ações sejam obtidas com êxito torna-se fundamental aumentar os níveis de industrialização. Couto (2007) definiu o conceito de industrialização como “...um método baseado essencialmente em processos organizados de natureza repetitiva, nos quais a variabilidade incontrolável e casual de cada fase de trabalho, que caracteriza as ações artesanais, é substituída por graus pré-determinados de uniformidade e continuidade



executiva, característica das modalidades operacionais ou totalmente mecanizadas.”. Sendo assim, o conceito de industrialização defende princípios como a organização, planeamento, continuidade executiva, repetição e eficiência no processo de produção.

Com base no que foi descrito, a pré-fabricação demonstra que é uma solução bastante aceitável e que deve ser explorada. Pode-se dizer que a pré-fabricação é uma excelente aposta no ponto de vista económico, pois consegue dar resposta a exigente procura de mercado, visto que permite elevadas taxas de produção, oferecendo assim produtos a baixo preço, fazendo com que seja bastante atrativa.

Como exemplos de utilização deste processo em elementos construtivos temos: painéis pré-moldados destinados ao revestimento de fachadas, pórticos pré-fabricados e lajes pré-fabricadas em betão.

Segundo Couto, para uma melhor perceção dos benefícios da pré-fabricação são apresentadas de seguida algumas das vantagens que este processo pode trazer ao setor da construção (Couto & Couto, 2007):

- Produção em unidades industria vocacionada especificamente para esse fim, com rotinas de produção e pessoal especializado que possibilitam e facilitam um controle de qualidade eficiente ao longo de todo o ciclo produtivo, desde as matérias-primas aos ensaios do produto final;
- Rapidez de execução das estruturas em obra, fruto da capacidade de armazenamento dos produtos em fábrica e dos elevados ritmos de montagem conseguidos com o planeamento e sistematização das operações a realizar em obra. O ritmo de execução de estruturas torna-se ainda menos dependente das condições atmosféricas, sendo por isso mais fácil cumprir prazos e controlar os programas estabelecidos;
- Redução da probabilidade de acidentes que está diretamente relacionada com o número de horas de trabalho em estaleiro, que no caso da pré-fabricação é muito inferior, com o nível de profissionalismo e com a eficácia do equipamento.
- Reaproveitamento, em fábrica das cofragens, pela grande quantidade de elementos iguais que se fabricam;



- Possibilidade de conceber pensando no processo desconstrutivo e consequente reaproveitamento;
- Significativa redução da área de estaleiro;
- Redução da produção de resíduos e ruído em obra e diminuição dos gastos em energia;
- Redução dos custos de fiscalização;
- Redução dos custos de manutenção.

Cada vez mais se denota um avanço da indústria de betão neste tipo de processo. Tal ocorre pois o betão pré-fabricado apresenta melhores resultados em relação ao betão tradicional em diversos parâmetros, apresentando uma maior taxa de redução de resíduos (que por sua vez trará benefícios ao meio ambiente). Para além disso, verifica-se ainda uma redução no custo global de projeto e no ciclo de vida da construção, apresentando resultados muito mais sugestivos, podendo também realçar-se a maior facilidade de manutenção e qualidade estética, verificando-se uma melhoria geral na qualidade final do produto.

Apesar das várias vantagens mencionadas, ainda existem alguns aspetos que podem levar ao desinteresse do uso da pré-fabricação. A necessidade de se ter de recorrer a elementos de ligação adicionais, na grande generalidade dos casos, traduz-se num dos entraves a sua utilização. A grande necessidade de rigor e controlo nas ligações, maior pormenorização na elaboração dos projetos, maior necessidade de controlo e fabricação e uso exclusivo de mão-de-obra, são algumas das barreiras que a pré-fabricação precisa de ultrapassar ou apresentar soluções para contornar estas desvantagens aludidas.

No âmbito geral, as vantagens implementadas pela pré-fabricação superam as suas desvantagens. O meio ambiente também sai muito favorecido com a utilização deste processo, devido a redução dos períodos destinados à construção de edifícios e obras públicas, o que irá traduzir num impacto ambiental muito inferior.



## **4 DEMOLIÇÃO SELETIVA**

### **4.1 Evolução dos processos de demolição**

Foi por volta do ano de 1570 que a palavra “demolir” passou a ser usada, com o significado de destruição de um edifício ou estrutura (Godinho, 2011).

A demolição de edifícios consiste no ato de limpar o terreno para dar lugar a novas construções. Esta definição pode levar a pensar que o sector da demolição é uma área com poucos anos de existência mas acompanha o ser humano desde a sua origem. Os nossos antepassados necessitavam de recorrer a processos de demolição (mais rudimentares que os atuais) para derrubar rochas e outros elementos naturais e com isso, construírem os seus parques de habitação, sendo que estas atividades podem considerar-se os primeiros registos de demolição na história (Medina, 2007).

Ao longo dos últimos tem-se assistido a uma profunda revolução deste setor. Esta evolução iniciou-se com o surgimento de constantes inovações tecnológicas, exigências cada vez maiores do mercado cada vez mais competitivo e também com o aparecimento da ideologia da sustentabilidade das construções. A construção sustentável tem como assentamento a proteção do meio ambiente e a reutilização dos materiais provenientes da demolição de estruturas.

Tem-se verificado grandes mudanças na indústria da demolição no que diz respeito ao modo como os trabalhadores executam este processo, assim como os materiais que são utilizados por estes. Pode-se dizer que até há bem pouco tempo atrás, os processos de demolição tinham como único objetivo destruir completamente os edifícios/estruturas, fazendo com que fosse impossível de recuperar os materiais e resíduos que daí resultavam. Estes resíduos sofriam inevitavelmente um processo de inceneração ou então eram encaminhados para aterro. Com isto, o aproveitamento destes resíduos era praticamente nulo, trazendo consequência que se refletiam inevitavelmente no meio ambiente (Canedo, 2011).

As máquinas e equipamentos usados na execução de trabalhos de demolição também sofreram constantes evoluções com o decorrer dos anos. Os equipamentos com maior utilização baseiam-se na utilização da força hidráulica capaz de superar a resistência dos



materiais que compõe os edifícios e deste modo destruí-los. A título de exemplo, as escavadoras hidráulicas, hoje em dia muito usadas no setor da construção, evoluíram a partir de máquinas que inicialmente eram comercializadas para a agricultura e que posteriormente passaram a ter a função de movimentação de terras tendo sido, finalmente, adaptadas para máquinas de demolição de estruturas.

Outros equipamentos mais primitivos utilizados no processo de demolição, como era o caso da marreta ou a picareta, também evoluíram para martelos manuais automáticos, sendo depois adaptados a equipamentos de grande porte como as escavadoras hidráulicas. A evolução ia-se dando com o aumento das exigências que os materiais empregues nos edifícios impunham. Com o aparecimento em grande escala de edifícios em betão armado, surgiu a necessidade de se encontrarem novas soluções para a demolição destes, se necessário. Assim, perante esta necessidade, surgiu a possibilidade de estabelecer a ligação entre vários acessórios e escavadoras hidráulicas, aparecendo no setor da demolição novas ferramentas como as tesouras de corte para betão ou tesouras de corta para elementos metálicos. Estes acessórios vieram substituir o tradicional balde, que normalmente era utilizado nas escavadoras. Todas estas evoluções efetuadas tanto nos acessórios como nas máquinas às quais eles estão acoplados foram realizados no sentido de aumentar os níveis de segurança e o rendimento das operações (Fueyo, 2003).

Nos dias de hoje a demolição convencional ainda é muito usada. Apesar do aparecimento de novos métodos de demolição, a sua rapidez e simplicidade de execução faz com que o seu uso seja a técnica de demolição geralmente adotada. Aliada a estas vantagens de execução está ainda a falta de necessidade de mão-de-obra especializada e equipamentos de alta tecnologia. A construção de edifícios com elevada esbelteza ou de estruturas fortemente armadas e reforçadas foram fatores que motivaram o desenvolvimento de novas técnicas de demolição. Como já referenciado, a evolução destas novas técnicas foram acompanhadas pelos equipamentos usados neste setor, tendo como consequência que a indústria da demolição empregue cada vez menos operários. No entanto, existe uma necessidade de mão-de-obra mais especializada, promovendo alguns postos de trabalho bem remunerados. Ao serem usados equipamentos mais sofisticados e mão-de-obra especializada, os trabalhos de demolição serão feitos de forma mais otimizada, proporcionado assim uma melhoria de todo o processo. Atualmente, existe uma grande variedade de técnicas de demolição que se



distinguem uma das outras pela maneira como são executadas, pela tecnologia que implicam, custo que obrigam e rapidez de execução (Moussiopoulos et al., 2007).

## **4.2 Estado da Demolição em Portugal**

Atualmente as sociedades modernas encaram um aumento de produção de RCD. Mais de metade da população mundial vive em cidade, ou seja, existe um crescimento bastante significativo dos aglomerados urbanos. Segundo Ferreira (2006), pelo menos 60 cidades são habitadas com mais de 5 milhões de habitantes, Tóquio ou São Paulo são cidades que ultrapassam os 20 milhões de habitantes.

Atualmente, na grande maioria dos países, as populações vivem em cidades. Na Alemanha, 88% da população vive nas cidades, no Reino Unido 89% e na Bélgica a percentagem é ainda superior, atingindo os 97%. Por sua vez, a África e a Ásia do Sul, serão maioritariamente urbanas em 2025 (Canedo, 2011).

Em Portugal tem-se assistido a uma renovação contínuo dos centros urbanos em consequência do aumento da densidade populacional reaproveitando melhor o solo, sendo demolidas as edificações mais antigas que são substituídas por novas e modernas construções. Com 55% de população urbana, Portugal é considerado o segundo país mais rural da União Europeia mas é também um dos países com as maiores taxas de crescimento urbano (UNFPA, 2003). Como consequência deste crescimento urbano, o número de demolições também se evidenciaram.

Em Portugal, o número de demolições tem avançado a um ritmo avassalador. Este facto deve-se a enorme necessidade de melhor aproveitamento do solo, reorganização do centro das cidades, mudanças tecnológicas céleres na construção, mau estado das habitações e presença de materiais perigosos em alguns edifícios. Um fator que contribuiu bastante para o aumento do número de demolições foi o incremento de construções no parque habitacional em Portugal. Este incremento implicou a construção de edifícios de baixa qualidade, tendo como consequência a diminuição do ciclo de vida desses mesmos edifícios. Por este motivo, Portugal apresenta um conjunto de edifícios de péssima qualidade, o que conjugado com a pouco incentivo á reabilitação urbana, faz com que se verifique um número cada vez mais elevado de edifícios degradados (figura 9).



**Figura 9** - Edifício bastante degradado (fonte: Google images)

Existem em Portugal vários exemplos que refletem a péssima qualidade dos edifícios e “erros urbanísticos” (“prédio Coutinho” em Viana do Castelo (figura 10 a); “torres de Ofir” (figura 10b); Pavilhão do Dramático de Cascais), em que a única forma de resolução foi decretar a respetiva demolição dos edifícios, algo que até ao momento ainda não se sucedeu (Costa, 2009).



a)



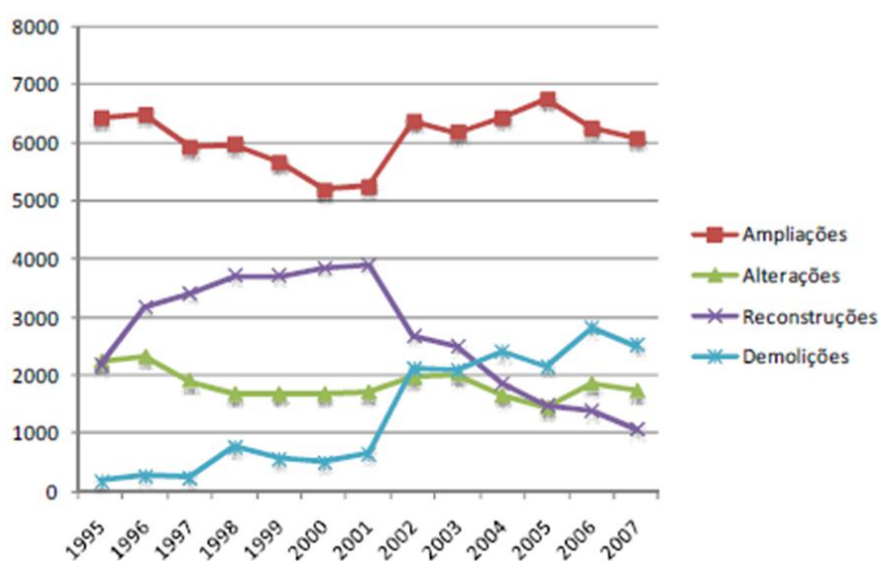
b)

**Figura 10** – Exemplos de erros urbanísticos em Portugal: a) Prédio Coutinho; b) Torres de Ofir; (fonte: Google images)



Com o objetivo de retratar a evolução do setor das demolições ocorridas em Portugal, efetuou-se uma consulta com base nos dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) e registou-se o número de licenças de construção e demolição, passadas pelas Câmaras Municipais.

Afigura 11 apresenta a evolução dos números de licenças emitidas pelas Câmaras Municipais (CM) para obras referentes a ampliações, alterações, reconstruções e demolições de acordo com o Instituto Nacional de Estatística (INE).



**Figura 11** - Licenças emitidas por tipo de obra em Portugal Continental (fonte: INE)

Após observação da figura 11, conclui-se que até 2001 as obras de ampliação de edifícios eram feitas em maior número, no entanto, a partir desta data verifica-se um decréscimo das obras de reconstrução e um aumento das obras de demolição. Pode parecer estranho acontecer esta situação, pois os conceitos do INE dizem que uma reconstrução é uma obra de construção subsequente a uma obra de demolição parcial, mas não é possível saber se essas obras de demolição parciais são contabilizadas para as obras de demolição. Contudo, isto leva a que se possa concluir que houve um desinteresse por parte dos proprietários pela reconstrução, nomeadamente em centros urbanos, optando-se pela demolição total, e posteriormente, a construção de novos edifícios. As obras em que se procede à alteração das características físicas dos edifícios não sofreram grandes alterações ao nível do número de licenças emitidas pelas CM, mantendo-se aproximadamente constantes ao longo do tempo.





Dos vários países europeus, Portugal é o que menos investe na reabilitação de edifícios. Em relação aos restantes países, investe menos de 10%, em que a atividade na área da reabilitação atinge os 50%. Esta percentagem deve-se em muito às várias dificuldades que o processo de reabilitação tem de enfrentar e também, pelo facto, de grande parte da construção existente, ser caracterizada por uma baixa qualidade e sem qualquer valor patrimonial, fazendo com que não haja qualquer motivação para se investir na reabilitação. Em muitas situações, quando se faz reabilitação, esta é apenas executada na fachada e não no interior (Couto & Couto & Teixeira, 2006).

Um estudo realizado pelo INE, no ano de 2009, revelou que houve um decréscimo de 21,5% de edifícios licenciados em Portugal, relativamente ao ano anterior. Este decréscimo vem se verificando desde o ano 2000. A grande generalidade dos edifícios licenciados destina-se a construções novos, representando cerca de 67,5% do total de edifícios. No ano anterior, as construções novas representavam cerca de 72,3% do total de edifícios, o que evidencia a importância crescente da reabilitação do edificado, no sector da construção.

Como já foi dito anteriormente, muitas vezes para a construção de novos edifícios outros têm de ser demolidos. No entanto, o sucessivo aumento de demolições provoca uma grande quantidade de resíduos de construção que, na maioria dos casos, só aumenta a quantidade de material, que é enviada para aterro.

