

Gestão de Resíduos de Construção e Demolição em Obras de Edificação

Carina Catarino Teixeira

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança
para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia Ambiental*

Orientado por
Professor Jorge Pedro Lopes
Professor Rui Alexandre Figueiredo de Oliveira

Bragança
Abril 2013

ÍNDICE

RESUMO	9
ABSTRACT	11
SIGLAS E ABREVIATURAS	13
1. INTRODUÇÃO	15
1.1 ENQUADRAMENTO GERAL	15
1.2 OBJETIVOS E METODOLOGIA	17
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	19
2. ENQUADRAMENTO POLÍTICO, LEGISLATIVO E NORMATIVO	21
2.1 PANORÂMICA DE DIFERENTES PAÍSES EUROPEUS	21
2.1.1 CENÁRIO ATUAL NA UNIÃO EUROPEIA	21
2.1.2 HOLANDA	23
2.1.3 DINAMARCA	24
2.1.4 ALEMANHA	26
2.1.5 FRANÇA	27
2.1.6 ESPANHA	28
2.1.7 PORTUGAL	30
2.2 NORMAS APLICÁVEIS	34
3. CARACTERIZAÇÃO DOS RCD'S	37
3.1 CLASSIFICAÇÃO E COMPOSIÇÃO DOS RCD'S	37
3.2 ORIGEM DOS RCD'S	44
4. PRÁTICAS PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS	47
4.1 POLÍTICA DOS 4 R'S	48
4.1.1 REDUZIR	48
4.1.2 REUTILIZAR	49
4.1.3 RECICLAR	50
4.1.4 REABILITAR	50
4.1.5 OUTRAS APLICAÇÕES	51
4.2 LEAN CONSTRUCTION	51

4.3	DESCONSTRUÇÃO	53
4.4	MINIMIZAÇÃO DOS RCD'S	54
4.5	VANTAGENS NA GESTÃO DOS RCD'S	55
4.6	DEMOLIÇÃO	55
4.7	DEMOLIÇÃO SELETIVA	61
4.8	CICLO DE VIDA DOS MATERIAIS E DOS EDIFÍCIOS	64
4.8.1	INTRODUÇÃO	64
4.8.2	CICLO DE VIDA DOS EDIFÍCIOS (CONCEÇÃO, CONSTRUÇÃO, UTILIZAÇÃO, FIM DO CICLO)	67
5.	<u>PROCEDIMENTOS DE GESTÃO DOS RCD'S</u>	71
5.1	OS CENÁRIOS PORTUGUÊS E EUROPEU NA ESTIMATIVA DE QUANTIDADES DE RCD'S	71
5.2	QUANTIDADE DE RESÍDUOS INCINERADOS E REUTILIZADOS PARA RECICLAGEM EM PORTUGAL E NA EUROPA	76
6.	<u>ANÁLISE DOS PROCEDIMENTOS DE GESTÃO NO ESTUDO DE CASO</u>	77
6.1	BREVE CARACTERIZAÇÃO DO DISTRITO DE BRAGANÇA	77
6.2	SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS	78
6.3	ANÁLISE DE RESULTADOS	79
6.3.1	CENÁRIO B - ATERRO DE RSU – URJAIS (MIRANDELA)	84
6.3.2	CENÁRIO C – RECUPERAÇÃO DA PEDREIRA DA MOTA ENGIL – VILA FLOR	85
7.	<u>CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS</u>	89
7.1	INTRODUÇÃO	89
7.2	SUMÁRIO DA DISSERTAÇÃO	89
7.3	CONTRIBUIÇÃO DO ESTUDO	91
7.4	DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	92
8.	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	95
ANEXO		103
QUESTIONÁRIO ELABORADO AOS MUNICÍPIOS DO DISTRITO DE BRAGANÇA		105

ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela 3.1 - Descrição dos diferentes resíduos de construção e demolição na LER [2.15].....</i>	<i>37</i>
<i>Tabela 3.2 - Parte respetiva dos RCD's na LER [2.15].</i>	<i>38</i>
<i>Tabela 3.3 - Principais origens e tipos de resíduos na União Europeia [3.5].</i>	<i>40</i>
<i>Tabela 3.4 - Demolições de edifícios concluídos, por NUTS II, segundo as características, em 2000 e 2001 (INE).....</i>	<i>41</i>
<i>Tabela 3.5 - Caracterização da construção de edifícios em Portugal [3.9].</i>	<i>42</i>
<i>Tabela 3.6 - Estimativa da constituição dos resíduos de construção e demolição de edifícios na UE [3.5].</i>	<i>42</i>
<i>Tabela 3.7 - Ciclo de vida previsto para cada tipo de estrutura [3.5].</i>	<i>43</i>
<i>Tabela 3.8 - Fluxos de RCD's na UE [5.6].</i>	<i>45</i>
<i>Tabela 3.9 - Taxa de produção per capita de RCD's em países europeus [3.12]</i>	<i>46</i>
<i>Tabela 4.1 - Estrutura típica da geração de resíduos numa construção, por tipo de obra, na UE [2.11].....</i>	<i>60</i>
<i>Tabela 5.1 - Estimativa da produção de RCD's em obras residenciais no Massachusetts, em 2000 [5.4]</i>	<i>72</i>
<i>Tabela 5.2 - Volume de RCD's gerado em três fases construtivas distintas, em m³/m² (Espanha).</i>	<i>73</i>
<i>Tabela 5.3 - Volume de RCD's gerado na atividade de demolição, em m³/m² (Espanha).</i>	<i>73</i>
<i>Tabela 5.4 - Estimativa de Ruivo e Veiga para a produção de RCD's em Portugal [5.7].....</i>	<i>74</i>
<i>Tabela 5.5 - Estimativa de Coelho para a produção de RCD's em Portugal, para o ano de 2009 [5.8]</i>	<i>75</i>
<i>Tabela 5.6 - Taxa de produção per capita de RCD's em países europeus</i>	<i>76</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1. e 1.2 – Exemplos de obras a decorrer.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 1.3 e 1.4 – Depósito ilegal de RCD's.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 1.5 - Procura do equilíbrio no consumo de recursos naturais.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 2.1- Projeto Iguana (exemplo de uma habitação construída)</i>	<i>24</i>
<i>Figura 2.2 – Imagens bags em Barcelona, Espanha.</i>	<i>30</i>
<i>Figura 2.3 - Estrutura das normas da série ISO 14000.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 3.1 - Estrutura dos alojamentos clássicos existentes, por época de construção em Portugal, em 2001 (INE)</i>	<i>43</i>
<i>Figura 3.2 – Percentagem de produção de RCD'S em Portugal por intervenção (INE, 2001).</i>	<i>44</i>
<i>Figura 4.1 - Diagrama Geral de um processo de triagem e reciclagem</i>	<i>47</i>
<i>Figura 4.2 - A "locomotiva" da Lean Construction</i>	<i>53</i>
<i>Figura 4.3 - Evolução do número de licenças concedidas pelas Câmaras Municipais, por tipo de obra, entre 1994 e 2005 (fonte: INE). Nota: Em 2003 e 2005, os dados encontram-se subavaliados por não incluírem a informação relativa aos concelhos de Lisboa e Sintra.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 4.4 - Evolução do número de licenças de demolição concedidas pelas Câmaras Municipais, por NUTS II, entre 1994 e 2005 (fonte: INE).....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 4.5 - Evolução do valor dos trabalhos de demolição realizados por empresas com 20 e mais pessoas ao serviço, em milhares de euros, entre 1990 e 2004 (fonte: INE).....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 4.6 - Evolução do valor dos trabalhos realizados por empresas com 20 e mais pessoas ao serviço, por tipo de obra, em milhares de euros, entre 1990 e 2004 (fonte: INE).....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 4.7 - Taxa total de crescimento do valor dos trabalhos realizados por empresas com 20 ou mais pessoas ao serviço, por tipo de obra, entre 1990 e 2004.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 4.8 - Evolução da estrutura do número de licenças concedidas pelas Câmaras Municipais, por tipo de obra, entre 1994 e 2005 (fonte: INE).....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 4.9 - Demolição indiferenciada de um edifício com recurso a equipamento de grande porte.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 4.10 - Interior e cobertura de um edifício no decorrer da sua demolição.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 4.11 – Ciclo de vida de um produto</i>	<i>66</i>
<i>Figura 4.12 – Ciclo de vida de um edifício.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 6.1 - Municípios do distrito de Bragança</i>	<i>77</i>
<i>Figura 6.2 - Mapa área e infraestruturas da Resíduos do Nordeste, E.I.M.....</i>	<i>79</i>

Agradecimentos

Ao meu orientador científico na ESTIG – Prof. Dr. Jorge Lopes e ao meu co-orientador professor Rui Oliveira pelo apoio prestado durante esta dissertação, sem eles o desenvolvimento deste trabalho teria sido muito mais difícil.

Ao meu pai e à minha mãe, pelo apoio e incentivo e pelas lágrimas que sempre enxugaram quando a derrota e o desânimo tomavam conta de mim.