Um estudo efetuado pela European Demolition Association, (EDA) prevê o aumento crescente da produção anual de resíduos, dos atuais 450Mt para cerca de 600Mt por ano, em 2020. Uma alternativa para tentar reduzir a quantidade de resíduos de construção de demolição que são enviados para aterros, é a adoção da desconstrução seletiva, de forma mais frequente, como processo de demolição.

Este conceito surgiu, tal como foi referido, com a necessidade de uma diminuição rápida dos resíduos produzidos, sobretudo através dos processos tradicionais de demolição. No entanto, e mesmo com o aumento da preocupação ambiental expressa pela sociedade, esta prática ainda não é muito verificada atualmente. Pode-se dizer que em Portugal não existe uma compreensão e aceitação relativamente ao processo de desconstrução.



Para que se atinja esse patamar, é necessário a divulgação e consciencialização de regras e regulamentações ambientais, junto das entidades envolvidas na Indústria da Construção, especialmente proprietários, projetistas e empreiteiros sobre a importância da desconstrução seletiva.

### **4.3 Processos de demolição**

#### **4.3.1 Fatores de escolha do processo de demolição**

A seleção do método de demolição a aplicar no derrube total ou parcial de uma estrutura pode depender de uma série de fatores e considerações que requer a sua análise e avaliação. Na atualidade, não existem programas que auxiliem os projetistas na tomada de decisão quanto ao método mais adequado a utilizar na demolição do edifício, sendo que esta é a fase mais fulcral no processo de demolição.

A escolha do método a adotar para se realizar uma demolição é extremamente complexa, pois engloba uma grande diversidade de fatores que não devem ser menosprezados e devem ser submetidos a uma revisão minuciosa, tendo em conta a variedade de construções existentes. No mundo atual, as estruturas apresentam tipologias muito distintas e os materiais utilizados na sua execução são igualmente muito variados. Identificar um meio de demolição que seja comum à maioria das habitações é extremamente complexo, o que determina que uma avaliação prévia é extremamente importante, o que permitirá no futuro optar pela solução mais aconselhável (Canedo, 2011).

A boa escolha do método de demolição irá traduzir-se na execução de um processo seguro, rápido e que ao mesmo tempo permita um melhor aproveitamento dos resíduos de demolição, fazendo com que os danos provocados no meio ambiente sejam mais reduzidos.

De acordo com Kasai *et al.* (1988), existem oito fatores que afetam a escolha da técnica de demolição, sendo que todos os edifícios/estruturas estão sujeitos apenas a uma única combinação desses fatores. Esses fatores são:

#### **1. Forma estrutural do Edifício**

Este fator encontra-se relacionado com os aspetos físicos do edifício (idade, altura, tipo, estabilidade e os materiais usados durante a construção).



## **2. Escala da estrutura a demolir**

Relaciona-se com as dimensões da estrutura do edifício, ou seja, um edifício de grandes dimensões pode apresentar um complexo método económico, por sua vez, um edifício pequeno pode ser demolido à mão.

## **3. Localização da estrutura**

A planta de acesso pode influenciar/afetar a escolha do equipamento a utilizar para efetuar a demolição.

## **4. Níveis permitidos de incómodo**

Esta relacionado com os níveis de incómodo causado durante o processo de demolição, ou seja, ruído, poeira e vibração, variando em função da estrutura.

## **5. Âmbito da demolição**

Âmbito da demolição seletiva (alguns métodos não são os mais adequados para se realizar uma demolição parcial).

## **6. Utilização da estrutura**

Refere-se ao tipo de utilização que a estrutura teve, pois estruturas danificadas serão tratadas de forma diferente em relação as restantes.

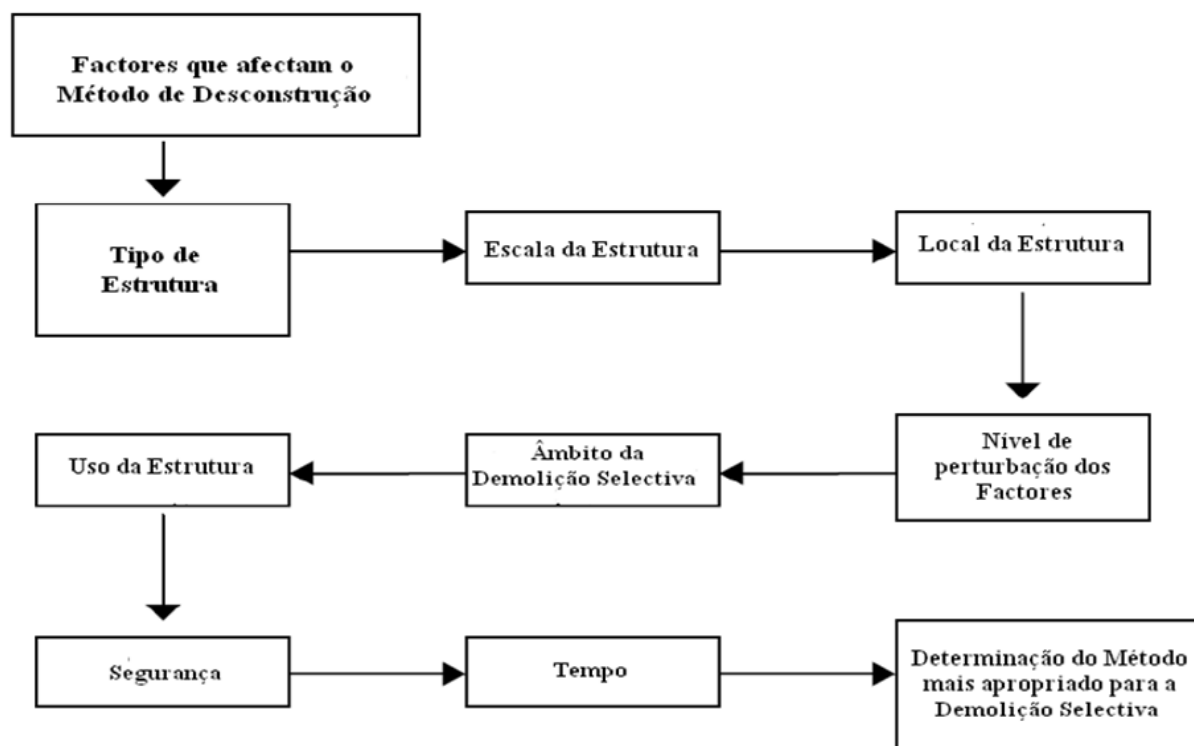
## **7. Segurança**

Este fator está relacionado com a segurança dos trabalhadores, do público e do meio ambiente.

## **8. Tempo**

Pode ser considerado um dos fatores que maior influencia têm na escolha do método de demolição.

Na figura 12, será representado um esquema com os oito fatores anteriormente descritos, para uma melhor perceção da sua influência na escolha do processo de demolição.



**Figura 12** - Fatores que afetam a escolha da técnica de demolição (Bowes,2000)

Com o passar dos anos e sucessivas evoluções, foi necessário efetuar uma revisão de todos estes oito fatores descritos. Como se pode verificar, mais de metade dos fatores (os seis primeiros fatores) referem-se somente aos aspetos físicos da estrutura a demolir, sendo que os dois últimos estão relacionados com a segurança e o tempo. Estes dois fatores demonstram que os aspetos físicos não eram o único requisito exigido e que há outras questões com um peso bastante assinalável na altura da escolha do melhor método de demolição.

A este grupo inicial de oito fatores foram acrescentados mais três, em que estes três fatores estão relacionados com questões como o custo, legislação e o meio ambiente (McGrath et al., 2000).

### **9. Destino dado aos materiais e componentes recuperados**

A seleção do método de demolição deverá ter como referência principal o método de demolição seletiva. Por exemplo, a escolha de certos métodos de demolição (que recorrem ao uso de explosivos) vai reduzir os edifícios em escombros, fazendo com que seja quase impossível obter um elevado grau de reutilização dos materiais que pertenciam ao edifício.



## **10. Cultura da empresa de demolição na fase de execução**

As empresas geralmente escolhem um método específico ou equipamento que estejam mais familiarizadas, o que se compreende perfeitamente, pois a sua experiência com esse método fará com que tenha maiores probabilidades de sucesso.

## **11. Custo**

Pode-se afirmar que, em conjunto com o fator Tempo, o custo é um dos fatores que maior influencia tem na escolha do método de demolição a utilizar. Se um método apresentar um elevado custo ao dono da obra e não apresentar vantagens significativas, a sua escolha é pouco provável. Cada vez mais, os donos de obra procuram escolher métodos que executem as tarefas o mais rápido possível e ao menor preço.

Estes onze fatores apresentados, após ponderados, devem então servir de base para a escolha do processo de demolição a empregar. De referir ainda, que uma das técnicas que permite a obtenção de uma elevada taxa de reaproveitamento (através da demolição de elemento por elemento) e que por isso se caracteriza como sendo um método de demolição manual é a demolição seletiva, também denominada por desconstrução, que será descrita num dos próximos subcapítulos (Lourenço, 2007).

### **4.3.2 Diferentes processos de demolição**

Neste capítulo serão descritos e analisados os vários processos de demolição que podem ser utilizados na demolição total ou parcial de uma estrutura.

Na tabela seguinte (“Les techniques de démolition des ouvrages en béton”, 1982) estão representadas algumas das técnicas de demolição mais utilizadas no setor da construção civil. Estas podem ser utilizadas separadamente, mas geralmente são empregadas várias técnicas que se complementam, de acordo com as características do edifício



**Tabela 7** - Sistema Classificativo de Técnicas de Demolição (fonte: “Les techniques de démolition des ouvrages en béton”, 1982)

Grupo Principal	Subgrupo	Variante
<b>Com recurso a equipamento mecânico</b>	Por embate, empuxe, tração ou escavação	Por ferramentas manuais e martelos pneumáticos, hidráulicos ou elétricos (Demolição Manual)
		Por impacto (bola de grande massa ou pilão)
		Com retroscavadoras, giratórias ou pá de arrasto e acessórios (tesoura, triturador, pinças, martelo, etc.)
		Por tração de cabos
		Derrube ou afundamento
<b>Processos térmicos</b>	Lança térmica	
	Maçarico	
	Laser	
<b>Uso controlado de meios explosivos</b>	Explosões (no meio ambiente)	Mecanismo tipo telescópio
		Mecanismo tipo derrube
		Mecanismo tipo implosão
		Mecanismo tipo colapso sequencial
<b>Processos abrasivos</b>	Corte diamantado	Serra com disco
		Serra com fio
		Carotagem
	Jacto de água e areia (hidrodemolição)	
	Ataque químico	

Estas técnicas apresentadas na tabela 7, podem ser distribuídas por vários métodos de demolição, os quais se passam a descrever (Lourenço, 2009):

- Demolição elemento a elemento: Esta técnica baseia-se na demolição manual dos edifícios. Quando a demolição seletiva é escolhida este método trata-se de o mais indicado, uma vez que permite uma demolição controlada, com grande capacidade de recuperação de materiais e com poucas probabilidades de danificação e contaminação dos materiais recuperados, permitindo que a sua valorização seja a máxima possível;



- Demolição com controlo reduzido: Nesta técnica apenas se torna necessário remover os elementos da estrutura que se encontram contaminados, para que assim não afetam os restantes resíduos. Comparativamente com a demolição elemento a elemento, este método oferece maiores riscos devido ao facto de haver um menor controlo em relação à forma de colapso da estrutura. As técnicas de demolição por empuxe e, tração por cabos e por explosão estão incluídas neste método;
- Demolição sem controlo: Como o nome indica, é o método que implica maiores riscos para o ambiente e para o Homem. As demolições por colapso deliberado e por impacto estão incluídas neste tipo de demolição;
- Demolição seletiva: Este tipo de demolição usa técnicas e equipamentos muito semelhantes as restantes formas de demolição, contudo, tem como grande diferença os métodos diferentes a que obedece. Enquanto os outros modos de demolição podem ser executados recorrendo simplesmente a uma só técnica, a demolição seletiva recorre sempre a pelo menos duas técnicas distintas, exemplo disso é a utilização da técnica da demolição manual durante a fase de desmantelamento do recheio do edifício e na fase de destruição da estrutura principal de edificação é utilizada a demolição global por derrube e afundamento;

#### **4.4 Desconstrução (Demolição seletiva): conceito, benefícios e obstáculos**

##### **4.4.1 Conceito de desconstrução e a importância do seu uso**

A construção sustentável envolve princípios básicos nas questões relativas à otimização do uso dos recursos naturais, como por exemplo, a utilização de fontes alternativas de energia, aproveitamento dos recursos naturais renováveis para garantir o máximo conforto das edificações, aproveitamento da água das chuvas, energia solar, etc., como também questões ligadas mais concretamente às obras, ou seja, como minimizar os desperdícios, reduzir o volume de resíduos produzidos, incentivar o reuso de elementos e componentes, correto destino dos resíduos que não podem ser reutilizados ou reciclados e a própria reciclagem de materiais.



Tendo em conta que a maioria dos recursos naturais que são usados na produção dos materiais utilizados na construção não são renováveis, fica bem evidente a importância de prolongar-se a vida útil destes materiais. Para que a vida útil dos materiais ou componentes seja prolongada, as técnicas e procedimentos adotados nas demolições devem privilegiar a recuperação dos respetivos materiais e consequente reuso.

Qualquer demolição pode ser definida como um conjunto de trabalhos realizados com o objetivo de eliminar fisicamente uma estrutura ou de tornar possível o reaproveitamento do seu espaço pelo que essa demolição poderá ter um carácter global ou parcial, tanto em construções com alguns anos como em construções recém-construídas.

Não há muitos anos atrás, todos os trabalhos de demolição, na maioria dos países Europeus, eram levados a cabo por destruição e todos os materiais daí resultantes sofriam um processo de inceneração ou eram depositados em aterro. Este processo é designado por Demolição Convencional (figura 13) ou Tradicional (DC).



**Figura 13** - Exemplo de execução da Demolição Convencional (fonte: Google images)

Em determinados países Europeus, a obtenção de licença para se construir edifícios novos em terrenos que não possuam qualquer de habitação é muito difícil. O uso da demolição total, na maioria dos casos em que se pretenda construir um novo edifício, é o método utilizado para remover o edifício existente.





A demolição de edificações é atualmente responsável pela produção de uma parcela significativa de todos os resíduos gerados pelas cidades e é neste contexto que a desconstrução vem surgindo como uma alternativa ambiental para a indústria da construção civil.

Desconstrução baseia-se num conceito recente despontado devido ao crescimento acentuado da demolição de edifícios e evolução das preocupações referentes ao meio ambiente, assente na possibilidade de ter uma elevada colaboração no desenvolvimento de uma construção cada vez mais sustentável. Desconstrução ou demolição seletiva de um edifício caracteriza-se por um processo de desmantelamento cuidadoso, com a intenção de permitir uma taxa elevada de recuperação de materiais e elementos de construção, consentindo posteriormente a sua reutilização e reciclagem (Couto *et al.*, 2006).

Por outras palavras, a Desconstrução pode ser entendida como a “desmontagem” de edifícios com o objetivo de maximizar a recuperação de materiais e componentes para reuso ou reciclagem. Desta forma, a Desconstrução seletiva significa, para além da não utilização de equipamento de grande envergadura, um maior recurso a técnicas de desmonte precisas e a trabalhos manuais de remoção de materiais.

Enquanto o processo de demolição geralmente acarreta a mistura de diversos materiais e inevitavelmente a contaminação de componentes que originalmente não representavam risco à saúde humana e ao meio ambiente, a desconstrução é na verdade a separação dos materiais.

A desconstrução visa atenuar o impacto que a indústria da demolição causa no meio ambiente através da fabricação de novos produtos e da limitação do volume de resíduos depositados indevidamente em aterros (“Manual de desconstrucció”, 1995).

Como já foi referenciado anteriormente, a demolição seletiva não corresponde a um só modelo, o que significa que este método de demolição admite vários modelos e graus de intensidade conforme os objetivos definidos e o contexto em que é realizado. Um ponto comum que se pode assinalar em todos os projetos de desconstrução seletiva é o facto de este processo de demolição se basear numa técnica de desmontagem gradual e seletiva, em que se empregam vários métodos e técnicas que dependem do modelo de demolição escolhido. O modelo que após o seu desenvolvimento, consegue equilibrar as importantes exigências

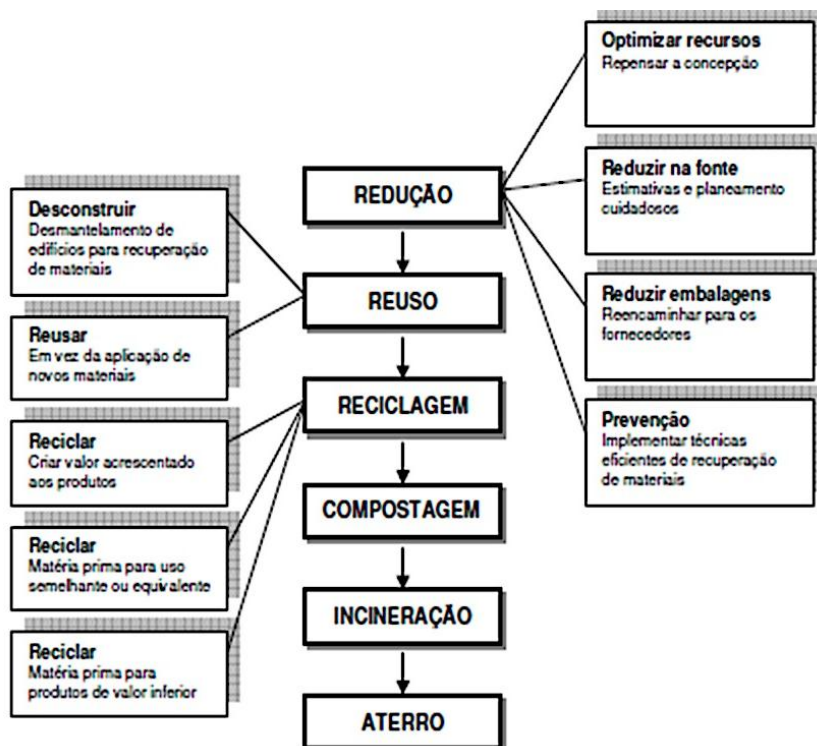


ambientais e as possibilidades oferecidas no contexto económico e tecnológico, é aquele que é considerado o ideal a ser usado (“Manual de desconstrucció”, 1995).

Para que este equilíbrio seja atingido, é necessário preparar um plano para a demolição. Só através da elaboração deste plano será possível que o processo de demolição contemple o maior nível de reutilização possível, algo que não acontece na demolição tradicional. Mesmo com o tempo e dinheiro despendido na composição deste plano, no futuro esse acréscimo de custo será compensado na poupança em custos de encaminhamentos dos resíduos que a elaboração do plano proporcionou (Ruivo & Veiga, 2004).

No entanto, no que diz respeito a Portugal, devido ao facto de ainda existir uma grande abundância de matérias-primas para o fabrico de materiais de construção, nomeadamente o betão, não existe no país a necessidade atual de encarar tecnologias de demolição seletiva como uma fonte de matéria-prima alternativa.

No sentido de explicar a importância da desconstrução no plano atual, será apresentado seguidamente um esquema (figura 14), onde se pode verificar que na hierarquia da gestão de resíduos, onde a demolição seletiva se encontra em plano de destaque.



**Figura 14** - Hierarquia da gestão de resíduos para a demolição e operações de construção (fonte: Couto *et al.*, 2006)

O processo da demolição seletiva é cada vez mais vista como uma alternativa á demolição tradicional, pois enquanto estes métodos têm como forma principal de atuar a derrocada dos edifícios, o método seletivo tem como princípio, o desmantelamento do recheio do edifício, no sentido da máxima recuperação dos materiais e posterior reutilização destes mesmos.

Utilizar a demolição seletiva como base para a sustentabilidade da reabilitação, também traz vantagens económicas e ambientais, no entanto, estas vantagens serão referenciadas no próximo subcapítulo.

#### 4.4.2 Vantagens da desconstrução

Como já foi referenciado, a desconstrução é uma solução que oferece taxas muito elevadas de reaproveitamento de materiais e componentes, obtida através do uso da reutilização e da reciclagem. Os seus benefícios são incomparáveis em relação à demolição tradicional. De uma maneira geral, o uso da desconstrução apresenta as seguintes vantagens (Canedo, 2011):

- Promove práticas “verdes”, como é o caso da reciclagem e reutilização de materiais;



- Incentiva à inovação e aparecimento de novas tecnologias que promovem o desenvolvimento sustentável do setor, contribuindo assim para um aumento de competitividade entre as empresas;
- Surgimento de novos mercados onde podem ser comercializados os materiais e componentes recuperados;
- Possibilita colher proveitos do ponto de vista económico, conseguido através da venda dos elementos recuperados;
- Diminuição muito significativa dos resíduos enviados para aterro;
- Maior facilidade para a reciclagem de materiais além de colaborar com a proteção do meio-ambiente;
- Preservação da energia “virtual” ou *Embodied Energy* (energia gasta em todo o processo de produção do material, desde a obtenção da matéria prima até a manufatura do produto final, incluindo os gastos de energia com transporte) contida nos materiais, através da prorrogação da vida útil do material ou componente;
- Vantagens de cariz social, entre as quais, criação de mais postos de trabalho, pois a desconstrução necessita de um maior número de trabalhadores.

Atualmente a comunidade ligada ao ramo da engenharia civil tem em mãos um enorme desafio que consiste na execução dos projetos, desta mesma área, em harmonia com o conceito de desenvolvimento sustentável. Torna-se então essencial um planeamento que seja exclusivamente direcionado para a própria desconstrução. Apesar de a desconstrução possibilitar obter elevadas percentagens de recuperação de materiais em obra, importa reforçar que este processo padece de superar algumas condições para que seja efetuado com um elevado grau de aproveitamento. O tipo de construção que irá ser demolida, bem como as limitações de tempo e o mercado de reciclagem local que se encontra disponível, influencia a quantidade de material recuperado em obra. Este tipo de condicionalismo comprova a importância do planeamento prévio do projeto de desconstrução, para que a quantidade de material recuperado no futuro se traduza em sucesso. Verifica-se que edifícios que são projetados tendo em vista a perspetiva futura da sua demolição de forma seletiva, as suas



atividades a desenvolver no fim do seu ciclo de vida serão bem mais simples, rápidas e eficazes. Assim sendo, é fundamental que a fase de demolição seja incluída no projeto de execução de novos edifícios, para que no futuro o seu desmantelamento reúna as condições mínimas de segurança e conforto (Canedo, 2011)

#### **4.4.3 Metodologia do processo de demolição seletiva**

A realização de uma demolição seletiva deve ser constituída por três fases distintas: a fase dos trabalhos prévios, fase de demolição e trabalhos posteriores.

Os trabalhos prévios de uma demolição consistem em trabalhos de planeamento da demolição. Assim sendo, todos os trabalhos de planeamento devem ser realizados por uma pessoa competente, experiente em todas as fases dos trabalhos de demolição a realizar (Hagen, 2007). Estes trabalhos devem ser compostos por estabelecimento de medidas gerais de segurança que se referem à comunicação da obra aos órgãos responsáveis, ao tratamento especial de certos locais do edifício, à desativação das instalações existentes, aos escoramentos prévios, o esvaziamento dos depósitos de combustível, à montagem de andaimes se necessário, o fornecimento dos meios para proteção pessoal, coletiva e para a correta evacuação dos materiais e elementos recuperáveis. Se for necessário manter durante a demolição alguma fonte de energia, água, ou outros utilitários (gás, cabos de telefone, drenagem...), tais linhas devem ser deslocalizadas ou protegidas, sendo que, a localização de qualquer utilidade deslocada, deve ser determinada e todos os trabalhadores devem ser informados, da nova localização (Chini, 2001). É importante que a demolição só comece depois de o abastecimento por estas redes ter sido desativado.

Por sua vez, antes de ser considerado o programa de desconstrução, a pessoa encarregada em gerir o programa, deverá criar um Plano de Segurança de Desconstrução, programa este que traduz uma enorme importância num processo de demolição seletiva. Esta plano deve conter informações no que diz respeito a orientação do trabalhador, identificação de perigos e de formação, assim como, orientações para utilização de ferramentas, proteção respiratória, proteção contra quedas e procedimentos (figura 15), para lidar com situações de emergência que possam surgir (Guy, 2003).



**Figura 15** – a) Trabalhador com equipamento (esq.); b) Capacete de proteção (centro); c) Arnês (dir); (fonte: “Guide to Deconstruction”, 2003)

Ainda deve ser incluído nos trabalhos prévios, o tratamento especial das partes do edifício onde existam ou estejam armazenados materiais perigosos ou elementos que por eles foram contaminados, durante o período de vida do edifício. Para o tratamento deste tipo de materiais, deve-se proceder ao seu isolamento dos restantes matérias produzidos no processo de demolição, para evitar a sua contaminação e devem posteriormente ser tratados e armazenados de forma adequada.

Uma vez findos os trabalhos prévios, pode dar-se início à fase de demolição que também é, por sua vez, constituída por duas fases: o desmantelamento dos materiais de revestimento da construção e, de seguida, a demolição do seu corpo estrutural.

No que diz respeito a fase de desmantelamento, esta consiste na remoção do recheio da edificação, e a técnica de demolição utilizada é a demolição manual. O desmantelamento tem por objetivo principal a recuperação, reutilização e reciclagem dos materiais da edificação (“Manual de desconstrucció”, 1995). As várias etapas que constituem a fase de desmantelamento são apresentadas na tabela 6, sendo que a ordem de trabalhos adotada não é necessariamente aquela que deverá ser cumprida.

**Tabela 8** - Etapas da fase de desmantelamento da demolição seletiva (fonte: Ruivo & Veiga, 2004)

Sub-atividade	Materiais	Comentários
Remoção seletiva dos materiais com valor comercial	Materiais arquitetónicos com elevado valor (como por exemplo lareiras, madeira trabalhada, algum ferro forjado e azulejos com funções decorativas, etc), alguns tipos de telhas, vidraças, portam envidraçadas, encaixes elétricos e alguns metais (tubos de cobre)	Se este processo não for efetuado, o local poderá ficar sujeito a atos de roubo
Remoção de outros materiais acessíveis	Vãos exteriores, interiores e todo tipo de divisórias leves e acabamentos removíveis, como tetos falsos, soalhos ou alcatifas. Seguem-se, com limpezas intermédias, as instalações especiais como elevadores, ar condicionados e outros. Removem-se então as coberturas e aparelhos elétricos	Estes materiais poderão ter algum valor comercial mas devem ser retirados essencialmente para tomarem o processo da reciclagem eficiente
Remoção de materiais acessíveis que, se não forem retirados, diminui o valor dos agregados após trituração	Materiais de madeira, plástico e volume de vidro excessivo. Por vezes, o gesso também pode ser retirado nesta fase	Aumento do valor dos agregados secundários produzidos a partir dos RCD
Remoção de materiais acessíveis que, se não forem retirados, torna os RCD em resíduos perigosos	Amianto e outros materiais perigosos	Redução da quantidade de RCD que tem que ir para aterros de resíduos perigosos
Tratamento químico <i>in-situ</i> de partes do edifício que foram contaminadas ao longo da sua vida e remoção apropriada	Materiais superficiais (paredes, soalhos e coberturas de telhados)	Este é um conceito relativamente novo. Só é provavelmente apropriado para estruturas industriais



De realçar que, devido ao facto de a maioria dos elementos de construção ainda não serem projetados para o seu desmantelamento, o processo de desmantelamento dos elementos de construção é considerado bastante caro. O elevado período de tempo que esta operação implica, também contribui para que não seja uma prática corrente nos dias de hoje (Lourenço, 2009).

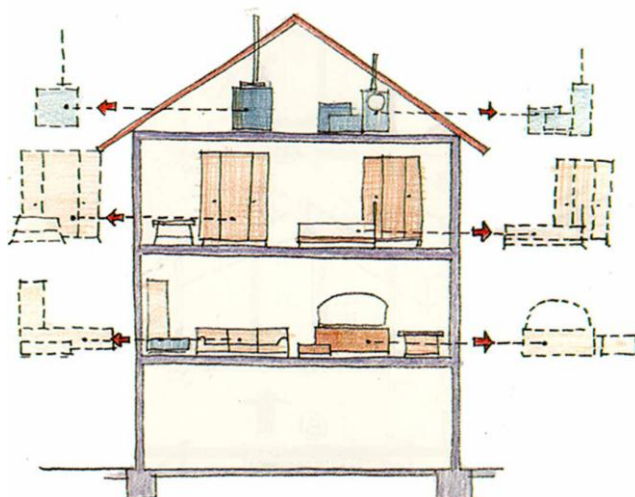
Quanto aos trabalhos de demolição de uma estrutura, estes deverão ser executados com uma enorme cautela e com recurso a técnicas que facilitem a seleção *in situ* (figura 16) dos materiais de modo a potenciar o seu valor e valorizá-los posteriormente junto do mercado (Canedo, 2011).



**Figura 16** - Triagem em obra de materiais que resultam do processo de demolição (fonte: Deconstruction Institute, 2005)

Antes do início do processo de demolição, a redução ao máximo do carregamento que os elementos construtivos suportam, deve ser executada. Nesse sentido, deve-se realizar uma redução do carregamento através de uma ordem que facilite o alívio das lajes de forma simétrica, processo que se encontra representado na figura 17. (*“Manual de desconstruicció”*, 1995).





**Figura 17-** Esvaziamento do interior do edifício para reduzir ao mínimo a ação de cargas (fonte: "Manual de desconstrucción", 1995)

A primeira tarefa da demolição do corpo estrutural passa pela eliminação dos elementos considerados mais saliente (chaminés, condutas de ventilação, etc.), sendo que o seu desmantelamento deverá ser feito no sentido das camadas exteriores para as interiores. São estas primeiras fases que distinguem, de forma inequívoca, a demolição seletiva da demolição tradicional. Estas primeiras etapas exigem uma maior consumo de tempo e mão-de-obra, pois o desmantelamento das instalações, revestimentos e decoração, envolvem principalmente o trabalho braçal (figura 18).