À minha prima, irmã, amiga e confidente sempre presente, para nós a distância nunca foi problema.

A toda a família e amigos pelo apoio dado e incentivo ao longo deste percurso muitas vezes sinuoso.

Ao meu marido, Rui, por acreditar, por não me deixar desistir, pela paciência, amizade e ajuda em todas as horas desde o primeiro dia que nos cruzamos.

“É triste pensar que a natureza fala e que o gênero humano não a ouve.”

Victor Hugo

Resumo

Os resíduos de construção e demolição têm sido produzidos e geridos sem qualquer controlo de gestão e sem qualquer preocupação pela triagem na origem. Tais práticas revelam dificuldades ao nível da eliminação (depósito) e na valorização (reciclagem, reutilização). A legislação portuguesa tem semelhanças a nível internacional, verificando-se no entanto que os departamentos governamentais não implementaram tais medidas em práticas. É difícil e complexo licenciar locais para depósito e armazenamento de RCD's. Uma alternativa possível passa por encontrar locais apropriados e disponíveis para a sua instalação. Estes devem ser economicamente viáveis para os Municípios.

Esta dissertação pretende fazer um contributo na caracterização do problema, descrição de boas práticas de construção e de gestão de RCD's. As Câmaras Municipais têm um papel fundamental na gestão destes resíduos, não só na criação de espaços para a instalação das unidades de triagem, mas também pela disponibilização de locais para deposição dos resíduos sem reutilização.

Os resíduos de construção e demolição contêm elevadas percentagens de materiais reutilizáveis e recicláveis. Assim diminui-se a utilização de recursos naturais e os custos de deposição final em aterro, aumentando-se o seu período de vida útil. Neste contexto, é necessário reavaliar as soluções para deposição final desses resíduos sem reutilização, assim como prolongar o ciclo de vida dos materiais e dos edifícios. Mudanças no modo de construir devem também ser atendidas pelos diversos intervenientes no processo de construção tendo em conta a redução de RCD's.

Em suma esta dissertação de mestrado pretende dar um contributo na gestão de RCD's. Este estudo propõe boas práticas de construção, auxiliando com possíveis soluções para os problemas de gestão de RCD's.

Abstract

The construction and demolition wastes (C&D wastes) have been dealt with and managed without any control and without any concern for sorting C&D wastes at source. These practices lead to additional difficulties in terms of disposal (storage) and recovery (recycling, reuse). The Portuguese legislation is quite similar to that applied at international level, however government departments have not implemented those provisions in practice. It is difficult and complex to create new licensed locals of warehouses and storage C&D wastes. A possible alternative is to find appropriate places to store those wastes. These places should be economically affordable to the city councils.

This dissertation intends to make a contribution to the problem characterization in order to develop good practices for the management of C&D wastes. City councils have a key role in this aspect, not only to create licensed places for storage and screening unit's components but also for filing and storage C&D wastes without reutilization.

The C&D wastes have some material contents which could be reutilized and recyclable. This decreases the use of natural resources, the cost of final disposal in landfill and increases its useful life. In this context, there is a need for re-evaluating the solutions for final disposal of such wastes without reutilization capacities, with the aim to prolong the materials and building life cycle. Change in the paradigm is needed for all the stakeholders of the building process.

In conclusion this master dissertation intends to make a special contribution to the management of C&D wastes. This study proposes good practices to contribute to the management of construction and demolition wastes.

Siglas e Abreviaturas

ACV – Análise do Ciclo de Vida

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

CCP - Código dos Contratos Públicos

CNC - Confederação Nacional de Construção

D.L – Decreto Lei

AERD - Associação das Entidades de Reciclagem e Demolição

INR – Instituto Nacional de Resíduos

LER – Lista Europeia de Resíduos

LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil

MARM - Ministério do Meio Ambiente e Meio Rural e Marinho

PERSU - Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos

PESGRI - Plano Estratégico Sectorial de Gestão de Resíduos Industriais

PPGR - Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos

RC – Resíduos de Construção

RD – Resíduos de Demolição

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

RCD's – Resíduos de Construção e Demolição

RI - Resíduos Industriais

RIP - Resíduos Industriais Perigosos

RJUE - Regime Jurídico da Urbanização e Edificação

UE – União Europeia

1. Introdução

1.1 Enquadramento Geral

A construção apesar de ser uma atividade com séculos de existência, apenas nas últimas décadas surgiu a preocupação com a gestão dos seus resíduos. A atividade de construção e demolição origina anualmente uma enorme quantidade de resíduos com as mais variadas propriedades e características.

Os RCD's têm sido considerados um problema menor na área de gestão de resíduos pelo facto de serem maioritariamente inertes, onde as preocupações de contaminação por lixiviação, propagação de matérias tóxicas ou inconvenientes de putrefação de matérias orgânicas, como acontece com os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Tal facto poderá explicar a ausência de legislação específica sendo apenas colmatada com a publicação do D.L n.º 46/2008 de 12 de Março, embora havendo um caminho muito longo a percorrer.

Segundo a comunicação da comissão para a estratégia temática de prevenção e reciclagem de resíduos, a construção origina uma quantidade equivalente a 22% do total de resíduos produzidos na União Europeia, correspondendo a aproximadamente 290 milhões de toneladas por ano de acordo com estimativas comunitárias. Por outro lado, e aplicando uma proporcionalidade com os valores europeus estima-se que em Portugal são produzidos 7,5 milhões de toneladas relativamente ao ano 2005 [1.1].

Através da publicação *Working Document* n.º 1, os RCD's têm um elevado potencial de valorização atingindo em alguns estados membros, onde as regras de reciclagem e reutilização estão bem implementadas, cerca de 80%[1. 2].

A construção tem acompanhado o crescimento populacional e o desenvolvimento humano e social, dando um importante contributo para o aumento da qualidade de vida das populações. Para isso necessita de uma crescente mobilização de recursos, levando à intervenção física nos locais, com reflexos sobre os materiais, energia, água e solo. Deste facto resultam impactes no ambiente natural e no construído. Grande parte da quantidade de RCD's que são produzidos em Portugal, especificamente no nordeste transmontano, não têm qualquer controlo na triagem e na origem o que tem dificultado a valorização desta tipologia de resíduos. É certo que as dificuldades impostas por legislação específica para legalização dos aterros de inertes acabam por dificultar o

processo. A deposição dos RCD's no nordeste transmontano apenas é possível, numa antiga pedreira legalizada para receber este tipo de resíduos, estando em processo de reabilitação. Assim sendo, este processo está longe de ter consenso, chegando muitas vezes a levantar-se a questão se a nível ambiental são viáveis estas deslocações.

No entanto, as construções apresentam patologias como avarias, diminuição do ciclo de vida útil das construções e custos de exploração e conservação muito elevados. Estas debilidades são causadas, muitas vezes, por problemas de conceção, pela não compatibilização dos sistemas construtivos convencionais e pela utilização de mão-de-obra não qualificada. Cada vez mais as populações estão “formatadas” para o consumismo e para o excedente. Na construção não é exceção, são geradas todos os dias toneladas de RCD's que podem ser aproveitadas (figuras 1.1 e 1.2).



Figura 1.1. e 1.2 – Exemplos de obras a decorrer.

Os depósitos ilegais de RCD's revelam a ausência de tratamento adequado deste tipo de resíduos acarretando graves problemas ambientais, o que demonstra a necessidade de se avançar, especialmente no interior do país, em direção à implantação (implementação) de políticas especificamente voltadas para a gestão desses resíduos, dando resposta aos problemas detectados ao longo deste trabalho. Os RCD's dispostos de forma inadequada (figuras 1.3 e 1.4), causam um grande impacto, tanto ambiental como social, uma vez que as suas consequências geram a degradação da qualidade da vida urbana causando poluição visual, e sendo um vetor de proliferação de doenças.



Figura 1.3 e 1.4 – Depósito ilegal de RCD's.

É urgente uma atitude de mudança e uma procura de equilíbrio, entre a necessidade de produtos de construção e o consumo de recursos naturais (matérias-primas extraídas da Terra (figura 1.5)).

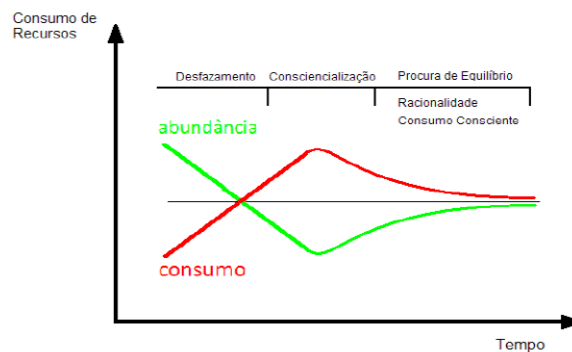


Figura 1.5 - Procura do equilíbrio no consumo de recursos naturais.