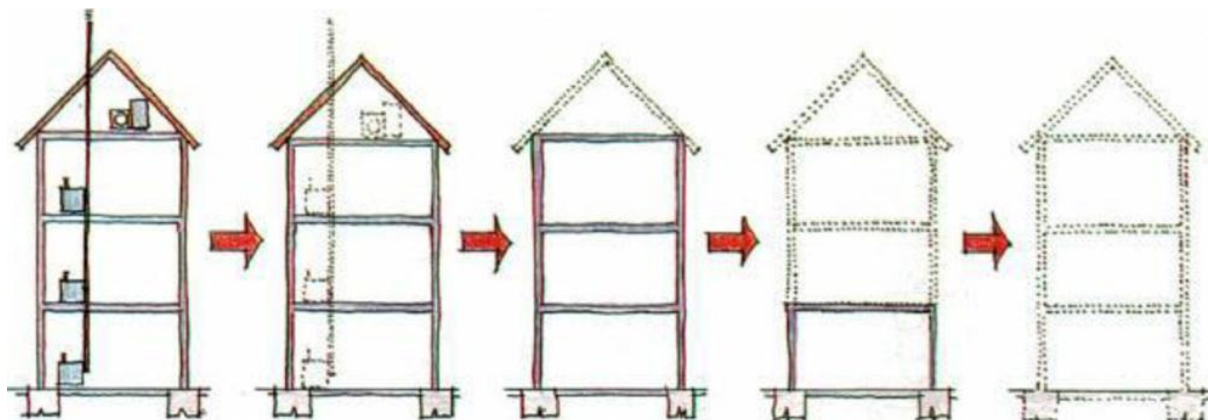


**Figura 18 -** Demolição seletiva - execução dos trabalhos (fonte: Google images)



Posteriormente à eliminação dos elementos mais salientes, procede-se à demolição das paredes da fachada, pilares e paredes que se apoiam na laje, sendo a laje demolida logo de seguida. Após ter sido demolida a laje, chega o momento da demolição das vigas e todos os elementos que descarregam para o pilar. A demolição do pilar deverá ser feita cortando-o pela base, não sendo conveniente que o pilar, uma vez cortado, permaneça assente na laje (*“Manual de desconstruicció”, 1995*).

A figura 19 exemplifica esta fase de demolição descrita. Pode-se verificar que o processo de demolição executado no último piso é repetido nos pisos inferiores, até chegar ao piso térreo e continua para a cave.



**Figura 19** - Ordem de Demolição de um Edifício (fonte: "Manual de desconstruicció", 1995)

Se a realização dos respetivos trabalhos de demolição for feito piso a piso no sentido descendente do edifício, haverá a possibilidade de se obter um enorme recuperação dos materiais, que mais tarde poderão ser reutilizados. A realização dos trabalhos deve ser feita neste sentido, de modo a assegurar que os pisos inferiores conseguem suportar a sobrecarga dos pisos superiores.

A execução da demolição seletiva fica encerrada com os trabalhos posteriores ou estado de pós-demolição. Após ter sido terminada a demolição, é essencial fazer uma avaliação do meio que envolve a estrutura que se esteve a demolir. Também será necessário fazer uma comparação dos resultados com o relatório elaborado na fase de reconhecimento prévio, permitindo verificar se foi causado algum estrago tanto no meio ambiente, como nos edifícios circundantes (Canedo, 2011).



#### 4.4.4 Obstáculos a sua implementação

Nos últimos anos tem-se verificado uma evolução da desconstrução, uma vez que o seu uso tem sido uma prática mais corrente. No entanto, e apesar de todas as vantagens anteriormente mencionadas, é importante citar que os desafios e dificuldades a serem superadas pela desconstrução também são inúmeros.

Para que esta técnica específica seja utilizada com maior frequência, será fundamental começar por convencer os intervenientes da construção civil. O simples facto de serem usados técnicas não usuais, ou seja, fazer as coisas de forma diferente, faz com que esta indústria tenha dificuldade em absorver estes novos métodos e opte pela via mais simples. Como se sabe, a via mais simples passa pela escolha de um processo de demolição mais simples e barato como é o caso da demolição tradicional. A dificuldade em alterar a mentalidade dos vários intervenientes na construção civil, para a implementação de técnicas inovadoras, é um dos principais obstáculos.

Outro grande obstáculo advém do facto de que, até muito recentemente, a grande maioria dos Arquitectos e construtores visualizavam as suas criações como tendo um período de vida inesgotável e desta forma não havia preocupação em prever a sua futura desconstrução.

Para superar esta dificuldade, técnicas e ferramentas para a desconstrução estão em fase de desenvolvimento, pesquisas para dar suporte a desconstrução estão em andamento por todo mundo e o poder público, aos poucos, está a começar a incentivar a prática da desconstrução através do aumento dos valores pagos para utilização de aterros ou em alguns casos proibindo o descarte de materiais reutilizáveis.

Mesmo tendo em conta os benefícios da desconstrução mencionados na secção 4.4.2, existem parâmetros que impedem a sua utilização com uma maior frequência. Estes parâmetros transformam-se em barreiras que impedem com que a desconstrução seja utilizada em muitos dos projetos de demolição. De acordo com Canedo (2011), as barreiras com maior relevância são as seguintes:

- Falta de formação, o que provoca uma carência de mão-de-obra especializada para a execução das tarefas que a desconstrução exige;



- Processo que implica um maior tempo de execução comparativamente com a demolição convencional;
- Escassez de mercados para os materiais e componentes recuperados;
- Dificuldades pontuais que ocorrem durante a execução dos trabalhos de demolição seletiva;
- Atual conjuntura económica, em que a rapidez de execução tem, cada vez mais, uma maior importância;
- Dificuldades no que diz respeito ao tratamento dos resíduos perigosos;
- Receio em apostar numa técnica nova e mais complexa que as habituais;
- Grande generalidade dos edifícios não se encontra preparados para serem desconstruídos da forma mais desejável e eficaz;
- A crença generalizada de que a desconstrução é menos viável do ponto de vista financeiro do que a demolição convencional.

#### **4.4.5 Demolição seletiva em Portugal**

A demolição seletiva não é um conceito relativamente recente em Portugal. Factos históricos indicam que já nos finais do século XIX era construído, um pouco por toda a Europa, estruturas que implicavam uma engenharia já bastante avançada para o século em questão. Estruturas como mercados, pavilhões para exposições e fábricas ou grandes estações ferroviárias, eram mais tarde desmontadas e reconstruídas noutros locais (Godinho, 2011). No entanto, Portugal não acompanhou este avanço tecnológico, demonstrado que, já nesta altura, o setor da construção civil portuguesa tinha dificuldade em adaptar-se a novos conceitos e inovações nesta área.

Se se recuar alguns séculos, já os romanos utilizavam este conceito nas estruturas de utilização militar, pois as suas construções que davam abrigo aos militares eram caracterizadas por serem desmontáveis, revelando uma possibilidade muito grande de mobilidade e fácil enquadramento em qualquer local, pelo que a sua demolição não era, de uma maneira geral, um estado final mas sim um estado transitório.



Com o passar dos anos, começou-se a perceber que este conceito começava a deixar de ser utilizado, em meios urbanos e em detrimento de outras tradições construtivas. No entanto, devido aos problemas de escala mundial que atravessamos, desde o tão falado problema do aquecimento global e o não menos debatido problema económico que a generalidade dos países atravessam, o conceito da desconstrução ressurgiu de forma bastante evidente. O facto de este conceito contribuir para uma construção sustentável e com isso uma proteção maior do meio ambiente, fez com que este ressurgimento fosse ainda maior.

A repescagem do conceito da demolição seletiva é particularmente importante uma vez que, hoje em dia, em Portugal como na generalidade dos países desenvolvidos, existe um movimento de renovação urbana ditado por uma necessidade, cada vez maior, do melhor aproveitamento do solo em zonas de elevada densidade populacional. Este melhor aproveitamento do solo passa por uma melhor reorganização do centro das cidades, o que por sua vez vai ser aproveitado pelos proprietários dos edifícios mais antigos para obter uma mais-valia dos seus terrenos. Esta renovação urbana também passa por mudanças tecnológicas rápidas na construção (edifícios inteligentes ou eficiência energética, por exemplo) e por deterioração ou presença de materiais perigosos, como o amianto, em edifícios que passam a requerer modificações ou mesmo demolições, determinando um aumento de produção de resíduos de construção e, principalmente, de demolição.

Apesar deste aumento de produção de resíduos de construção, o uso de processos de demolição que protejam o ambiente e que travem este desperdício exagerado (matérias primas e materiais que mais tarde poderiam ser reutilizados), como é o caso da demolição seletiva, não tem sido muito frequente. Apesar de nos últimos anos, se verificar que a utilização, deste processo de demolição, é feita com maior frequência, o seu uso ainda fica muito aquém do desejado.

Neste sentido, é preciso considerar que, em especial, o parque habitacional português apresenta cada vez mais condições precárias, quer nas áreas urbanas o processo acelerado de degradação do património edificado, quer nas periferias e nos barros sociais.

Ora, muitos destes edifícios, e perante a sua elevada degradação, terão como única solução a sua demolição. Tendo em conta o que foi anteriormente descrito, a entrada em cena da



demolição seletiva seria muito benéfica em vários pontos, desde o ponto de vista ambiental ao económico.

No entanto, em Portugal a desconstrução ainda não é tão utilizada como deveria de ser. Existem diversas razões mas a principal razão pretende-se com a dificuldade da mudança na escolha de processos por parte dos vários intervenientes da construção civil. Grande generalidade dos empreiteiros ignora por completo a enorme quantidade de resíduos que este setor produz por ano e no momento de optar por um processo de demolição, a demolição tradicional é normalmente a escolhida. Isto deve-se ao facto de este tipo de demolição ser efetuado de forma mais rápida, não necessitar de mão-de-obra especializada e envolver menores custos. A celeridade de execução das tarefas é um parâmetro extremamente importante no mundo atual, não importando as consequências que processo utilizado poderá a vir a trazer no futuro mas sim a rapidez de execução.

A necessidade de mão-de-obra especializada também não ajuda com que a demolição seletiva se instale de forma definitiva no grupo dos processos de demolição mais utilizados. Os custos e o tempo despendido para a formação dos seus trabalhadores não são vistos com bons olhos pelas empresas de construção civil, pois o período concebido às empresas para a execução das obras é cada vez menor, podendo mesmo dizer-se que cada minuto é precioso. A dificuldade económica que a generalidade das empresas apresenta atualmente, também dificulta e muito, pois a formação de um trabalhador tem um custo e para as empresas, sendo preferível investir em outros setores que tenham um retorno mais rápido.

Perante tais condicionalismo, denota-se algum esforço do governo português para incentivar a utilização de técnicas “verdes”, por parte das empresas do setor da construção. A criação do Decreto-Lei nº46/2008 de 12 de Março é um desses exemplos. No entanto, esse Decreto-Lei não é suficiente para resolver todos os problemas relacionados com a gestão de resíduos, sendo necessário mais incentivos para travar o enorme desperdício que se verifica e mudar a mentalidade de várias entidades. O agravamento das penalizações para as empresas que depositem ilegalmente os resíduos em aterros e uma maior contribuição para aquelas que usem técnicas mais favoráveis ao ambiente, são algumas das hipóteses a explorar.





## **5 INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO AOS PROJETISTAS**

### **5.1 Apresentação e estruturação do inquérito**

Com o intuito de se perceber qual a opinião dos projetistas sobre a atual situação da gestão de RCD, foi elaborado um inquérito por questionário. Os projetistas têm nos dias de hoje um papel preponderante na temática em estudo, contactando quase diariamente com o problema dos resíduos de construção e demolição.

O inquérito realizado aos projetistas, teve como principal objetivo verificar qual a percepção, deste grupo, no que diz respeito ao estado atual do modo de gestão dos RCD em Portugal. Para esse efeito foi feita uma abordagem ao Decreto-Lei nº 46/2008 e às principais mudanças que ocorreram após a sua criação. O inquérito por questionário também foi bastante útil para verificar quais as principais dificuldades com que os projetistas se deparam diariamente, que por consequência, condicionam a escolha do processo de demolição e que atualmente contribuem para que a desconstrução não seja uma prática muito usada nos dias de hoje.

Numa das secções do inquérito foi auscultada a opinião dos projetistas relativamente aos fatores que mais influenciam os processos de demolição, ou seja, os fatores que mais importância tem no momento de decidir que tipo de processo será utilizado na demolição dos edifícios e infraestruturas.

Para a implementação dos inquéritos foram utilizados dois tipos de meios. Primeiramente, o contato inicial foi efetuado via internet, enviando um correio eletrónico explicativo para as entidades em questão, onde se tentou expor da maneira mais simples possível o objetivo pretendido na elaboração dos inquéritos e cativar os recetores a responder ao mesmo.

Para que fosse obtido um elevado número de respostas procurou-se consciencializar os intervenientes para a importância que o tema da gestão de resíduos de construção e demolição tem atualmente no panorama nacional e internacional. Desta maneira, para além do próprio inquérito, na elaboração do correio eletrónico teve-se em atenção cativar o interesse dos recetores e incentivar a participação dos mesmos no estudo. Para um maior número de respostas possível, foi também pedido no correio eletrónico enviado que o mesmo fosse divulgado dentro da empresa inquirida.

O segundo meio utilizado foi a entrada em contato com as empresas através de contato telefónico. Tal forma de contato revelou-se pouco eficaz, apesar das empresas informarem





que estavam disponíveis para responder ao inquérito, o elevado número de tarefas que os projetistas têm a seu cargo e esquecimento por parte dos próprios, fez com que verificasse-se a receção de poucos inquéritos preenchidos.

A realização dos inquéritos mencionados permitiu assim obter um estudo complementar, fundamentando a compilação da pesquisa bibliográfica efetuada e descrita nos capítulos anteriores. De salientar que nestes últimos anos os intervenientes na construção civil tem sido sujeitos a uma pressão cada vez mais maior em integrar o conceito de desenvolvimento sustentável quer nos seus projetos, quer no seu planeamento de obras, o que fez com que fosse ainda mais interessante realizar esta investigação, pois permitiu adquirir um conjunto de informações bastante interessantes, no sentido de se ter uma maior noção se esse conceito já é uma realidade nos dias de hoje ou é uma meta ainda a atingir neste setor.

Os resultados, considerações e conclusões do referido inquérito implementado para o grupo de interveniente selecionado, são apresentados nos subcapítulos seguintes. Também serão justificadas todas as decisões definidas ao longo da sua efetivação e ainda descrita a metodologia que foi adotada para a análise dos dados recolhidos.

## **5.2 Metodologia de implementação dos inquéritos**

### **5.2.1 Grupo inquirido (amostra)**

Para a seleção dos Projetistas inquiridos foram tidos em consideração dois critérios. Inicialmente recorreu-se a lista de projetistas da APPC (Associação Portuguesa de Projetistas e Consultores), onde foi feita uma triagem das empresas com o objetivo de selecionar apenas as empresas ligadas ao ramo da construção civil e que tivessem nos seus quadros o grupo que se pretendia inquirir, ou seja, os projetistas como já foi mencionado. Esta triagem foi possível pois na referida lista encontra-se discriminado a área de atividade das várias empresas, o que tornou mais fácil identificar quais as empresas a qual fazia sentido enviar o inquérito por questionário.

Na listagem da APPC encontra-se também disponível o número de telefone e fax das empresas, bem como o seu endereço eletrónico. Foi a partir destes endereços eletrónicos que se começaram a estabelecer os primeiros contatos. No entanto, devido ao fato de muitos contatos estarem já desatualizados (ou as empresas em questão já não existirem) foi



necessário recorrer a página na internet das empresas, no sentido de obter os contatos atualizados.

Para além do pedido de difusão dentro da empresa do inquérito por questionário, foi também pedido aos projetistas que respondiam afirmativamente ao pedido de colaboração, a facultação de endereços eletrónicos, ou contatos telefónicas, de mais projetistas que tivessem conhecimento e considerassem aptos a responder ao inquérito. Esta tentativa de obter mais contatos e, com isso mais possibilidades de resposta aos inquéritos, acabou por revelar-se bastante eficaz pois um grande número dos projetistas facultou diversos endereços eletrónicos, o que fez aumentar o número de respostas.

O segundo método de obtenção de respostas ao inquérito foi a entrada em contato com as maiores empresas na área da construção civil em Portugal. Tal opção foi tomada pois á partida, devido ao elevado número de construções que tem em simultâneo, bem como a elevada dimensão das suas obras, é necessário a estas empresas terem no seu quadro de trabalhadores um maior número de projetistas comparando com o número de projetistas que as empresas ditas pequenas/médias tem habitualmente.

A seleção das melhores empresas foi feita com base num estudo efetuado pela “Exame” em pareceria com a “Heidrick & Struggles”, em que determinaram as 100 melhores empresas a trabalhar a Portugal tanto para o ano de 2010, como para o ano de 2011. No ranking de 2010 encontram-se 14 empresas que atuam na área da construção civil, sendo que apenas uma se afigura no top 10. Após a análise do ano seguinte, ou seja 2011, verificou-se facilmente a fase de grande dificuldade que as empresas de construção civil estão a atravessar. No ano de 2011 apenas 9 empresas que atuam na área da construção civil se encontram no top 100, sendo que a melhor colocada está no 30º lugar do ranking global. Após a visualização deste ranking em anos consecutivos pode-se verificar que o sector da construção civil, que em outros tempos empregava muitos milhares de trabalhadores em Portugal, se encontra numa situação muito crítica, o que faz com que a otimização da gestão dos resíduos se torne um fator cada vez mais fulcral e que as empresas têm de ter em atenção se quiserem ter uma maior probabilidade de sobrevivência neste período tão complicado.

Tendo em atenção que algumas empresas transitam do ano de 2010 para 2011, o número de empresas cifrou-se nas 16.



A opção de ter sido inquirido um elevado número de empresas deriva do facto de uma previsão pouco otimista no que diz respeito ao número de respostas que geralmente os recetores costumam revelar nesta indústria. Muito da falta de resposta por parte das empresas deve-se a uma justificação considerada plausível, pois o elevado ritmo de trabalho a que o grupo inquirido é sujeito diariamente faz com que a sua colaboração neste tipo de estudos seja praticamente impossível, apesar da sua vontade em colaborar no estudo em questão.

Por fim, importa referir que a amostra conseguida foi de 27 questionários respondidos, um número considerado aceitável para que os resultados obtidos, através da análise dos mesmos questionários, se traduza numa informação fiável e com bastante relevância. O grupo de empresas que responderam ao referido inquérito encontra-se representado na tabela 9:

**Tabela 9** - Listagem das empresas inquiridas

<b>Lista de Empresas Inquiridas</b>	
1	Acet - Antero Cardoso
2	Aqualogos
3	ARIPA
4	Armando Rito Eng., S.A.
5	Arquero
6	ASEP
7	CENOR
8	CMVM
9	COBA
10	Enerpower
11	Engidro
12	FASE, Estudos e Projectos
13	GMF
14	Grupo Europa - Arlindo
15	Grupo Turiprojeto
16	Manuel Rodrigues Gouveia, S.A.
17	4Rs
18	Omega
19	P&M - Projeto e Medições
20	Perry da Câmara & Associados
21	Sopsec
22	Tavares Vieira, Lda
23	Techonoedif Engenharia
24	Tecnoplano, S.A.
25	VHM – Coordenação e Gestão de Projectos SA
26	PROGITAPE



## 5.2.2 Análise e tratamento dos dados obtidos

### 5.2.2.1 Metodologia adotada

O inquérito foi dividido em três secções distintas, onde cada uma abrangia um sector diferente no que diz respeito aos RCD. De realçar que a metodologia adotada na análise dos dados foi adaptada da dissertação realizada por João Canedo (2011).

A secção I do questionário, teve com base a abordagem do tema da gestão de resíduos em Portugal, onde foi dado destaque ao impacto que teve a aplicação do Decreto-Lei nº46/2008 de 12 de Março e as suas consequências. Esta secção é constituída por um conjunto de três questões de escolha múltipla onde foi solicitado ao inquirido que seleciona-se a opção que no seu ponto de vista seria a mais adequada, tendo como base de resposta a sua experiencia.

Na secção II é apresentada uma tabela onde constam vários fatores que foram cuidadosamente selecionados, em que o objetivo passa por identificar quais desses fatores contem uma maior relevância no processo de escolha do método de demolição a ser aplicado, tendo sempre em conta a realidade em que será executado. Segundo este estudo de opinião, foi apresentado aos inquiridos um conjunto de fatores subdivididos em quatro classes distintas (de acordo com a sua natureza), em que teriam cinco hipóteses de resposta para cada um deles:

- A – Muito Relevante;
- B – Relevante;
- C – Normalmente Não Relevante;
- D – Irrelevante;
- E – Sem opinião.

Para a análise dos resultados foi estabelecido um Índice de Importância Relativa (IIR) para os diversos fatores, com o objetivo de averiguar qual, na opinião dos inquiridos, teria um maior relevo. A percentagem do IIR de cada fator foi obtida através da seguinte expressão de cálculo:

$$IIR = \frac{\sum_{i=1}^4 a_i \times n_i}{x.j} \times 100 \quad (1)$$



Em que:

$X$  = Número total de respostas por fator / barreira;

$j$  = Número de níveis definidos como sendo opções de resposta válida (4 neste caso, uma vez que a opção de resposta E não terá qualquer peso no cálculo IIR);

$a_i$  = Constante que expressa o peso dado a cada opção de resposta;

Para cada opção de resposta A (Muito Relevante).....  $a_1=4$ ;

Para cada opção de resposta B (Relevante) .....  $a_2=3$ ;

Para cada opção de resposta C (Normalmente Não Relevante) .....  $a_3=2$ ;

Para cada opção de resposta D (Irrelevante) .....  $a_4=1$ ;

$n_i$  = Variável que expressa a frequência com que é selecionada a resposta  $i$ ;

O IIR foi assim calculado através da forma mencionada e deste modo tornou-se possível obter o fator mais relevante na escolha do processo de demolição.

No que diz respeito a secção III, tendo em conta as barreiras á desconstrução apresentadas na tabela presente em anexo, foi solicitado aos projetistas que assinalassem o grau que achavam mais apropriado para qualificar as barreiras mencionadas. Do mesmo modo que se procedeu na secção II, as possibilidades de resposta eram cinco: Muito Relevante, Relevante, Normalmente Relevante, Irrelevante e Sem opinião. Quanto ao tratamento dos dados foi semelhante ao já caracterizado na secção anterior. Foi calculado o IIR para cada um dos fatores e obteve-se o que apresentava maiores obstáculos á implementação da desconstrução em Portugal.

#### 5.2.2.2 Apresentação dos resultados

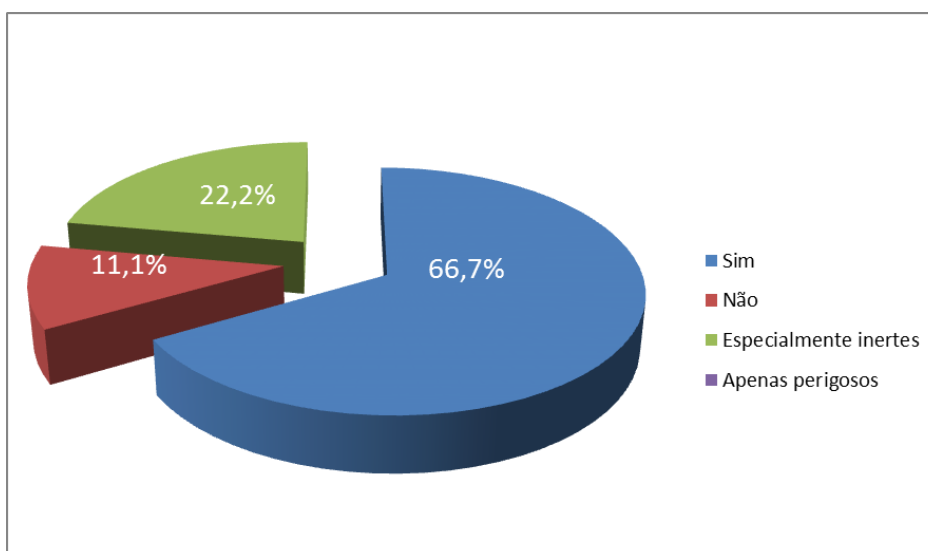
Através das várias formas de entrada em contato com as várias empresas que atuam na área da construção civil, obteve-se 27 respostas. O objetivo seria sempre obter o máximo de respostas possíveis, no entanto, devido aos fatores já mencionados no subcapítulo anterior, o número de



respostas ao inquérito por questionário acabou por se fixar em 27, o que foi considerado satisfatório pois já traduz uma amostra significativa.

### Secção I: Decreto-Lei nº46/2008 de 12 de Março

A primeira questão desta secção, pretendia saber se, no ponto de vista dos inquiridos, após a publicação desta recente legislação, a triagem dos resíduos em obra foi impulsionada ou não. Como se pode observar pela figura apresentado mais a baixo (figura 20), 66,7% dos inquiridos é da opinião que esta nova legislação de alguma forma contribuiu para que se passasse a efetuar uma maior triagem dos resíduos. Apenas 11,1% acha que a nova legislação não veio trazer diferenças significativas no que diz respeito a este tema. Já uma percentagem de 22,2% dos projetistas respondeu que há uma maior triagem mas só a nível dos inertes. De notar que nenhum dos inquiridos selecionou a opção “Apenas Perigosos”.



**Figura 20** - Gráfico com as percentagens de respostas à questão 1 (Secção I)

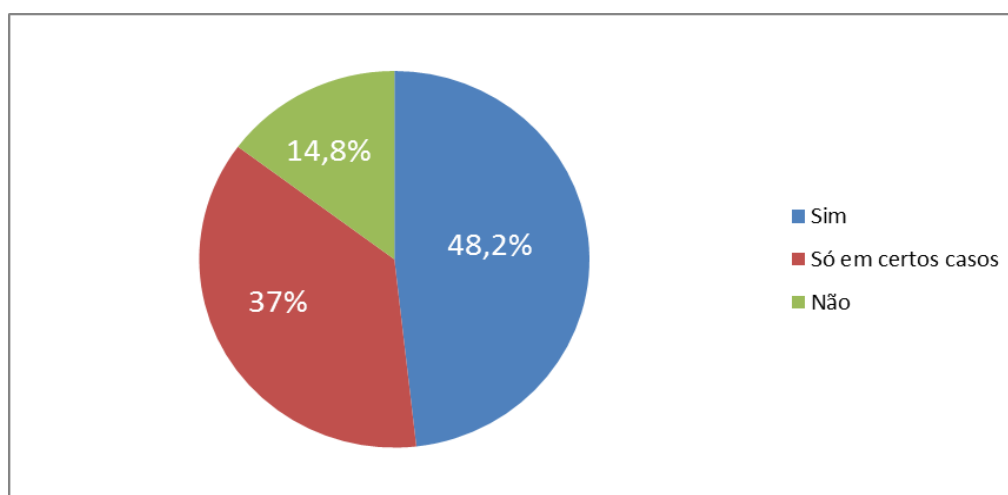
De salientar que, apesar de a maioria ter apontado que esta nova legislação contribuiu para uma maior triagem dos resíduos em obras, atualmente ainda há uma falta de conhecimento da legislação por parte da maioria das empresas de construção civil, ou seja, as empresas com dimensão reduzida e que não possuem departamento de qualidade é um dos fatores para a inexistência de triagem, ao invés das grandes empresas que possuem organização nesta vertente e que conhecem a Lei. A omissão nos cadernos de encargos da maioria das obras particulares (a nível dos Projetistas, Arquitectos e outras entidades) que devem mencionar as



condições nos respetivos projetos e dar conhecimento/apoio ao Promotor da respetiva empreitada.

Outra informação que foi possível obter através de um dos comentários no inquérito, foi a relutância que a maioria dos empreiteiros de menor dimensão tem em se adaptar a esta nova legislação em vigor. Os vários anos em que a gestão do excessivo número de resíduos era um assunto praticamente ignorado no sector da construção, faz com certeza com que a maioria dos empreiteiros tenha dificuldade em despertar para uma nova realidade e necessidade do mundo atual. Ainda importa referir, que a percentagem de respostas em que afirmavam que só foi impulsionada a triagem dos materiais inertes (22,2%, como já referido em cima) demonstra que esta triagem pode ser ainda mais estimulada para os restantes resíduos produzidos em obra.

Na segunda questão desta secção, foi abordado o tema da obrigatoriedade das obras públicas apresentarem um Plano de Prevenção e Gestão de RCD (PPG RCD). Os inquiridos foram assim confrontados com uma questão em que era perguntado se este facto potencia ou não a reutilização e valorização dos resíduos. Após a análise das respostas dadas por parte dos projetistas, foi possível verificar que a maioria dos inquiridos concorda com o facto de esta obrigatoriedade proporcionar uma maior valorização e reutilização dos RCD. No entanto, uma parte considerável respondeu “Só em certos casos”, como é possível visualizar na figura 21:



**Figura 21** - Gráfico com as percentagens de respostas á questão 2 (Secção I)

De todos os inquiridos, 37% deles responderam que esta melhoria só se verificava em casos particulares, o que revela bem que algo mais tem de ser feito no que diz respeito a este



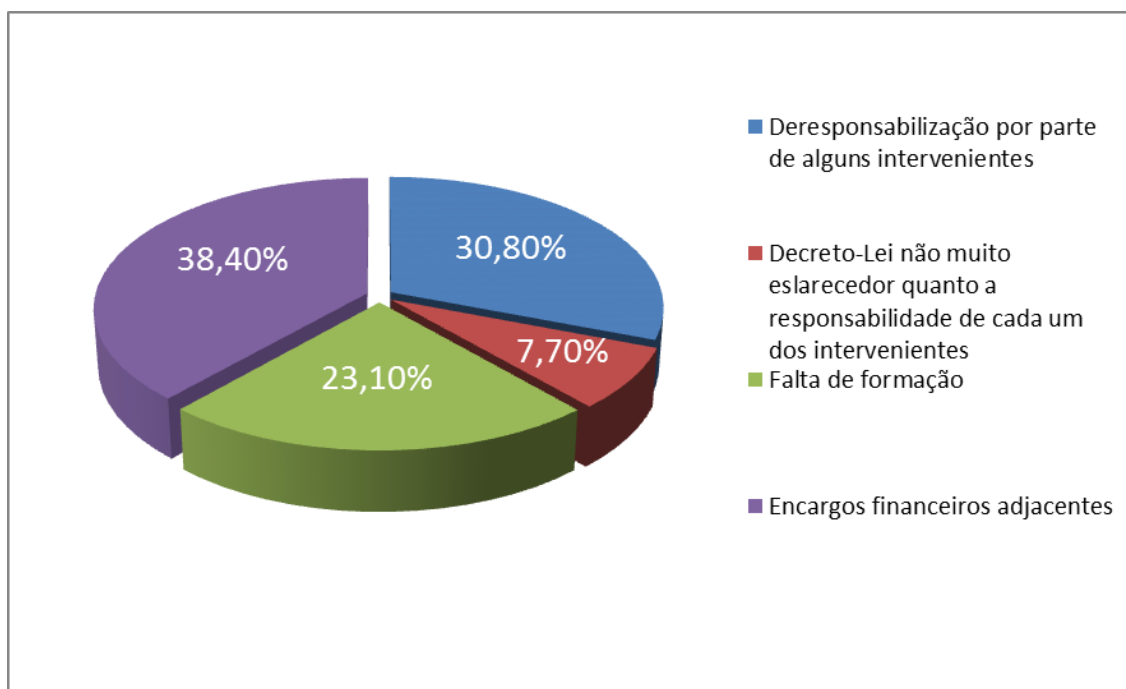


capítulo. Alguma medida suplementar tem de ser tomada para que esta valorização e reutilização se dêem na grande generalidade dos casos e não só em alguns casos em específico. Os 14,8%, que acham que o PPG de RCD não veio trazer nada de novo, apesar de ser uma percentagem menor, têm de ser levada em conta, demonstrando mais uma vez que só a obrigatoriedade deste plano não chega.