1.2 Objetivos e metodologia

Em Portugal, o tema dos RCD's apesar de discutido há muito tempo é relativamente novo no que concerne à sua gestão e não se conhece nenhum estudo publicado sobre as suas diferentes problemáticas. Desta forma com esta dissertação, procura-se explorar as várias vertentes de gestão dos RCD's por forma a desenvolver uma visão geral desta questão no país, e essencialmente no nordeste transmontano deixando um contributo para a possível resolução deste problema.

Assim os objetivos passam pela pesquisa da legislação, das normas de gestão dos RCD's em vários países europeus, convergindo com a criação de melhores cenários para o distrito de Bragança por forma a encontrar soluções de gestão deste resíduos.

Com este contato, pretende-se recolher informação não só sobre o atual estado da gestão dos RCD's, mas também sobre os restantes aspectos desta metodologia que se abordam nesta dissertação. Este estudo foi complementado pela pesquisa de dados estatísticos e dados recolhidos junto dos municípios do nordeste transmontano.

Posteriormente passou-se ao levantamento das metodologias para a prática da gestão de resíduos de construção e demolição tidas em conta com alguns dos municípios do distrito de Bragança, comparando-as e enquadrando-as com boas práticas nacionais e internacionais da sua gestão ao nível ambiental. Procedendo ao enquadramento das boas práticas ambientais para a gestão dos resíduos de construção e demolição este objetivo foi conseguido através de pesquisa bibliográfica e por um questionário efetuado aos diferentes municípios do nordeste transmontano.

Finalmente, a questão essencial para a adoção da gestão de RCD's é a sua viabilidade ambiental criando 3 possíveis cenários para o devido encaminhamento dos referidos resíduos, associando ainda os custos inerentes à operação nos diferentes concelhos abrangidos pelo estudo de caso. Apesar da legislação ser bastante exigente neste domínio, sabe-se que a forma de gestão dos resíduos não está ainda generalizada, sendo interessante conhecer o que os diversos concelhos do distrito de Bragança estão a implementar e a fomentar.

Desta forma, foi desenvolvido um estudo de caso que consiste na elaboração de entrevistas apoiadas por um questionário. Uma metodologia que evidencie a aplicação de um estudo de caso tem uma abordagem de cariz qualitativo, muito embora nestes casos é também aplicado o tratamento de dados com apoio da estatística descritiva que emite uma vertente mais positivista e confirmatória do estudo.

As entrevistas têm um perfil direcionado para o tópico do estudo de caso, nesta medida a problemática da gestão de RCD's, sendo também de maior perceção. É obvio que têm pontos desfavoráveis, tais como o problema de possíveis questões mal elaboradas, respostas indiretas, ocultação de respostas e ainda a possível flexibilidade, onde o entrevistado emite as respostas que o entrevistador quer ouvir ou deseja. A subjetividade é outro ponto que pode ter aplicabilidade nas entrevistas. O questionário de apoio à entrevista tem como objetivo combater algumas das interferências descritas e possíveis debilidades, tentando dar maior objetividade aos resultados.

Por sua vez, o público-alvo para as entrevistas reúne técnicos afetos às áreas ambiental e de obras, integrados nas câmaras municipais do distrito de Bragança. O investigador é, portanto, mais sensível ao contexto. Isto significa que, ao contrário dos métodos quantitativos, os investigadores trabalham através destes métodos, com a subjetividade, com as possibilidades quase infinitas de exploração que a riqueza dos detalhes pode proporcionar.

1.3 Estrutura do Trabalho

O Capítulo 1 é constituído pelo enquadramento do trabalho e dos objetivos que se pretendem alcançar, assim como pela própria metodologia e estruturação da dissertação.

O Capítulo 2 foca o enquadramento político, legislativo e de normas associadas aos RCD's quer a nível nacional quer a nível internacional.

O Capítulo 3 aborda a caracterização dos resíduos de construção e demolição quer na Lista Europeia de Resíduos, como na origem deste tipo de resíduos no setor da construção.

No Capítulo 4 é desenvolvido um estudo centrado nas práticas de gestão dos RCD's. O capítulo pretende seguir a linha das preocupações de gestão destes resíduos por forma a incentivar a sua reciclagem, a reutilização, a redução e reabilitação dos edifícios, bem como fomentar a desconstrução por forma a garantir uma prática adequada no tratamento destes resíduos. Neste capítulo é também feita uma breve abordagem do ciclo de vida dos materiais por forma a conhecer os melhores e mais adequados aquando da elaboração dos projetos para logo numa fase inicial de construção.

No Capítulo 5 fomenta-se uma abordagem mais concreta através da comparação entre procedimentos de gestão de RCD's do atual cenário em Portugal e em outros países europeus, analisando também os principais problemas.

No Capítulo 6 apresenta-se uma análise dos procedimentos de gestão de RCD's no distrito de Bragança propondo soluções para a sua gestão.

Por fim no Capítulo 7 são expostas as conclusões, perspetivas e considerações finais da dissertação.

2. Enquadramento Político, legislativo e normativo

O atual cenário depara-se com uma deposição descontrolada e sem qualquer triagem na origem dos RCD's. Por outro lado os despejos ilegais têm vindo a originar autênticos crimes ambientais e de saúde pública. Como consequência destas más práticas, têm sido implementados um grande número de regulamentos que se encontram em vigor, tanto na parte da fiscalização como em questões de reutilização e triagem em obra.

Nos países da União Europeia não existe legislação específica para a gestão dos RCD's. No entanto, grande parte dos países decidiram a título individual a criação de legislação específica para regulamentação desta temática. De qualquer forma há uma lacuna muito evidente em alguns países, como é o caso de Portugal, onde apenas em 2008 aprovou legislação específica para o efeito, tendo ainda um enorme caminho a percorrer até se alcançarem as melhores práticas que fomentem os resultados desejados.

2.1 Panorâmica de diferentes países europeus

2.1.1 Cenário Atual na União Europeia

Atualmente, tal como foi referido, não existe legislação específica comunitária. Sendo assim pretende-se com este capítulo desta dissertação dar uma ideia geral da evolução das normas e legislação da UE. Em 1975, com a aprovação e entrada em vigor da Diretiva n.º 75/442/CEE, veio abrir-se o caminho para a gestão de resíduos que tinha como finalidade harmonizar a legislação a nível europeu, incentivar a recuperação de resíduos e a sua reutilização, a fim de preservar os recursos naturais, garantir uma eliminação de resíduos que proteja a saúde humana e o ambiente.

Esta Diretiva esteve em vigor até à publicação da Diretiva n.º 91/156/CEE e que veio introduzir alterações na Diretiva anterior uma vez que para além de garantir uma correta eliminação de resíduos, veio incentivar a promoção da sua prevenção. Por outro lado, e uma vez que se tratava de uma comunidade veio harmonizar a legislação a nível europeu. Relativamente a outra inovação, veio encorajar a reutilização e a reciclagem dos resíduos, como alternativa aos recursos naturais. Assim como, assegurar que a Comunidade e que cada Estado-Membro se tornem autossuficientes no que se refere à eliminação de resíduos.

Segundo *Caixinhas* foi revogada a Diretiva n.º 75/442/CEE, não se verificando grandes mudanças na Diretiva n.º 91/156/CEE, através da Diretiva n.º 2006/12/CE. [2.1].

Uma vez que os problemas ambientais e as questões da sustentabilidade se debatem cada vez mais, foi publicada em 2008, a Diretiva n.º 2008/98/CE que veio consolidar o papel principal da prevenção dos resíduos. Esta Diretiva veio alterar por completo a ideia até então imposta pelas Diretivas em vigor, introduzindo aspetos como minimização do impacto provocado pela gestão dos resíduos que tanto têm prejudicado a saúde humana e os ecossistemas naturais. Esta Diretiva veio clarificar os conceitos, acabando com dúvidas existentes, tais como a diferença entre valorização e eliminação. Este novo quadro legislativo veio dar ênfase à redução como forma de prevenção. Assim como, ao incentivo da reciclagem de materiais por forma a valorizar os recursos naturais e os ecossistemas. Os Estados membros tiveram que transcrever essa Diretiva revista nas suas regulamentações nacionais – leis, regulamentos e disposições administrativas – até 12 de Dezembro de 2010.

A Diretiva revista estabelece uma hierarquia de gestão de resíduos em 5 etapas. Os Estados membros têm que respeitar essa hierarquia na elaboração da sua política nacional nomeadamente, a prevenção dos resíduos, a preparação para a reutilização, a reciclagem, a valorização (inclusive a valorização energética) e o armazenamento seguro (como último recurso).

Nesta Diretiva surgiu pela primeira vez referência aos RCD, onde na alínea c) do artigo 2.º é excluído do âmbito de aplicação da Diretiva *“o solo não contaminado e outros materiais naturais resultantes de escavações no âmbito de atividades de construção, sempre que se tenha a certeza de que os materiais em causa serão utilizados para efeito de construção no seu estado natural e no local em que foram escavados”* [2.2]. Neste artigo denota-se uma preocupação em encontrar a solução para os solos de escavações devendo ter-se em conta que não deveriam ser considerados resíduos uma vez que não têm na grande maioria dos casos qualquer contaminação.