Na terceira questão da secção, refere-se ao artigo 3º do Decreto-Lei nº46/2008 de 12 de Março, a qual refere que a prevenção e gestão de RCD deverão ser da responsabilidade de todas as entidades que intervenham no seu ciclo de vida. Por isso mesmo, foi questionado se é isso mesmo que se passa no panorama atual ou se ainda não se verifica tal situação. Após mais uma vez serem analisadas as respostas dos inquiridos, constatou-se que 63% dos mesmos, uma percentagem muito considerável, consideram que ainda se esta a dar os primeiros passos para se verificar esta igualdade de responsabilidade de todos os intervenientes. Já 14,8% considera que atualmente já é uma prática corrente a igualdade de responsabilidade entre as várias entidades na prevenção e gestão dos RCD durante o seu ciclo de vida. Dos inquiridos, 22,2% respondeu que nos dias de hoje esta igualdade de responsabilidade é uma ilusão. A estes mesmos que responderam negativamente, foi-lhes pedido que assinalassem qual a razão para que está prática não fosse ainda uma realidade nos dias de hoje. Entre as várias opções de resposta encontrava-se “Desresponsabilização por parte de alguns intervenientes”, “O Decreto-Lei ainda não é totalmente esclarecedor”, “Falta de formação” e “Encargos financeiros adjacentes”. Das quatro razões disponíveis para serem selecionadas (figura 22), 38,4% dos projetistas consideram que os encargos financeiros adjacentes é o fator que mais contribui para a não verificação desta prática nos dias de hoje. Todos nós sabemos que atualmente o fator financeiro tem um peso ainda maior nas tomadas de decisão comparativamente com anos anteriores, nesse sentido, não é de estranhar que a razão principal esteja ligada a encargos financeiros. A segunda razão considerada mais relevante é a “Desresponsabilização por parte de alguns intervenientes”, na maioria dos casos, as várias entidades responsáveis preferem “empurrar” a responsabilidade da prevenção e gestão dos RCD para outra entidade, fazendo esta o mesmo que a anterior, resultando assim com que este problema ande de entidade em entidade sem ser resolvido. A terceira maior razão para esta situação foi atribuída a falta de formação por parte dos intervenientes, ou seja, por não saberem como devem atuar perante tal problema, ignoram-no simplesmente, ficando a correta gestão dos RCD mais uma vez por ser feita. Por ultima, uma pequena percentagem



considerou que o Decreto-Lei não é suficientemente esclarecedor relativamente a atribuição da responsabilidade de cada um dos intervenientes.



**Figura 22** - Gráfico com as percentagens de respostas á questão 2 (Secção I)

## **Secção II:** Fatores que influenciam o processo de demolição

A secção II teve como objetivo base perceber junto dos inquiridos, quais os fatores que mais influencia têm no momento de escolher o método de demolição. Para esse efeito foi formada uma tabela onde foram englobados um conjunto de vários fatores possíveis, sendo possível visualizar estes fatores no inquérito presente em anexo. Após terem sido observadas as respostas dadas pelos projetistas, a metodologia usada para a sua análise foi a já descrita anteriormente, conseguindo-se identificar facilmente quais os fatores que maior preponderância tem para a escolha do modo de demolição. Para uma maior simplicidade de exposição dos fatores, estes foram divididos em 4 classes diferentes, sendo apresentado na tabela 10 qual o fator mais relevante para cada uma das 4 classes:

**Tabela 10** - Fatores com maior influência na escolha dos métodos de demolição e os seus respetivos IIR

Classe de fatores	Fatores mais relevantes	IIR (%)
Relacionados com aspetos físicos do edifício	Forma estrutural do edifício	89,8
Relacionados com a legislação e ambiente	Segurança	78,7
Contratuais	Tempo disponível	87,4
Outros aspetos	Custos monetários	87

Na tabela anteriormente representada está assim mencionado qual o fator mais relevante para cada uma das classes. Como já foi mencionado aquando da descrição da metodologia adotada, o processo de verificação dos fatores mais relevantes foi feito através da comparação do Índice de Importância Relativa entre os diversos fatores. Em anexo a folha de cálculo poderá ser consultada, onde estão representados os Índices de Importância Relativa para cada um dos fatores, bem como a importância que cada um ocupa no ranking.

### **Secção III:** Barreiras á desconstrução

Esta última secção do inquérito diz respeito aos vários entraves que contribuem para que a desconstrução ou demolição seletiva não tenha um uso tão frequente nos dias de hoje. De forma semelhante ao estudo efetuado na secção II, dividiram-se os fatores em várias classes, onde os inquiridos selecionaram qual o grau de relevância que acha que cada um destes fatores tem no sentido de impedir uma pratica mais corrente deste método de demolição. Na tabela 11 estão representados quais os fatores mais relevantes que os projetistas consideram para cada uma das várias classes.



**Tabela 11** - Fatores que mais contribuem para o impedimento da prática mais corrente da desconstrução e seus respetivos IIR

Classe de fatores	Fatores mais relevantes	IIR (%)
Perceção e educação	A fase de "demolição" é um incómodo (deve ser o mais curta possível)	86,5
Económicas e de mercado	Falta de incentivos para a utilização de materiais usados	87
Técnicas	Falta de informação específica	83,3
Legais e governamentais	Falta de incentivos para a utilização de materiais usados	80,6
Conceber pensando na desconstrução	Os edifícios existentes não foram pensados para ser desconstruídos	83,3

Importa referir que mais uma vez os fatores mais relevantes foram obtidos através da comparação dos IIR em cada uma das classes, sendo que o fator mais relevante foi aquele que apresentou um maior índice. Em anexo pode ser consultada a tabela com os cálculos efetuados para a obtenção dos IIR para cada um dos fatores que impedem o desenvolvimento da utilização mais frequente desta prática, sendo também possível visualizar o respetivo ranking de relevância.

### 5.2.3 Análise geral dos resultados obtidos

Os resultados obtidos no subcapítulo anterior demonstram que os projetistas, em geral, estão satisfeitos com o progressivo desenvolvimento da gestão de resíduos de construção e demolição em Portugal. A maioria dos projetistas inquiridos considera que o Decreto-Lei nº46/2008 de 12 de Março veio produzir um conjunto significativo de vantagens e impulsionar uma melhor gestão dos resíduos, que até então eram raramente aproveitados. Apesar deste impulso, os projetistas sentem que há um longo caminho ainda a percorrer para uma perfeita otimização de gestão destes resíduos e com isso, há vários aspetos a melhorar. Uma observação deixada, por um dos projetistas, referia que apesar de haver uma grande



melhoria na triagem dos resíduos em obra, em muitos casos ainda é feita só a triagem dos que são considerados inertes. Outro aspecto que foi declarado por parte dos projetistas baseia-se no facto de apesar da legislação mais recente ser mais concisa e completa que a anterior, há ainda determinados parâmetros que apresentam dúvidas na sua interpretação.

Em relação a apresentação de um Plano de Prevenção e Gestão de RCD aplicado às entidades públicas com o sentido de otimizar a reutilização e valorização de resíduos, só se revela eficaz em alguns casos. Para que se verifique uma melhoria neste caso, a definição de um plano mais completo e abrangente será uma das soluções para que a potencialização da reutilização/valorização dos resíduos seja efetuada ainda com maior êxito.

Dos temas abordados no inquérito por questionário, o referente ao Artigo 3º do Decreto-Lei 46/2008, o qual nos diz que “a gestão dos RCD é da responsabilidade de todos os intervenientes no seu ciclo de vida, desde o produto original até ao resíduo produzido”, foi sem dúvida um dos mais interessantes de ser analisado. Perante este tema, a grande maioria dos inquiridos não tem dúvidas que ainda está a dar os primeiros passos para a sua implementação. Uma percentagem considerável, cerca de 22%, afirma mesmo que esta igualdade de responsabilidade não está a ser praticada no panorama atual, sendo o problema empurrado sucessivamente de entidade em entidade. Alguns destes mesmos inquiridos, referiram que não preveem uma melhoria significativa desta situação nos próximos anos e que uma das soluções que poderá ajudar nesta temática seria a criação de uma legislação mais rigorosa e penalizadora.

Entre os motivos considerados pelos projetistas que se demonstram insatisfeitos com esta situação, os “encargos financeiros adjacentes” são sem dúvida para eles a razão principal do frequente descartar de responsabilidade das várias entidades, no que diz respeito a gestão dos RCD. Se já no tempo em que as empresas da área da construção civil tinham um maior poder financeiro e mesmo assim os encargos suplementares representavam uma enorme importância, percebe-se perfeitamente o porquê de este motivo ser o principal nos dias de hoje. A crise financeira que a maioria das empresas atravessa faz com que a maioria delas não cumpra o alegado Artigo 3º do Decreto-Lei 46/2008, podendo mesmo ser dito que enquanto não existir uma melhoria significativa neste panorama financeira, este incumprimento vai continuar a ser verificado. O motivo da falta de desresponsabilização por parte de alguns intervenientes foi o segundo mais apontada, com uma percentagem não muito inferior em comparação com o motivo principal, o que demonstra que nos dias de hoje ainda se verifica



uma falta de consciencialização por parte de muitos intervenientes quando se trata da gestão dos resíduos de construção e de desenvolvimento sustentável. Muito destes intervenientes preferem continuar a fechar os olhos e delegar responsabilidade para outras entidades no que diz respeito a gestão dos resíduos, em vez de tomarem medidas concretas com vista a otimização da gestão destes resíduos.

No que se refere aos fatores que influenciam o processo de escolha do método de demolição, foi pedido aos projetistas que assinalassem a relevância que cada um dos fatores tinha com base na sua opinião e experiência adquirida no desempenho das suas funções profissionais. Importa referir que os fatores foram divididos em 4 classes diferentes, de acordo com a sua natureza.

Para a primeira classe de fatores referente aos aspetos físicos do edifício, os projetistas consideraram que a forma estrutural do edifício é o fator que mais influencia no momento de escolha do processo de demolição. Este fator procura concretamente a identificação da tecnologia adotada e dos materiais que o compõem. Com um índice de importância relativa não muito inferior, a dimensão do edifício foi o segundo fator que os projetistas consideraram mais preponderante, por isso mesmo, deve também ser um fator a ser levado em conta.

No que diz respeito a segunda classe de fatores, relacionada com a legislação e ambiente, não foi com surpresa que o fator da segurança foi considerado o mais relevante. A segurança dos diversos participantes nas obras, bem como das pessoas em geral e ambiente, é naturalmente o fator que mais peso tem na hora da escolha do método.

Na classe dos fatores considerados “Contratuais”, também não foi surpresa verificar que o tempo disponível tenha sido o fator eleito como o mais importante. Os prazos curtos atribuídos constantemente a estes processos e os custos adicionais inerentes ao não cumprimento destes prazos, faz com que o tempo disponível seja muito importante na escolha do processo de demolição.

Relativamente a última classe, nomeada como “Outros Aspetos”, mais uma vez a vertente económica falou mais alto, sendo o fator relacionado com o custo monetário considerado o mais relevante. Muitas vezes as empresas abdicam de uma demolição seletiva, onde no futuro tirariam proveito deste tipo de demolição, para optarem por uma demolição mais rápida e que implica o menor encargo financeiro possível. De referir ainda que se pode verificar facilmente, através deste inquérito, que nos dias de hoje a vertente financeira sobrepõem-se



claramente a vertente ambiental, o que de certo modo se compreende devido as enormes dificuldades financeiras que as empresas da construção civil se deparam nos dias de hoje.

Na última secção do referido inquérito foram abordadas as barreiras mais relevantes que são impostas diariamente á desconstrução. A análise dos dados produzidos pelas escolhas dos projetistas nos fatores mais relevantes foi encarada com grande interesse, pois atualmente esta temática é pouco abordada e com isso, as razões que levam a não execução frequente deste método serem praticamente desconhecidas. No campo da “Perceção e Educação”, os projetistas consideram que a o facto da fase de demolição ter de ser o mais curta possível condiciona e muito que a escolha recaía pela desconstrução. Como já foi dito, o tempo disponível e as penalizações que advém do não cumprimento de prazos, influencia estas tomadas de decisões, optando-se quase sempre pelo tipo de demolição que menos tempo necessite. Outro fator também muito referido foi a falta de informação específica, ou seja, a falta de conhecimento dificulta bastante a desmistificação deste tipo de demolição, o que faz com que muitas vezes seja encarada com desconfiança e por isso não utilizada.

Na área referentes a fatores “Económicos e de Mercados”, os projetistas foram unânimes e identificaram a falta de incentivos para a utilização de materiais usados como a grande barreira para a desconstrução. Em grande parte dos casos, a utilização de materiais usados não é verificada devido a falsa ideia de que estes materiais não possuem características de desempenho e eficiência tão elevada como os não usados. Um incentivo maior por parte das entidades competentes para a utilização dos mesmos poderá inverter esta situação. Apesar de este fator ser o mais relevante, tanto o fator referente a necessidade que a desconstrução tem em mão de obra especialidade (o que não acontece na tradicional), bem como as pressões de mercado e a falta de segregação dos resíduos, revelaram-se fatores com uma importância bastante elevada e que se tem de ter em conta para uma maior implementação da desconstrução no processo de demolição.

Quanto aos fatores das questões “Técnicas”, a falta de informação específica foi sem dúvida a mais elegida por parte dos inquiridos, apontado como razão para tal, o ineficiente sistema atual disponível para consulta. Para os projetistas é necessário englobar neste sistema de consulta os materiais suscetíveis de reutilização e promover a elaboração de manuais com procedimentos técnicos específicos para a demolição seletiva. Mais uma vez o fator ligado a falta de conhecimento foi também considerado como um dos que tem maior relevância nesta



área, concluindo-se facilmente que a falta de informação influencia de forma decisiva o uso da desconstrução.

No que diz respeito as barreiras relacionadas com as questões “Legais e governamentais”, o fator da falta de incentivos para a utilização de materiais usados foi mais uma vez considerado o mais relevante.

Por ultimo, nas barreiras integradas no âmbito de “Conceber pensando na desconstrução”, o facto dos edifícios existentes não terem sido pensados para um dia mais tarde serem desconstruídos traduz-se no fator principal, o que já era facilmente expetável, uma vez que os vários fatores que se tem vindo a observar ao longo várias classes, tem de uma maneira geral interligação. Se atualmente existe falta de informação (fator considerado mais relevante na área das “Técnicas”), os edifícios não vão ser construídos com o intuito de um dia mais tarde serem alvo de desconstrução.

Como resumo final, para que o processo de desconstrução e demolição seletiva seja um método usado de forma mais frequente é necessário fazer uma forte divulgação deste mesmo método e munir os vários intervenientes, que atuam diariamente na área da construção civil, com a informação e conhecimento necessário para a aplicação de forma mais recorrente deste método que tantos benefícios trará.





## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 6.1 Conclusões

Existem vários problemas causados, único e exclusivamente, pelas ações que o Homem toma no seu dia-a-dia e que afetam em grande escala o mundo atual. Infelizmente, nos dias de hoje, a indústria da construção civil é um setor que afeta significativamente o meio ambiente.

A referida indústria tem um enorme peso quer em termos sociais, como económicos e ambientais, revelando-se uma das indústrias mais importantes em todo mundo. Esta importância é verificada nos inúmeros postos de trabalho que esta proporciona (fator social), no facto de criar uma grande quantidade de negócios (fator económico) e por último, sendo o que provoca maior preocupação atualmente, os malefícios que tem vindo a provocar ao meio ambiente (fator ambiental).

Durante a realização da dissertação, a componente ambiental foi a mais explorada pois é a que carece de uma maior atenção e aparecimento de soluções num curto prazo. O efeito negativo provocado pelos trabalhos que se praticam diariamente na indústria da construção civil tem-se sentido de forma cada vez mais intensa no meio ambiente. Nas últimas décadas, o impacto ambiental que esta indústria provoca tem sido esquecido/ignorado, existindo a necessidade atual de se apostar num conceito denominado de desenvolvimento sustentável. A aplicação deste conceito visa proteger o meio ambiente sem que o crescimento económico seja colocado em causa.

Para que isso aconteça é necessário dar uma importância maior a vários aspetos, sendo que o enorme aumento da produção de RCD é um deles. Nos últimos anos, o aparecimento deste tipo de resíduos tem-se verificado em grande escala e apesar de alguns esforços por parte das entidades públicas, a redução significativa da sua produção não se tem verificado.

A existência de um conjunto de leis comunitárias que possibilitassem o travar deste sucessivo aumento de produção de RCD seria um dos primeiros passos fundamentais a dar para a resolução deste problema. No entanto, existem países pertencentes á União Europeia que se encontram a desenvolver ações individuais, com o intuito de despertar uma maior prevenção e reaproveitamento de RCD.

Apesar da inexistência deste conjunto de leis comunitárias, verificou-se, através da implementação dos inquéritos aos projetistas, um sucessivo aumento de preocupação por



parte dos envolvidos no setor da construção. Os vários intervenientes estão, cada vez mais, a ganhar consciência da importância da diminuição da produção e reaproveitamento que os RCD têm presentemente. Sustentando esta progressiva consciencialização estão as várias propostas de solução que tem vindo a surgir para uma melhor gestão dos resíduos. O aparecimento destas propostas visam sobretudo diminuir o volume de resíduos que anualmente são depositados em aterros, fazendo com que o seu reaproveitamento se verifique.

De um modo geral, a gestão de resíduos em Portugal é feita de uma forma muito deficiente, sendo o aspeto económico muito mais importante que o ambiental. Os responsáveis pelas tomadas de decisão em obra têm como prioridade a rapidez de execução dos trabalhos, não dando grande importância as repercussões que o modo como esses trabalhos são executadas terão no futuro, ou seja, produção excessiva de resíduos e consumo elevado de matérias-primas não renováveis. Para tentar contrariar essa tendência, foi criada uma legislação pelo Estado Português, nomeadamente o Decreto-Lei nº46/2008, no entanto, este ainda possui muitos aspetos a serem revistos e ajustados ao panorama que se constata no setor da construção.

Assim sendo, a gestão de resíduos em Portugal ainda se encontra numa fase muito primária. Comparando os valores de reciclagem e reutilização de RCD que se praticam atualmente em Portugal, com os países europeus mais desenvolvidos nesta área, comprova-se o atraso significativo na correta gestão de resíduos. A recuperação deste atraso passa por uma mudança de mentalidade de todos os intervenientes, tanto na fase de projeto, como de execução. O facto dos vários intervenientes não terem qualquer tipo de formação nesta área, faz com que esta mudança de mentalidade seja bastante lenta e com isso se verifiquem poucas melhorias significativas.

A demolição foi uma das temáticas abordadas durante a dissertação. Nos últimos anos tem-se verificado um grande desenvolvimento ao nível dos processos de demolição e nas ferramentas utilizadas para executar esses mesmos processos. Atualmente, o método de demolição tradicional ainda é o mais utilizado, contudo, a desconstrução tem vindo a ganhar um maior destaque.

Apesar da desconstrução se caracterizar por ser um método complexo, que exige uma mão-de-obra mais especializada e demora mais tempo a ser realizada em comparação com a demolição tradicional, os seus benefícios superam as suas desvantagens. Os custos mais



elevados que este método de demolição implica faz com que potenciais interessados se distanciem do uso do processo, no entanto, na maior parte dos casos, estes custos são cobertos pelos benefícios futuros. Estes benefícios passam pelos ganhos obtidos através das vendas dos materiais que foram reciclados/reutilizados.

A elevada degradação que uma quantidade muito considerável de edifícios portugueses apresenta e por consequência uma maior necessidade de demolição futura, irá promover um uso mais frequente da desconstrução e reabilitação sustentável. Um maior desenvolvimento dos mercados onde são feitas as compras e vendas dos materiais reciclados é fundamental para uma maior viabilidade económica da desconstrução.

Em suma, a realização desta dissertação teve como finalidade revelar a enorme importância que uma correta gestão de RCD tem no panorama atual. A elaboração deste estudo tem como objetivo contribuir para uma maior divulgação deste enorme problema, divulgar as boas práticas de gestão de RCD durante as várias fases de execução da obra, tentar cativar futuros interessados nesta temática e contribuir para o enriquecimento científico.

## 6.2 Perspetivas de desenvolvimentos futuros

Naturalmente, os trabalhos de pesquisa com o objetivo de contribuir para um setor mais dinâmico e competitivo devem ser continuados. Assim sendo, é apresentada de seguida uma listagem onde se incluem propostas para investigações futuras no domínio da gestão de RCD:

- Realização de uma análise comparativa entre a separação de resíduos efetuados em obra e a recolha desses resíduos sem ter sido efetuado qualquer triagem antecipada, podendo-se assim executar uma análise custo-benefício, demonstrando importância que a triagem *in situ* possuiu e com isso convencer os vários intervenientes desta área;
- Desenvolvimento de campanhas de sensibilização para a consciencialização da população em geral, incentivando assim a compra de materiais reciclados e reutilizados e com isso fazer expandir esse mercado;



- Futuro incremento nos incentivos financeiros, por parte do Estado, destinados a gestão de RCD, é algo que deve ser feito. Este aumento fará com que os vários intervenientes, que contactam de forma direta ou indireta com os resíduos, dêem mais importância a correta gestão dos mesmos;
- Elaboração de um guia explicativo referente a boa gestão dos RCD, identificando as principais técnicas a executar para uma correta gestão e que cuidados se devem ter durante as várias fases da obra;
- Realização de um rigoroso estudo sobre a quantidade de resíduos que se produzem atualmente em Portugal e qual o destino final com que a maioria dos RCD se depara. Esse estudo seria muito importante devido à grande disparidade de valores que se verifica nos vários estudos já realizados, garantindo-se assim uma análise atual sobre a quantidade e destino dos RCD;
- Realização de um guia de aplicação da desconstrução em Portugal.



## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agência Portuguesa do Ambiente 2009, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Resíduos de Construção e Demolição. Consultado em Março de 2012. Disponível em <http://www.apambiente.pt/>

Agencia Portuguesa de Projetistas e Consultores. Consultada em Fevereiro de 2012. Disponível em <http://www.appconsultores.org.pt/intro.php/>

Algarvio, D 2009, 'Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição: Contribuição para o controlo do processo', Dissertação de Mestrado em Gestão Integrada e Valorização de Resíduos, Ramo Ecomateriais e Valorização de Resíduos, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

Baldwin, A, Poon, C, Shen, L, Austin, S & Wong, I 2007, 'Reducing Construction Waste by Decisions within the Design Process', CIB World Building Congress, South Africa.

Bragança, L & Mateus, R 2004, "Avaliação da sustentabilidade da construção: desenvolvimento de uma metodologia para a avaliação da sustentabilidade de soluções construtivas", Universidade do Minho, Guimarães.

Branz Group n.d., *Designing to Minimise Waste*. Consultado em Maio de 2011. Disponível em <http://www.branz.co.nz/>

Brito, J.2006, "A Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição", Workshop "A reciclagem na casa do futuro" (Aveirodomus).

Borges, A. 2007, "Gestão de RCD", Workshop "Gestão de resíduos: inovação tecnológica e novos negócios", Observatório de Prospetiva da Engenharia e da Tecnologia (OPET), Taguspark, Oeiras.

Botelho, Maria 2010, "Resíduos de Construção e Demolição", Verlag Dashofer,Lisboa.



Canedo, João 2011 “Otimização da gestão dos resíduos de construção e demolição”, Universidade do Minho, Guimarães.

Chini, A. 2001, “Deconstruction and materials Reuse: Technology, Economics, and Policy”, CIB report, Publication 266, Rotterdam.

Couto, A & Couto, J & Teixeira, J 2006, ‘Desconstrução - Uma Ferramenta para Sustentabilidade da Construção’, *Seminário Brasileiro da Gestão do Processo de Projecto na Construção de Edifícios*, São Paulo, Brasil.

Costa, C 2006, *Resíduos e aterros de resíduos (Capítulo 7)*, Disciplina de Fundamentos da Geotecnia, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março, Diário da República 1.ª série nº 51, 12 de Março de 2008. Disponível em <http://www.dre.pt/>

Dolan, Patrick J.; Lampo, Richard G 1999; Dearborn, Jacqueline C. – “Concepts for reuse and recycling of construction and demolition waste”, Construction Engineering Research Laboratories, US Army Corps of Engineers, E.U.A.

Durmisevic, E., Brouwer, J. 2001, —Building with Systems, Conference proceedings Beyond Sustainability, TU Eindhoven.

Ekanayake, L & Ofori, G 2000, ‘Construction material waste source evaluation’, Proceedings of the conference “Strategies for a Sustainable Built Environment”, Pretoria, South Africa.

Engenharia Civil – A Arte da Engenharia, Exame/Heidrick & Struggles, Melhores empresas da Construção para trabalhar em Portugal em 2010. Consultado em Março de 2012. Disponível em <http://engenhariacivil.wordpress.com/>

Engenharia Civil – A Arte da Engenharia, Exame/Heidrick & Struggles, Melhores empresas da Construção para trabalhar em Portugal em 2011. Consultado em Março de 2012.



Disponível em <http://www.ingenhariaeconstrucao.com/2011/01/as-melhores-empresas-para-trabalhar-em.html/>

European Demolition Association. Consultado em Junho de 2012. Disponível em <http://www.eda-demolition.com/>

Faria, J 2010, ‘Análise de técnicas de demolição. Estado da arte da demolição selectiva em Portugal’, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade do Minho, Guimarães

Ferreira, V 2006, “Sub-Projecto – 1º Relatório de Projecto; A reciclagem na casa do futuro” (Aveirodomus), Universidade Aveiro.

Fueyo, L 2003, Manual de demoliciones, reciclaje y manipulación de materiales, Fueyo Editores, Madrid.

Godinho, C. 2011, “Gestão Integrada de Resíduos de Construção e Demolição – Analise de Custos”, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa.

Google images. Disponível em <http://www.google.pt/images>

Guy, G., SHELL, S. 2002, “*Design for Deconstruction and Materials Reuse*”, CIB Publication 272, University of Florida, Gainesville, Florida.

Hagen, K. 2007, “Deconstruction as an Alternative to Demolition - Helping the Environment, Creating Jobs, and Saving Resource.

Instituto Nacional de Estatística (INE), “Estatísticas da Construção e Habitação”, 2009 c. Disponível em <http://www.ine.pt>.

Kasai, Y. 1988, Demolition and Reuse of Concrete and Masonry, Second International RILEM Symposium, Chapman and Hall, London.



Laranjeiro, P. 2001, “Gestão de Resíduos na Construção”, Dissertação de Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Lassandro, P. 2003, Deconstruction case study in Southern Italy: economic and environmental assessment, CIB Publication 287, Florida.

LIPPSMEIER, G 1980, Tropenbau: building in the tropics. München: Callwey Verlag..

Lopes, T. 2010, “Reabilitação Sustentável de Edifícios de Habitação”. Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

Lourenço, C 2009, Otimização de sistemas de demolição’, Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa.

Manual de desconstrucció 1995, Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya, Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient, Junta de Residus, Catalunya, Spain.

Mascaranhas, J. 2003, “Sistemas de Construção X – Jóias da coroa em terra. Demolições. Betão Tensionado. Cabos de aço utilizados em obra; Livros Horizonte.

Mathieu, Hestin. 2010, "Management of construction and demolition waste in the EU", Stakeholders Workshop, Brussels.

McGrath, C & Fletcher, S & Bowes, H 2000, ‘United Kingdom Deconstruction Report’, chapter 8, Proceedings of the CIB Task Group 39 - Overview of Deconstruction in Selected Countries, CIB publication 252, Gainesville, University of Florida, USA, August.

Medina, S. 2007, Evaluación histórica del sector de la demolición. Demolición e Reciclaje, Fueyo Editores, Madrid

Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Resíduos de construção e demolição. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território





e do Desenvolvimento Regional, Lisboa, 2008. Disponível em <http://www.maotdr.gov.pt/Admin/Files/Documents/Diploma RCD.pdf>.

Moussipoulos, N, Papadopoulos, A, Iakovou, E, Achillas, H, Aidonis, D, Anastaselos, D & Baniyas, G 2007, 'Construction and demolition waste management: State of the art trends', Proceedings of the 10th International Conference on Environmental Science and Technology, Kos island, Greece.

Osmani, M & Glass, J & Price, A 2007, 'Architects' perspectives on construction waste reduction by design', Department of Civil and Building Engineering, Loughborough University, UK.

Projecto WAMBUCO 2002, "Manual Europeu de Resíduos da Construção de Edifícios", volume III, Programa "Crescimento Competitivo e Sustentável", Dresden.

Portaria n.º417/2008, de 11 de Junho, Diário da República, 11 de Junho de 2008. Disponível em <http://www.dre.pt/>

Portal da União Europeia. Consultado em Maio de 2012. Disponível em <http://europa.eu>

Poon, C & Jaillon, J 2002, 'A Guide for Minimizing Construction and Demolition Waste at the Design Stage', 1st edn, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong.

Ruivo, J & Veiga, João 2004, "Resíduos de Construção e demolição: Estratégia para um modelo de gestão", Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa.

Sepúlveda, Jacinto 2007, "Gestão de resíduos de construção e demolição em Portugal", Universidade do Minho, Guimarães.

Seeman, A & Schultmann, F & Rentz, O 2002, 'Cost-effective Deconstruction by a Combination of Dismantling, Sorting, and Recycling Processes', CIB Publication 272, Proceedings of the CIB Task Group 39 - Deconstruction Meeting, Karlsruhe, Germany.



Torgal, F & Jalali, S 2007, "Construção sustentável. O caso dos materiais de construção", Congresso de Construção, Coimbra, Portugal.

UNFPA 2003, "O Consenso do Cairo dez anos depois: população, Saúde Reprodutiva e Esforços Mundiais para acabar com a Pobreza", Relatório. Disponível em <http://www.publico.clix.pt>.