Por outro lado, na alínea b) do n.º 2 do artigo 11.º *“até 2020, a preparação para a reutilização, reciclagem e valorização de outros materiais, incluindo operações de enchimento utilizando resíduos como substituto de outros materiais, de resíduos de construção e demolição não perigosos, com exclusão de materiais naturais definidos na categoria 17 05 04 da lista de resíduos, sofrem um aumento mínimo de 70 % em peso”*. [2.2]. Com esta publicação são apresentadas as metas pretendidas até 2020 na reciclagem dos resíduos dos RCD.

Deste modo, decidiu-se fazer uma abordagem a alguns exemplos de países da União Europeia, nomeadamente a Espanha por se tratar de um país com um cenário idêntico ao português, comparando com a Holanda, a Dinamarca, a Alemanha e a França. Alguns

destes são exemplos a seguir, uma vez que se encontram devidamente organizados, onde se encontram os melhores exemplos na correta gestão de RCD e onde a taxa de reciclagem é muito elevada.

2.1.2 Holanda

A situação da Holanda está sustentada num sistema muito organizado e o mais avançado de toda a UE. Segundo o *Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment* (2001) [2.3] a meta traçada de reciclagem para os RCD em 1990 até 2000 foi de 90%, e foi atingida em 1999. Neste país as metas foram levadas muito a sério começando pela obrigação da triagem na origem. Paralelamente foram criados mercados atrativos para produtos provenientes de materiais reciclados, assim como produtos fiáveis e duradouros. Houve portanto a preocupação, não só de transposição da Diretiva para legislação própria, mas de criar condições para que as suas imposições fossem facilmente atingidas, procurando dar soluções na origem, eliminando em muito a deposição em aterro dos resíduos provenientes da construção. Houve um investimento inicial em campanhas publicitárias, sessões de esclarecimento, incentivos fiscais e financeiros para que a separação seja feita na origem, facilitando assim o correto encaminhamento para as fileiras correspondentes, facilitando a separação dos materiais, tornando o processo mais célere, eficaz e menos dispendioso.

Neste país os produtos produzidos a partir de produtos reciclado são, segundo a mesma entidade, agregados reciclados, produzidos segundo normas específicas publicadas pelo Centro de Investigação Holandês e são vendidos na maior parte para estradas e em menor quantidade para fabrico de betão.

Com apoio do programa LIFE (Financial Instrument for the Environment), que se trata de um instrumento financeiro para o Ambiente, que contempla o cofinanciamento da conservação da natureza e outras áreas de interesse Europeu (tais como água, resíduos, ar e clima), foi criado o projeto “*Groene Leguaan*” - Iguana Verde na Holanda, em Stavoren (figura 2.1), onde foram construídas habitações ecológicas a preços baixos, com materiais reciclados: fachadas em madeira; utilização de tintas naturais; paredes em adobe, gesso cartonado e papel reciclado; isolamento térmico é à base de celulose e conchas. O aquecimento é feito através de painéis solares e tubagens subterrâneas e é reaproveitada a água da chuva para fins sanitários. As casas são feitas tendo em conta as orientações solares por forma a aproveitar esse recurso na poupança de energia. Os referidos materiais têm muito menos impacto sobre o ambiente durante todas as etapas

do seu ciclo de vida, do que os materiais de construção convencionais, tais como betão, metais, plásticos e outros.



Figura 2.1- Projeto Iguana (exemplo de uma habitação construída) [2.4]

Na Holanda desde 1997 que, segundo o *Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment*, foi proibida a deposição de RCD potencialmente recicláveis em aterros e posteriormente a deposição de RCD combustíveis. Infelizmente, e por razões de dificuldade de valorização e incineração destes resíduos, em 2001 foi isenta essa proibição, impondo-se apenas uma taxa de deposição em aterro. Contudo essa taxa chega a atingir 122€ a tonelada em algumas zonas do país, [2.3] tornando-se assim mais económica a triagem e encaminhamento dos RCD para reciclagem e dos RCD combustíveis para incineração.

2.1.3 Dinamarca

Outro caso de estudo é a Dinamarca, pois a reciclagem dos RCD's é uma prática assumida. O imposto de resíduos na Dinamarca tem sido um instrumento muito eficaz no aumento da reciclagem dos RCD's, tendo as taxas de reciclagem aumentado de 25% para 92% desde 1990.

Até à década de 1980, para a gestão dos RCD's, a Dinamarca dependia fortemente da deposição de resíduos em aterro. Esta mudança radical deveu-se ao facto da preocupação da contaminação das águas subterrâneas, uma vez que a água potável existente para consumo é toda de origem subterrânea. Outra questão deve-se à dificuldade em encontrar locais para deposição destes resíduos.

Em 1985, a Danish Environmental Protection Agency (DEPA) regulamentou a reutilização de asfalto, podendo ser utilizado na sub-base e na pavimentação de novas estradas ou de caminhos.

Em 1990, a DEPA possibilitou a reutilização, sem autorização prévia, de determinados materiais de construção (pedra, telhas e elementos de betão) em processos construtivos, desde que livres de contaminantes e separados na origem [2.5].

Em 1996 o Ministro do Ambiente e Energia celebrou um acordo com a Associação Dinamarquesa de Demolições denominada de Construção Dinamarquesa em relação à demolição seletiva de edifícios. O acordo foi designado de “Acordo de Controlo Ambiental das Indústrias de Demolição Dinamarquesas”.

A Associação de Demolições tem 26 membros e ocupa cerca de 85% do mercado de demolições. Quando uma empresa adere ao Acordo todas as suas atividades de demolição com mais de 10 toneladas de resíduos passam a estar por ele abrangidas. O objetivo da Associação é promover uma demolição de edifícios e instalações, a mais apropriada possível e contribuir para o manuseamento e tratamento de produtos residuais, resíduos e solos contaminados, de forma mais adequada.

O imposto sobre os resíduos é, desde 2001, de € 44,30 por tonelada para os resíduos incinerados e de € 50,34 por tonelada para os resíduos depositados em aterro [2.5], não havendo nenhum imposto sobre os resíduos a ser reciclados. A extração de agregados naturais encontra-se também sujeita ao pagamento de uma taxa específica.

Em 1995, foi publicado o regulamento municipal sobre a triagem de RCD's [2.5]. As Câmaras Municipais ficaram encarregues do dever de elaborar regulamentação sobre os RCD's, a fim de aumentar a sua reciclagem. Essa regulamentação deve obrigar à separação de RCD's na fonte quando o total de resíduos produzidos for superior a uma tonelada [2.6]. Isto significa que mesmo os edifícios de menores dimensões estão obrigados a separar os resíduos na origem.

Um acordo voluntário foi selado, em 1996, entre o Ministério do Ambiente e Energia e a Associação Dinamarquesa de Empreiteiros de Demolição. O acordo assegura a correta demolição das construções de modo a privilegiar a reciclagem dos resíduos através da sua correta separação [2.5]. A demolição seletiva é aplicada mesmo quando é mais cara e demorada do que a demolição tradicional. Isto acontece porque são obtidas grandes poupanças através da redução de custos para o imposto sobre os resíduos e de maior venda de materiais recicláveis.

2.1.4 Alemanha

A Alemanha é o país da UE que mais RCD's produz mas também é um dos que tem a maior taxa de reciclagem destes. Em 2002, produziu cerca de 214 milhões de toneladas de RCD's, cerca de 60% de todos os resíduos produzidos no país, tendo 85% destes sido reutilizados ou reciclados [2.7].

Os padrões de tratamento de resíduos de construção na Alemanha são bastante elevados. Existem regulamentações extensivas que vão muito além das exigências da UE e que em geral são cumpridas. O fluxo de resíduos tem que ser, cuidadosamente, documentado e, devido a exigências legais, a reutilização e a reciclagem de resíduos deve ser preferida face à sua eliminação. O dono de obra e os construtores são os responsáveis pelo adequado escoamento de resíduos, mas, em geral, estes subcontratam empresas de recolha. O mais usual, em termos de contratualização, é cada especialidade ser responsável pelo encaminhamento dos seus próprios resíduos. Perante isto, os resíduos são normalmente separados apenas em resíduos de construção minerais, resíduos misturados, sucatas, madeiras e embalagens, isto nos locais de construção de maior dimensão. Nos locais de construção mais pequenos nem isto chega a ser feito.

As propostas e os contratos poderiam prever formas alternativas de separar os resíduos, mas estas são utilizadas com pouca frequência. Uma maneira de melhorar a situação seria colocar toda a responsabilidade de tratamento e separação de resíduos sob a área de jurisdição de uma das diferentes especialidades ou subempreiteiros ou de uma empresa de recolha que prestasse serviços à obra como um todo, o que otimizaria os aspetos logísticos da recolha. Os custos de tratamento variam muito e dependem, para além do método de recolha e das diferenças regionais, da existência ou não de substâncias contaminantes e/ou perigosas entre os resíduos. Os custos de recolha e tratamento constituem entre 0,3 e 3% dos custos totais de um projeto, podendo ser possível fazer alguma poupança através de uma recolha separada de resíduo [2.7].

O núcleo das normas alemãs referentes à questão de resíduos é o decreto sobre a gestão de resíduos industriais e comerciais. Este contém princípios gerais sobre o tratamento de resíduos (privilegiando a reutilização à eliminação) e é substanciado por uma série de outros decretos, como o decreto referente aos resíduos de madeira [2.7].

Uma iniciativa para a promoção da reutilização de resíduos da construção é um conjunto de orientações sobre a reciclagem do Ministério Federal para o planeamento regional,

construção e desenvolvimento urbano (*“guideline recycling”*). Qualquer empresa de recolha necessita de várias autorizações e de uma certificação própria para poder ser considerada um *“operador de resíduos especializado”*. Até à reutilização/reciclagem dos resíduos, é estritamente proibida a sua mistura. Isto significa que os resíduos não podem ser misturados antes de serem analisados, ainda que pertençam à mesma classe da Lista Europeia de Resíduos (LER). O objetivo é prevenir uma eventual reciclagem de material poluído ou perigoso. De uma forma geral, é necessário a apresentação de documentação comprovativa da eliminação e reciclagem dos resíduos controlados; para os resíduos que não exigem controlo. Este procedimento é apenas necessário mediante imposição das autoridades responsáveis. Alguns locais de aterro não aceitam resíduos de construção misturados (entulhos), outros exigem pagamentos mais elevados para os resíduos misturados com grandes quantidades de materiais valorizáveis, do que para os com menores quantidades de tais materiais. Estas medidas vêm favorecer o encaminhamento de resíduos de construção não separados para triagem próprias. Os resíduos de construção minerais, a madeira, os metais, o vidro, os detritos de escavações, os plásticos, e o material de embalagem podem ser, em grande parte reutilizados/reciclados. As tintas, as impermeabilizações, os isolamentos de telhados, as lajes de betão com amianto, as latas de poliuretano têm que ser encaminhados para aterros próprios ou para incineradoras de resíduos. Para as embalagens, existem variados sistemas logísticos de retoma e reutilização das mesmas [2.7].

2.1.5 França

A gestão de resíduos de construção é parte integral dos padrões legais franceses, sendo que têm surgido muitas iniciativas neste sentido nos últimos 5 anos. A regulamentação incide sobre todas as fases da gestão de resíduos: produção, transporte e eliminação ou tratamento. As autoridades competentes já deveriam ter finalizado a maior parte dos planos departamentais para a eliminação de resíduos da construção, mas a existência de problemas a nível local, têm atrasado o processo. Por exemplo, nem sempre existem destinos livres disponíveis para as especialidades da construção, assim como algumas cidades não têm soluções previstas para os resíduos industriais [2.8].

Em algumas zonas, estão a ser desenvolvidas plataformas de acumulação de resíduos de construção e centrais para a separação manual e mecânica dos mesmos. Os agentes envolvidos nesta recolha e acumulação estão preparados para apresentar às empresas soluções globais e específicas de tratamento de resíduos.

No âmbito da estrutura de tratamento de resíduos, o país dispõe de sistemas eficazes para a madeira, o cartão, o vidro e para a maioria dos resíduos de embalagens. No que diz respeito a entulhos, alguns sistemas de reciclagem de resíduos minerais ou inertes podem valorizá-los como agregados reciclados. As empresas de recolha e transporte, acumulação, separação e eliminação ou tratamento de resíduos da construção estão sujeitas a um tipo de controlo especial e são submetidas à mesma regulamentação que outras empresas de gestão de resíduos.

O cumprimento da regulamentação ambiental acarreta custos para as empresas e as soluções que lhes são propostas aumentam estes custos. Os custos de gestão de resíduos representam, aproximadamente, entre 3 e 5% dos custos totais de construção. A gestão de resíduos deve ser devidamente integrada em cada nível da cadeia de agentes envolvidos: dono de obra, supervisor do projeto e empresas de construção, de modo a poderem encontrar as soluções mais adequadas. Tem sido desenvolvido um trabalho importante no que toca à integração da gestão de resíduos nos mercados privados e públicos.

Os dados quantitativos e qualitativos apresentados na análise mostram que há uma falta de continuidade no que diz respeito aos resíduos de construção. Um passo necessário para a definição de uma política eficaz de redução de resíduos seria determinar a produção de resíduos na construção, na demolição e na renovação de edifícios.

2.1.6 Espanha

Em Espanha, a reciclagem de RCD's ainda se encontra pouco desenvolvida, sendo a taxa de reciclagem menor do que 10%. Tal como em Portugal, só em 2008 foi publicada legislação para regular a produção e gestão deste fluxo específico de resíduos. Esta medida foi tomada como resposta aos aumentos imprevistos na produção de RCD's, que superaram as estimativas mais pessimistas, após um período em que a indústria da construção registou um grande desenvolvimento [2.9]. Segundo as autoridades espanholas, as causas que levam ao baixo reaproveitamento dos RCD's são: o despejo ilegal ou descontrolado, sem o cumprimento dos requisitos da legislação de aterro, e as baixas taxas de admissão em aterros autorizados, que dificultam a sustentabilidade e a rentabilidade da operação de estações de tratamento de RCD's [2.10].

Contudo, antes da implementação da nova legislação, já existiam alguns progressos na correta gestão de RCD's, particularmente na Comunidade Autónoma de Madrid, do País Basco e da Catalunha [2.11]. Este facto deve-se ao aumento da iniciativa pública e privada

para a implementação de instalações de tratamento, tanto de equipamentos fixos e móveis para o tratamento de RCD's como de aterros controlados [2.10].

Existiram também avanços na formação e sensibilização do sector, em grande parte devido a iniciativas de formação levadas a cabo pela Confederação Nacional de Construção (CNC), congressos desenvolvidos pela Associação das Entidades de Reciclagem e Demolição (GERD) e outras iniciativas que beneficiaram do apoio institucional e financeiro do Ministério do Meio Ambiente e Meio Rural e Marinho (MARM). Estas Comunidades Autónomas desenvolveram também políticas ativas no âmbito dos RCD's, incluindo a aplicação de taxas sobre a sua deposição em aterro. É o caso da Catalunha, onde se alcançou um bom controlo do fluxo de RCD's e o desaparecimento virtual de despejos não controlados no seu território [2.10].

O Real Decreto 105/2008, de 1 de Fevereiro de 2008, é instituído como uma peça fundamental da política espanhola no âmbito dos RCD'S, esperando-se que contribua para o desenvolvimento sustentável de um sector tão importante para a economia espanhola como é o setor da construção. Este decreto aplica os princípios: da responsabilidade do produtor; de prevenção de resíduos; da responsabilidade entre todos os agentes envolvidos na cadeia de produção e gestão de RCD's [2.10].

Este novo regulamento obriga o arquiteto a incluir um estudo sobre a gestão de RCD's na fase de projeto e compete ao construtor desenvolver um plano de gestão de RCD's para a obra. Tanto o estudo como o plano são necessários para a obtenção da licença de construção e necessitam de conter dois aspectos importantes: as quantidades de resíduos e o custo do tratamento destes [2.9]. O decreto impõe também a obrigação de separação dos RCD's na origem, a partir de certos limites, de modo a facilitar a sua posterior valorização, e a proibição de deposição de RCD's sem tratamento prévio, de maneira a desencorajar a deposição de resíduos valorizáveis (figura 2.2).

Prevê ainda o estabelecimento de um mecanismo de controlo vinculado à obtenção de licenças de construção, no qual o produtor, através de uma caução, garante o cumprimento das exigências de gestão dos RCD's a ser produzidos no local.



Figura 2.2 – Imagens *bags* em Barcelona, Espanha.

2.1.7 Portugal

Segundo o Decreto-Lei n.º 46/2008 de 12 de Março - “O sector da construção civil é responsável por uma parte muito significativa dos resíduos gerados em Portugal, situação comum à generalidade dos demais Estados membros da União Europeia em que se estima uma produção anual global de 100 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD’s)” [2.12].

A classificação dos RCD’s sofreu ao longo do tempo diversas modificações. Numa fase inicial foram apreciados no Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU), aprovado em 1997, como um dos fluxos de RSU. Por outro lado, no Plano Estratégico Sectorial de Gestão de Resíduos Industriais (PESGRI) publicado pelo Decreto-Lei n.º 516/99, de 2 de Dezembro, revisto pelo Decreto-Lei n.º 89/2002 de 9 de Abril foram considerados Resíduos Industriais (RI) incluídos na categoria de Resíduos Industriais Perigosos (RIP) porque em grande parte dos casos contêm componentes perigosos [2.13].

Com a aprovação do Regime Geral da Gestão de Resíduos - Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro - na alínea x) no artigo 3.º surgiu a definição de “resíduo de construção e demolição – resíduos provenientes de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação e demolição e da derrocada de edificações.” [2.14].