## 8 ANEXOS

### Listagem de Códigos LER

Quadro - Códigos LER para os RCD, segundo a Portaria n.º 209/2004, de 3 de Março

<b>Código LER</b>	<b>Descrição</b>
170101	Betão
170102	Tijolos
170103	Ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos
170106*	Misturas ou frações separadas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos, contendo substâncias perigosas
170107	Misturas ou frações separadas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos não abrangidos em 170106
170201	Madeira
170202	Vidro
170203	Plástico
170204*	Vidro, plástico e madeira, contendo ou contaminados com substâncias perigosas
170301*	Misturas betuminosas contendo alcatrão
170302	Misturas betuminosas não abrangidas em 170301
170303*	Alcatrão e produtos de alcatrão
170401	Cobre, bronze e latão
170402	Alumínio
170403	Chumbo
170404	Zinco
170405	Ferro e aço
170406	Estanho
170407	Mistura de metais
170409*	Resíduos metálicos contaminados com substâncias perigosas
170410*	Cabos contendo hidrocarbonetos, alcatrão ou outras substâncias perigosas
170411	Cabos não abrangidos em 170410
170503*	Solos e rochas contendo substâncias perigosas
170504	Solos e rochas não abrangidos em 170503
170505*	Lamas de dragagem, contendo substâncias perigosas
170506	Lamas de dragagem, não abrangidas em 170505
170507*	Balastros de linhas de caminho-de-ferro, contendo substâncias perigosas
170508	Balastros de linhas de caminho-de-ferro, não abrangidos em 170507
170601*	Materiais de isolamento contendo amianto
170603*	Outros materiais de isolamento contendo ou constituídos por substâncias perigosas
170604	Materiais de isolamento não abrangidos em 170601 e 170603
170605*	Materiais de construção mantendo amianto



170801*	Materiais de construção à base de gesso, contaminados com substâncias perigosas
170802	Materiais de construção à base de gesso, não abrangidos em 170801
170901*	Resíduos de construção e demolição, contendo mercúrio
170902*	Resíduos de construção e demolição, contendo PCB (por exemplo, vedantes com PCB, revestimentos de piso à base de resinas com PCB, envidraçados, vedados contendo PCB, condensadores com PCB)
170903*	Outros resíduos de construção e demolição (incluindo misturas de resíduos), contendo substâncias perigosas
170904	Mistura de resíduos de construção e demolição, não abrangidos em 170901, 170902 e 170903

\* Resíduo perigoso



## Cálculo dos IIR (Inquérito Projetistas – Secção II)

	4	3	2	1		
Fatores	A	B	C	D	E	Total
<b>1. Aspetos físicos do edifício</b>						
Forma estrutural do edifício	17	9	1	-	-	27
Localização do edifício	8	13	5	1	-	27
Âmbito de demolição	7	15	3	1	-	26
Nível de perturbação possível	10	13	3	1	-	27
Dimensão do edifício	16	10	-	1	-	27
Utilização do edifício	4	18	3	1	-	26
<b>2. Legislação e ambiente</b>						
Segurança	10	11	6	-	-	27
<b>3. Contratuais</b>						
Tempo disponível	15	10	2	-	-	27
<b>4. Outros aspetos</b>						
Custo monetário	15	10	2	-	-	27
Atitude habitual de firma de demolição	11	6	6	2		26
Destino previsto para os materiais e componentes	15	8	3			26

IIR	IIR (%)	Ranking
0,898	89,8	1°
0,759	75,9	5°
0,769	76,9	4°
0,796	79,6	3°
0,879	87,9	2°
0,74	74	6°
0,787	78,7	1°
0,874	87,4	1°
0,87	87	1°
0,731	73,1	3°
0,837	83,7	2°

### Legenda:

A – Muito Relevante; B – Relevante; C – Normalmente Não Relevante; D – Irrelevante; E – Sem Opinião

Total – N° de respostas validadas

IIR – Índice de Importância Relativa



### Cálculo dos IIR (Inquérito Projetistas) – Secção III

	4	3	2	1		
Barreiras á desconstrução	A	B	C	D	E	Total
<b>1. Perceção e educação</b>						
A fase de “demolição” é um incómodo (deve ser o mais curta possível)	13	12	1	-	1	26
Atitude das pessoas (apatia)	4	17	5	-	1	26
Relutância do cliente em aceitar materiais reciclados	10	10	7	-	-	27
Promoção da reciclagem e não da reutilização	11	10	6	-	-	27
Desconhecimento das possibilidades de utilização	13	10	3	1	-	27
Falta de tempo	12	7	7	1	-	27
Falta de informação específica	13	10	4	-	-	27
<b>2.Económicas e de mercado</b>						
Baixo custo de alguns materiais novos	11	12	3	-	1	26
A desconstrução necessita de mão-de-obra mais especializada que a demolição tradicional	12	12	3	-	-	27
Falta de mão-de-obra especializada	10	8	8	1	-	27
Pressões de mercado - execução o mais rápida possível	13	10	4	-	-	27
Falta de incentivos para a utilização de materiais usados	5	16	5	1	-	27
Benefícios económicos e ambientais não estão bem estabelecidos	8	12	7	-	-	27
Fatores de custo desconhecidos na desconstrução	7	12	8	-	-	27
O custo de eliminação dos resíduos é baixo	9	12	4	1	1	26
Desinteresse pelos materiais usados devido à intermitência e falta de quantidade dos materiais	11	10	4	1	1	26
Inviabilidade económica	5	14	7	-	-	27
Informação sobre os edifícios é pouca e de fraca	10	8	9	-	-	27

IIR	IIR (%)	Ranking
0,865	86,5	1º
0,663	66,3	7º
0,778	77,8	5º
0,796	79,6	4º
0,824	82,4	3º
0,778	77,8	6º
0,833	83,3	2º
0,827	82,7	5º
0,833	83,3	2º
0,75	75	10º
0,833	83,3	2º
0,704	70,4	13º
0,759	75,9	8º
0,741	74,1	11º
0,779	77,9	7º
0,798	79,8	6º
0,704	70,4	13º
0,759	75,9	8º



qualidade						
Falta de destino adequado para os materiais e componentes recuperados	3	17	6	1	-	27
Contaminação/falta de qualidade dos materiais	8	10	8	1	-	27
Falta de segregação dos resíduos	14	9	3	1	-	27
Falta de incentivos para a utilização de materiais usados	15	10	2	-	-	27
<b>3. Técnicas</b>						
Falta de conhecimento	12	11	3	1	-	27
Falta de informação específica	13	10	4	-	-	27
Disponibilidade de técnicas de desmantelamento	5	13	7	1	1	26
Os edifícios existentes não foram concebidos para ser desmontados	10	10	6	1	-	27
Falta de garantias em caso de falha	8	8	5	6	-	27
Falta de espaço no estaleiro	2	15	7	3	-	27
Dificuldades de armazenamento dos materiais	5	10	9	3	-	27
Informação sobre os edifícios é pouca e de fraca qualidade	8	10	8	1	-	27
<b>4. Legais e governamentais</b>						
Falta de normas/regulamentos sobre requisitos de materiais usados	7	15	3	1	1	26
Falta de incentivos para a utilização de materiais usados	12	10	4	1	-	27
Falta de vontade do governo	4	15	5	2	1	26
Falta de monitorização dos resíduos	8	12	4	3	-	27
<b>5. Conceber pensando na desconstrução</b>						
Os novos edifícios não são concebidos pensando numa possível desconstrução	9	12	6	-	-	27
Os edifícios existentes não foram pensados para ser desconstruídos	10	16	1	-	-	27
Falta de educação acerca da conceção para a	11	11	5	-	-	27

0,704	70,4	13°
0,731	73,1	12°
0,833	83,3	2°
0,87	87	1°
0,815	81,5	2°
0,833	83,3	1°
0,712	71,2	5°
0,769	76,9	3°
0,667	66,7	6°
0,648	64,8	8°
0,657	65,7	7°
0,731	73,1	4°
0,769	76,9	2°
0,806	80,6	1°
0,702	70,2	4°
0,731	73,1	3°
0,778	77,8	5°
0,833	83,3	1°
0,806	80,6	2°





desconstrução									
Falta de entendimento dos benefícios e oportunidades da desconstrução	9	15	3	-	-	27	0,806	80,6	2°
Falta de casos de estudo ou exemplos	8	16	3	-	-	27	0,796	79,6	4°

**Legenda:**

A – Muito Relevante;

B – Relevante;

C – Normalmente Não Relevante;

D – Irrelevante;

E – Sem Opinião

Total – N° de respostas validadas

IIR – Índice de Importância Relativa



## Inquérito por questionário (Projetistas)

### INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO

— Projetistas —

Entidade inquirida\*:   
\*Qual a nome da Empresa

Cargo:

Experiência:

Os intervenientes no sector da construção e obras públicas têm vindo a ser pressionados a planear os seus projetos e obras de modo a integrar o conceito de desenvolvimento sustentável, nomeadamente, no que se refere à gestão de **resíduos de construção e demolição (RC&D)**.

A desconstrução e a reabilitação são duas ações que permitem valorizar recursos existentes, pelo que ambas são ambientalmente sustentáveis. Na Universidade do Minho encontram-se em curso diversos estudos que versam precisamente estes dois temas, encontrando-se este inquérito inserido nesse âmbito.

O presente inquérito visa obter uma perceção geral dos projetistas relativamente ao atual panorama nacional da gestão de RC&D, designadamente no tocante ao processo de implantação da nova regulamentação. De igual modo, com este inquérito procura-se saber quais os principais fatores que influenciam o processo de demolição e quais as barreiras que contribuem para que a desconstrução ainda não seja prática corrente nos dias de hoje em Portugal.

Trata-se de um inquérito de resposta rápida e por isso não requer muito tempo. Agradeço desde já a preciosa colaboração.

- Tempo de duração aproximado: 10 min.;
- Apelamos à difusão do inquérito dentro da sua organização, de forma a obter o máximo de respostas possível;
- Todos os dados serão absolutamente confidenciais e utilizados apenas para efeitos de análise e tratamento académico



**Nota:** Nos espaços assinalados com \_\_\_\_\_ basta "clique" no seu interior e escrever o seu comentário se for esse o caso.

### Secção I: O Decreto-Lei nº 46/2008 de 12 de Março

**1** De acordo com a sua experiência o Decreto-Lei nº 46/2008 de 12 de Março impulsionou a triagem dos resíduos em obra?

- Sim
- Apenas os perigosos
- Especialmente os inertes
- Não

Comentário: \_\_\_\_\_

**2** A obrigatoriedade das obras promovidas por entidades públicas apresentarem um Plano de Prevenção e Gestão de RC&D potencia a reutilização/valorização de resíduos?  
A atendendo à sua experiência, assinale a resposta que achar mais adequada.

- Sim
- Só em certos casos
- Não

**3** Segundo o Artigo 3º do referido Decreto-Lei, a prevenção e gestão dos RC&D deverá ser da responsabilidade de todos os intervenientes no seu ciclo de vida. Na sua opinião, isto já está a ser feito na prática corrente?

- Sim
- Não
- Começa a dar os primeiros passos

Se a sua resposta é "Não", indique os motivos:

- Desresponsabilização por parte de alguns intervenientes
- O Decreto-Lei ainda não é totalmente esclarecedor relativamente aos processos e responsabilidade de cada um
- Falta de formação
- Encargos financeiros adjacentes
- Outro: \_\_\_\_\_



**Secção II: Fatores que influenciam o processo de demolição**

1 Assinale com X a relevância que cada um dos fatores apresentados tem na escolha do processo de demolição. Na sua resposta tenha em conta a realidade portuguesa e seguinte escala de relevância:

- A – Muito Relevante
- B – Relevante
- C – Normalmente Não Relevante
- D – Irrelevante
- E – Sem opinião

Fatores	A	B	C	D	E
<b>Relacionados com aspetos físicos do edifício</b>					
<b>Forma estrutural do edifício</b> A tecnologia e matérias que integram a construção					
<b>Dimensão do edifício</b>					
<b>Localização do edifício</b> O acesso ao edifício					
<b>Nível de perturbação possível</b> A tolerância a poeiras, ruído, vibrações					
<b>Âmbito da demolição</b> Total ou parcial					
<b>Utilização do edifício</b> Habitação, indústria, comércio, ...					
<b>Outro(s). Indique qual(ais):</b> _____					
<b>Relacionados com legislação e ambiente</b>					
<b>Segurança</b> De trabalhadores, de pessoas e ambiente					
<b>Outro(s). Indique qual(ais):</b> _____					
<b>Contratuais</b>					
<b>Tempo disponível</b>					
<b>Outro(s). Indique qual(ais):</b> _____					
<b>Outros aspetos</b>					



<b>Destino previsto para os materiais e componentes</b>					
<b>Atitude habitual da firma de demolição</b>					
<b>Custos monetários</b>					
<b>Outro(s). Indique qual(ais):</b> _____					

### Secção III: A desconstrução - Barreiras

A enorme quantidade de resíduos produzidos pelo sector da construção, bem como a grande quantidade de materiais novos que são extraídos para satisfazer as necessidades deste mercado têm preocupado investigadores e diversos intervenientes no sector da construção.

A desconstrução define-se como o desmantelamento seletivo de um edifício de modo a promover a recuperação/reciclagem de materiais e componentes de construção o que possibilita a redução da quantidade de resíduos a eliminar, diminuindo também as necessidades de materiais novos.

1 Assinale com um X a relevância de cada uma das barreiras à desconstrução. Enquadre a sua resposta em contexto nacional e tenha em atenção a seguinte escala de relevância.

- A – Muito Relevante
- B – Relevante
- C – Normalmente Não Relevante
- D – Irrelevante
- E – Sem opinião

<b>Barreiras à desconstrução</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>Perceção e Educação</b>					
A fase de "demolição" é um incómodo (deve ser o mais curta possível)					
Atitude das pessoas (apatia)					
Relutância do cliente em aceitar materiais reciclados					
Promoção da reciclagem e não da reutilização					
Desconhecimento das possibilidades de utilização					
Falta de tempo					
Falta de informação específica					



<b>Outro(s). Indique qual(ais):</b> _____						
<b>Económicas e de Mercado</b>						
Baixo custo de alguns materiais novos						
A desconstrução necessita de mão-de-obra mais especializada do que a demolição tradicional						
Falta de mão-de-obra especializada						
Pressões de mercado – o clima corrente de “o mais rápido possível”						
Os benefícios económicos e ambientais não estão bem estabelecidos						
Fatores de custo desconhecidos na desconstrução						
O custo de eliminação dos resíduos é baixo						
Desinteresse pelos materiais usados devido à intermitência e falta de quantidade dos materiais						
Inviabilidade económica						
Informação sobre os edifícios é pouca e de fraca qualidade						
Falta de destino adequado para os materiais e componentes recuperados						
Contaminação/falta de qualidade dos materiais						
Falta de segregação dos resíduos						
Falta de incentivos para a utilização de materiais usados						
<b>Outro(s). Indique qual(ais):</b> _____						
<b>Técnicas</b>						
Falta de conhecimento						
Falta de informação específica						
Disponibilidade de técnicas de desmantelamento						
Os edifícios existentes não foram concebidos para ser desmontados						
Falta de garantias em caso de falha						
Falta de espaço no estaleiro						
Dificuldades de armazenamento dos materiais						
Informação sobre os edifícios é pouca e de fraca qualidade						
<b>Outro(s). Indique qual(ais):</b> _____						
<b>Legais e governamentais</b>						
Falta de normas/regulamentos sobre requisitos de materiais usados						
Falta de incentivos para a utilização de materiais usados						
Falta de vontade do governo						



Falta de monitorização dos resíduos					
<b>Outro(s). Indique qual(ais):</b> _____					
<b>Conceber pensando na desconstrução</b>					
Os novos edifícios não são concebidos pensando numa possível desconstrução					
Os edifícios existentes não foram pensados para ser desconstruídos					
Falta de educação acerca da conceção para a desconstrução					
Falta de entendimento dos benefícios e oportunidades da desconstrução					
Falta de casos de estudo ou exemplos					
<b>Outro(s). Indique qual(ais):</b> _____					

Muito obrigado pela disponibilidade!