Até à publicação de um quadro legislativo específico, publicado pelo Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março a gestão de RCD’s era regulada pelo Regime Geral da Gestão dos Resíduos, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, bem como pela legislação específica referente aos fluxos especiais frequentemente contidos nos RCD’s, como sejam os resíduos de embalagens, os resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos, os polibifenilos policlorados (PCB), os óleos usados e os pneus

usados. É ainda de considerar a classificação dos RCD's de acordo com a LER, estabelecida pela Portaria n.º 209/2004, de 3 de Março [2.15].

O Decreto-Lei n.º 46/2008, 12 de Março estabelece o regime jurídico e normas técnicas a que fica sujeita a gestão de RCD's, nomeadamente a sua prevenção e reutilização e as suas operações de recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação, de forma a não constituir perigo ou causar prejuízo para a saúde humana ou para o ambiente.

Tendo em conta a importância de uma abordagem que garanta a sustentabilidade ambiental da atividade da construção lógica do ciclo de vida, são definidas metodologias e práticas a adotar nas fases de projeto e execução da obra que privilegiam a aplicação dos princípios de prevenção e da redução e da hierarquia das operações de gestão de resíduos.

O referido decreto-lei considera como princípio fundamental de gestão de RCD's a prevenção da produção destes resíduos, reduzindo a incorporação de substâncias perigosas na construção, bem como o recurso à triagem na origem e a sistemas de reutilização, reciclagem e outras formas de valorização, com vista a reduzir a quantidade e a perigosidade dos resíduos a eliminar.

O Decreto-Lei 46/2008 de 12 de Março, veio introduzir a questão da corresponsabilidade na gestão de todos os intervenientes do ciclo de vida dos RCD's. Como tal, o artigo 3.º enuncia que os RCD's produzidos em obras isentas de licença ou de comunicação prévia são da responsabilidade da entidade que gere os resíduos urbanos (normalmente as câmaras municipais). Por outro lado sempre que for impossível detetar o produtor do resíduo o seu responsável será o seu detentor. O mesmo artigo refere ainda que a responsabilidade destas entidades só deixa de ser vinculativa quando os RCD's são entregues a uma entidade licenciada para o efeito.

Este quadro legislativo contempla a correta gestão em obra e valorização dos resíduos produzidos, bem como orientação de demolições efetuadas por forma a instituir o princípio de gestão e redução na produção de RCD's.

Como anteriormente referido existe uma panóplia extensa de resíduos que são gerados numa obra. Contudo o Decreto-Lei n.º 46/2008 contempla que poderão ser usados *“Os solos e as rochas que não contenham substâncias perigosas provenientes de atividades de construção devem ser reutilizados no trabalho de origem de construção, reconstrução, ampliação, alteração, reparação, conservação, reabilitação, limpeza e restauro”*, sendo

que o material deste tipo que não for aproveitado nessa atividade poderão ser usados em locais tais como na recuperação paisagística de explorações mineiras e pedreiras, em obras sujeitas a licenciamento ou comunicação prévia, cobertura de aterros de resíduos ou locais devidamente licenciados pelas câmaras municipais ao abrigo do artigo 1.º do Decreto-Lei n.º 139/89, de 28 de Abril [2.16].

Por outro lado, o Decreto-Lei n.º 46/2008 de 12 de Março estabelece obrigação legal de elaboração de um Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos (PPGR) de construção e demolição nas obras públicas, onde sejam assegurados princípios gerais de gestão de RCD's e das demais normas aplicáveis. O Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de Janeiro que transcreve o Código dos Contratos Públicos (CCP) refere que o plano faz parte dos elementos da solução da obra, nomeadamente do projeto de execução e que o Dono de Obra é responsável pela correta execução do plano de prevenção e gestão de resíduos de construção e demolição. O referido PPGR deve conter: a caracterização da obra a efetuar, com descrição dos métodos construtivos a utilizar tendo em vista os princípios referidos no artigo 2.º e as metodologias e práticas referidas no artigo 5.º do referido decreto-lei; a metodologia para a incorporação de reciclados de RCD's; a metodologia de prevenção de RCD's, com identificação e estimativa dos materiais a reutilizar na própria obra ou noutros destinos; a referência aos métodos de acondicionamento e triagem de RCD's na obra ou em local afeto à mesma, devendo, caso a triagem não esteja prevista, ser apresentada fundamentação da sua impossibilidade; a estimativa dos RCD's a produzir, da fração a reciclar ou a sujeitar a outras formas de valorização, bem como da quantidade a eliminar, com identificação do respetivo código da lista europeia de resíduos.

No que concerne o caso de obras particulares sujeitas a licenciamento ou comunicação prévia nos termos do Decreto-lei n.º 555/99 de 15 de Dezembro alterado pelo Decreto-lei n.º 26/2010 de 30 de Março – Regime Jurídico da Urbanização e Edificação (RJUE), deve o produtor de RCD's promover a reutilização de materiais e introdução de RCD's na obra; assegurar a existência na obra de um sistema de acondicionamento adequado que permita a gestão seletiva dos RCD's; assegurar a aplicação em obra de uma metodologia de triagem de RCD's ou, quando tal não seja possível, o seu encaminhamento para operador de gestão licenciada; assegurar que os RCD's são mantidos em obra o mínimo tempo possível, sendo que, no caso de resíduos perigosos, esse período não pode ser superior a três meses; cumprir as demais normas técnicas respetivamente aplicáveis; efetuar e manter, conjuntamente com o livro de obra, o registo de dados de RCD's, de

acordo com o modelo constante do anexo II ao presente decreto-lei, do qual faz parte integrante.

O RJUE cita ainda que *“a câmara municipal fixa as condições a observar na execução da obra com o deferimento do pedido de licenciamento das obras (...) devendo salvaguardar o cumprimento do disposto no regime da gestão de resíduos de construção e demolição”*.

Relativamente à utilização dos RCD's em obra está sujeita a normas técnicas nacionais e comunitárias, onde por outro lado e segundo o artigo 7.º sempre que não existam as referidas normas técnicas são reconhecidas as normas do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) devidamente homologadas pelos responsáveis do governo das áreas envolvidas, nomeadamente a área do ambiente e das obras públicas.

As normas técnicas específicas do LNEC referidas são a E471/2006 – guia para a utilização de agregados reciclados grossos em betão de ligantes hidráulicos; E472/2006 - guia para a reciclagem de misturas betuminosas a quente em central; E473/2006 - guia de para a utilização de agregados reciclados em camadas não ligadas de pavimentos; E474/2006 - guia para a utilização de resíduos de construção e demolição em aterro e camada de leito de infraestruturas de transporte;

O Decreto-Lei n.º 46/2008 de 12 de Março descreve que as operações de RCD's, nomeadamente valorização, armazenagem, triagem e eliminação estão sujeitas a licenciamento conforme descrito no Decreto-Lei n.º 178/2006 de 5 de Setembro [2.14]. Por outro lado a deposição em aterro só é permitida após triagem e sendo esta ação sujeita a licenciamento segundo termos do Decreto-Lei n.º 152/2002, de 23 de Maio [2.17].

Na conceção de obras públicas e empreitadas, o projeto de execução é acompanhado de um Plano de Prevenção e Gestão de RCD'S (PPGR), tendo segundo o artigo 10.º do Decreto-Lei n.º 46/2008 de 12 de Março, a obrigatoriedade de *“assegurar o cumprimento dos princípios gerais de gestão de RCD's e das demais normas aplicáveis”* [2.12].

Este plano contempla *“a caracterização da obra, com a descrição dos métodos construtivos a utilizar”*; a *“metodologia de prevenção de RCD's, com identificação e estimativa dos materiais a reutilizar na própria obra ou noutros destinos”*; por outro lado, devem contemplar a *“metodologia para a incorporação de reciclados de RCD's, bem como a “identificação e estimativa dos materiais a reutilizar na própria obra”* ou noutras obras sujeitas a licenciamento ou comunicação prévia; *“a referência aos métodos de acondicionamento e triagem de RCD's na obra ou em local afeto à mesma, devendo, caso a triagem não esteja prevista, ser apresentada fundamentação da sua*

impossibilidade” e por fim deve fazer referência à quantidade de RCD’s que vão ser produzidos, referindo os que vão ser eliminados e os que vão ser valorizados ou reciclados devidamente identificados pelo código da LER [2.12].

O Plano de Gestão de Resíduos deve estar disponível no local da obra para poder ser analisado e consultado pelas entidades competentes, podendo o mesmo ser alterado *“na fase de execução, sob proposta do produtor de RCD’s, ou, no caso de empreitadas de conceção-construção, pelo adjudicatário com a autorização do dono da obra, desde que a alteração seja devidamente fundamentada.”* [2.12].

Relativamente às obras sujeitas a comunicação prévia ou licenciamento o produtor de RCD’s está sujeito a manter juntamente com o livro de obra, o registo de dados dos RCD’s de acordo com modelo constante do anexo II do Decreto-Lei n.º 46/2008 de 12 de Março, bem como assegurar a reutilização de materiais e introdução de RCD’s reciclados na obra, garantindo um sistema de acondicionamento eficaz tendo em vista a triagem dos RCD’s, promovendo esta triagem em obra e sempre que não seja possível ser efetuada por um operador licenciado.

No que concerne ao transporte dos RCD’s o Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março, prevê no seu artigo 12.º a definição de uma guia específica para o transporte de RCD’s. Assim, o transporte de RCD’s deve ser acompanhado de guias de acompanhamento de resíduos, cujos modelos constam dos anexos I e II da Portaria n.º 417/2008, de 11 de Junho [2.18]. O modelo constante do anexo I deve acompanhar o transporte de RCD’s provenientes de um único produtor ou detentor, podendo constar de uma mesma guia o registo do transporte de mais do que um movimento de resíduos. O modelo constante do anexo II deve acompanhar o transporte de RCD’s provenientes de mais do que um produtor ou detentor.

2.2 Normas Aplicáveis

As normas alusivas à análise do ciclo de vida (ACV) encontram-se especificadas nas normas ambientais da série 14000 (figura 2.3). Abordando temas específicos no que concerne as questões ambientais nomeadamente:

- ✓ auditorias ambientais;
- ✓ rotulagem ambiental;
- ✓ avaliação do desempenho ambiental;
- ✓ avaliação do ciclo de vida;

- ✓ sistemas de gestão ambiental;
- ✓ gestão de gases com efeitos de estufa, auditorias ambientais.

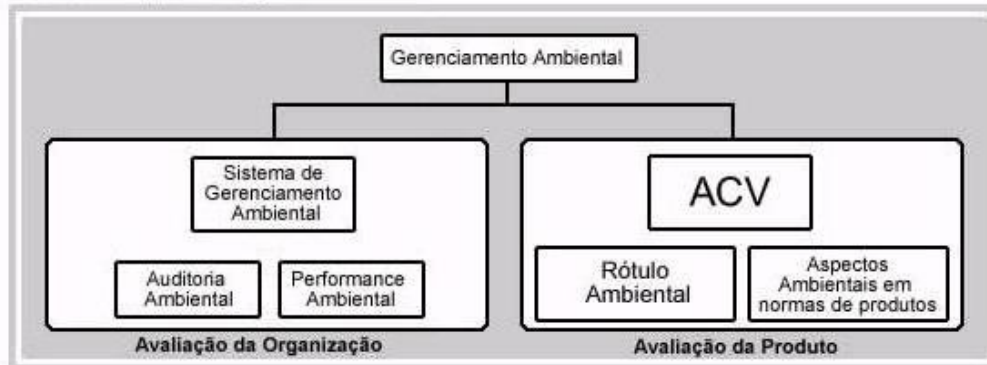


Figura 2.3 - Estrutura das normas da série ISO 14000 (adaptado de [2.19]).

A série de normas ISO 14000 envolve as seguintes normas:

- ✓ ISO 14040 – Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework – princípios e estrutura.

Esta norma especifica a estrutura geral, os princípios e requisitos para conduzir e relatar estudos de avaliação do ciclo de vida, não incluindo as técnicas de avaliação do ciclo de vida em detalhes.

- ✓ ISO 14041 – Environmental management – Life cycle assessment – Goal and scope definition and inventory analysis – definição do objetivo e análise do inventário.

Esta norma orienta como o objetivo deve ser suficientemente bem definido para assegurar que a extensão, a profundidade e o grau de detalhe do estudo sejam compatíveis e suficientes para atender ao objetivo estabelecido. Da mesma forma, esta norma orienta como realizar a análise de inventário, que envolve a recolha de dados e procedimentos de cálculo para quantificar as entradas e saídas pertinentes de um sistema de produto.

- ✓ ISO 14042 – Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle impact assessment – Avaliação do impacto do ciclo de vida.

Esta norma especifica os elementos essenciais para a estruturação dos dados, sua caracterização, a avaliação quantitativa e qualitativa dos impactos potenciais identificados na etapa da análise do inventário.

- ✓ ISO 14043 – Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle interpretation – Interpretação do ciclo de vida.

Esta norma define um procedimento sistemático para identificar, qualificar, conferir e avaliar as informações dos resultados do inventário do ciclo de vida ou avaliação do inventário do ciclo de vida, facilitando a interpretação do ciclo de vida para criar uma base onde as conclusões e recomendações serão materializadas no Relatório Final. Existem ainda os relatórios técnicos:

- ✓ ISO TR 14047 – Exemplos para a aplicação da ISO 14042;
- ✓ ISO TS14048 – Formato da apresentação de dados;
- ✓ ISO TR 14049 – Exemplos de aplicação da ISO 14041 para definição de objetivos e análise de inventário.

3. Caracterização dos RCD's

3.1 Classificação e composição dos RCD's

Com a publicação do Decreto-Lei n.º 239/97, de 9 de Setembro, foram estabelecidas as regras a que fica sujeita a gestão de resíduos no território nacional.

Nos termos das alíneas a) e b) do artigo 3.º desse diploma, foram identificadas, através da Portaria n.º 818/97, de 5 de Setembro, as substâncias ou objetos a que podem corresponder as definições de resíduos e de resíduos perigosos, em conformidade com o Catálogo Europeu de Resíduos, aprovado pela Decisão n.º 94/3/CE, da Comissão, de 20 de Dezembro de 1993, e com a Lista de Resíduos Perigosos, aprovada pela Decisão n.º 94/904/CE, do Conselho, de 22 de Dezembro [3.1].

As referidas decisões foram posteriormente revogadas pela Decisão n.º 2000/532/CE, da Comissão, de 3 de Maio, alterada pelas Decisões n.ºs 2001/118/CE, da Comissão, de 16 de Janeiro, 2001/119/CE, de 22 de Janeiro, e 2001/573/CE, do Conselho, de 23 de Julho, que adota a nova Lista Europeia de Resíduos e as características de perigo atribuíveis aos resíduos, e que entrou em vigor no dia 1 de Janeiro de 2002.

Nestas condições, a Lista Europeia de Resíduos (tabelas 3.1 e 3.2) que consta da Portaria n.º 209/2004, de 3 de Março, assegura a harmonização do normativo vigente em matéria de identificação e classificação de resíduos, ao mesmo tempo que visa facilitar um perfeito conhecimento por partes dos agentes económicos do regime jurídico a que estão sujeitos [2.15].

Os diferentes tipos de resíduos incluídos na Lista são totalmente definidos pelo código de seis dígitos para os resíduos e, respetivamente, de dois e quatro dígitos para os números dos capítulos e subcapítulos. Assim sendo:

Tabela 3.1 - Descrição dos diferentes resíduos de construção e demolição na LER [2.15].

Código	Descrição
17	Resíduos de construção e demolição (incluindo solos escavados de locais contaminados)
17 01	Betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos
17 02	Madeira, vidro e plástico
17 03	Misturas betuminosas, alcatrão e produtos de alcatrão
17 04	Metais (incluindo ligas)
17 05	Solos (incluindo solos escavados de locais contaminados), rochas e lamas de dragagem
17 06	Materiais de isolamento e materiais de construção, contendo amianto
17 08	Materiais de construção à base de gesso
17 09	Outros resíduos de construção e demolição

Tabela 3.2 – Parte respetiva dos RCD's na LER [2.15].

17 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (INCLUINDO SOLOS ESCAVADOS DE LOCAIS CONTAMINADOS):
17 01 Betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos:
17 01 01 Betão.
17 01 02 Tijolos.
17 01 03 Ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos.
17 01 06 (*) Misturas ou frações separadas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos contendo substâncias perigosas.
17 01 07 Misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos não abrangidas em 17 01 06.
17 02 Madeira, vidro e plástico:
17 02 01 Madeira.
17 02 02 Vidro.
17 02 03 Plástico.
17 02 04 (*) Vidro, plástico e madeira contendo ou contaminados com substâncias perigosas.
17 03 Misturas betuminosas, alcatrão e produtos de alcatrão:
17 03 01 (*) Misturas betuminosas contendo alcatrão.
17 03 02 Misturas betuminosas não abrangidas em 17 03 01.
17 03 03 (*) Alcatrão e produtos de alcatrão.
17 04 Metais (incluindo ligas):
17 04 01 Cobre, bronze e latão.
17 04 02 Alumínio.
17 04 03 Chumbo.
17 04 04 Zinco.
17 04 05 Ferro e aço.
17 04 06 Estanho.
17 04 07 Mistura de metais.
17 04 09 (*) Resíduos metálicos contaminados com substâncias perigosas.
17 04 10 (*) Cabos contendo hidrocarbonetos, alcatrão ou outras substâncias perigosas.
17 04 11 Cabos não abrangido 17 04 10.
17 05 Solos (incluindo solos escavados de locais contaminados), rochas e lamas de dragagem:
17 05 03 (*) Solos e rochas contendo substâncias perigosas.
17 05 04 Solos e rochas não abrangidos em 17 05 03.
17 05 05 (*) Lamas de dragagem contendo substâncias perigosas.
17 05 06 Lamas de dragagem não abrangidas em 17 05 05.
17 05 07 (*) Balastros de linhas de caminho de ferro contendo substâncias perigosas.
17 05 08 Balastros de linhas de caminho de ferro não abrangidos em 17 05 07.s em 17 04 10.
17 06 Materiais de isolamento e materiais de construção contendo amianto:
17 06 01 (*) Materiais de isolamento contendo amianto.
17 06 03 (*) Outros materiais de isolamento contendo ou constituídos por substâncias perigosas.
17 06 04 Materiais de isolamento não abrangidos em 17 06 01 e 17 06 03.
17 06 05 (*) Materiais de construção contendo amianto (ver nota 4).
17 08 Materiais de construção à base de gesso:
17 08 01 (*) Materiais de construção à base de gesso contaminados com substâncias perigosas.
17 08 02 Materiais de construção à base de gesso não abrangidos em 17 08 01.
17 09 Outros resíduos de construção e demolição:
17 09 01 (*) Resíduos de construção e demolição contendo mercúrio.
17 09 02 (*) 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).
17 09 03 (*) Outros resíduos de construção e demolição (incluindo misturas de resíduos) contendo substâncias perigosas.
17 09 04 Mistura de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03.

Um resíduo é, de acordo com o Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, que aprova o Regime Geral de Gestão de Resíduos, *“qualquer substância ou objeto de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou obrigação de se desfazer, nomeadamente os identificados na Lista Europeia de Resíduos”* (LER) [2.14].

Os RCD's designam, segundo o mesmo documento, o conjunto de resíduos que é *“proveniente de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação e demolição e da derrocada de edificações”*.

O número 5.32 do ponto 5.5 da revisão do Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU II), aprovado pela Portaria nº 187/2007, de 12 de Fevereiro, constitui estes resíduos como um fluxo específico dos resíduos sólidos urbanos (RSU), a par de outros oito que incluem, por exemplo, pilhas e acumuladores ou veículos em fim de vida [3.2].

Por outro lado, os RCD's eram classificados no Plano Estratégico Sectorial de Gestão de Resíduos Industriais (PESGRI 99) como sendo resíduos industriais (RI). A classificação dos resíduos era feita, neste documento, de acordo com a atividade industrial que os produz, sendo que as atividades industriais consideradas agrupadas de acordo com a Classificação das Atividades Económicas (CAE – Rev. 2), estabelecida pelo Decreto-Lei n.º 182/93, de 14 de Maio [3.3].

A Indústria da Construção corresponde à secção F da CAE – Rev. 2 e engloba os resíduos designados pela LER como 08 (resíduos do fabrico, formulação, distribuição e utilização de revestimentos, vedantes e tintas de impressão), 13 (óleos usados), 14 (resíduos de substâncias orgânicas usadas como solventes), 15 (resíduos de embalagens, absorventes, panos de limpeza, materiais filtrantes), 16 (resíduos não especificados – equipamentos fora de uso) e 17 (RCD's).

Na revisão deste plano, designado PESGRI 2001 e aprovado pelo Decreto-Lei n.º 89/2002, de 9 de Abril, a secção F deixa de ser abrangida (sendo-o apenas as secções C – indústria extrativa, D – indústria transformadora e H – indústria da restauração (catering) e E – produção e distribuição de gás e água). Os resíduos de construção e demolição (classe 17 da LER como visto anteriormente) passam a estar incluídos na secção D, E e H [3.4].

Desta forma, existe uma sobreposição entre o PERSU II e o PESGRI 2001, deixando pouco clara a posição dos RCD's no panorama dos resíduos. No entanto, a consideração, no PESGRI 99, de mais tipos de resíduos para além dos RCD's na

Indústria da Construção ajusta-se melhor à produção efetiva de resíduos em obras de construção, mas principalmente nas de demolição. Na tabela 3.3 é apresentada a relação de resíduos produzidos por algumas obras de demolição de edifícios de tipologia e função diferentes, deixando clara a extensão e variabilidade de classes de resíduos que podem resultar de uma demolição, bem como de construção nova, reparação e manutenção de edifícios.

Tabela 3.3 - Principais origens e tipos de resíduos na União Europeia [3.5].

Tipo de Obra	Tipos de resíduos	Principais origens	Materiais que não são normalmente recuperados
Demolição	Alvenarias, betão armado e betão pré-esforçado, metais ferrosos e não ferrosos, madeira, cerâmicos, plásticos, vidro, produtos de gesso e estuque, ferragens e guarnições e materiais de isolamento.	Edifícios residenciais e não residenciais, estruturas 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 tijolos 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.

Os resíduos de construção compreendem, geralmente, solos de escavação e movimentos de terra, desperdícios, excessos e materiais partidos ou danificados gerados em obras de construção e ainda materiais gerados pela reparação e manutenção de edifícios, estradas e infraestruturas, materiais gerados em reabilitações de frações de habitação e transformações de edifícios não residenciais.

Os resíduos de demolição compreendem, por exclusão de partes, todos aqueles que resultam da demolição de edifícios e outras estruturas, sendo que são gerados em volumes substancialmente maiores e gozam de maior variabilidade quanto à sua composição [3.5]. Os resíduos de demolição tendem a contribuir com mais resíduos contaminados por substâncias indesejadas ou perigosas, tal como chumbo, tintas, vernizes e adesivos, e tendem também a consistir em aglomerados de materiais com ligações tais que se torna mais difícil separá-los em materiais passíveis de reciclagem [3.6].

A composição destes resíduos é resultado do tipo de estrutura a ser demolida, da época em que foi construída – o que dita as técnicas e os materiais utilizados – e do método que se usa para a sua demolição [3.7]. A composição dos RCD's gerados numa mesma demolição pode ainda variar significativamente consoante o empreiteiro que a realiza devido, nomeadamente ao seu nível de perícia e à qualidade de formação da sua mão-de-obra [3.6].

Na verdade, o facto de cada demolição ser única e particular significa que a composição dos resíduos é variável de demolição para demolição. Além disso, os volumes originados em cada obra foram ainda pouco estudados e, sem uma amostra estatística suficientemente ampla e representativa, é difícil dispor de dados que permitam estabelecer, satisfatoriamente, a caracterização dos RCD's [3.8]. No entanto, tendo em conta os tipos de construção que se fazem demolir, pode tentar-se uma previsão de, pelo menos, a parte mais representativa da constituição dos RCD's produzidos em cada local ou país.

Em Portugal, de acordo com os dados da tabela 3.4, os edifícios de habitação foram, com larga margem, o tipo de construção que mais se demoliu em 2000 e 2001. Tendo ainda em conta que o edificado habitacional representa cerca de 50% do património construído e a duração da sua vida útil, poderá assumir -se que a maior parte dos RCD's produzidos no país terá a composição dos resíduos gerados tipicamente na demolição de um edifício de habitação.

Tabela 3.4 - Demolições de edifícios concluídos, por NUTS II, segundo as características, em 2000 e 2001 (INE)

Obras concluídas Regiões	Total	Demolição de edifícios	Destino anterior dos edifícios	
			Habitação	Outros destinos
2001				
Portugal	193	173	159	34
Continente	193	173	159	34
Norte	3	3	3	-
Centro	25	23	21	4
Lisboa e Vale do Tejo	106	92	83	23
Alentejo	2	2	1	1
Algarve	57	53	51	6
Reg. Aut. Açores	-	-	-	-
Reg. Aut. Madeira	-	-	-	-
2000				
Portugal	308	285	233	75
Continente	308	285	233	75
Reg. Aut. Açores	-	-	-	-
Reg. Aut. Madeira	-	-	-	-

Por sua vez, as características dos edifícios em Portugal foram, naturalmente, variando ao longo dos tempos e com ela os materiais usados na construção.

A tabela 3.5 revela a evolução dos sistemas de construção desde data anterior a 1755 até aos dias de hoje, bem como os materiais incorporados predominantemente nas construções em cada um dos sistemas.

Segundo Hendricks e Pietersen, os RCD's produzidos hoje em dia são baseados nos materiais de construção utilizados há cerca de 50-100 anos atrás, a demolição incidiu, nessa altura, essencialmente sobre edifícios de habitação, construídos na segunda metade do século XIX [3.9].

Tabela 3.5 - Caracterização da construção de edifícios em Portugal [3.9].

Ano	Época	Sistema Construtivo	Subprodutos
Anterior a 1755	Anterior ao terramoto	Alvenaria de pedra	Alvenaria de pedra, madeira, porcelanas, metais e areias.
1755 até ao III quartel do séc. XIX	Pombalina	Alvenaria portante	Alvenaria de pedra, argamassa de cal, areia, porcelanas, madeira, vidro, metais, têxteis e azulejos.
III quartel do séc. XIX	"Gaioleiro"	Alvenaria	Alvenaria de pedra, areias, porcelanas, madeira e metais.
1930 até hoje	Atual	Betão armado	Alvenaria de pedra, alvenaria de tijolo, madeira, betão, vidro, metais, têxteis, azulejos e papel e cartão.

Os materiais desse tipo de construção revelaram-se semelhantes em todos os Estados-Membros – paredes resistentes de alvenaria de tijolo ou pedra com estrutura de pavimentos de madeira e revestimento interior de gesso e telhas de ardósia [3.5].

A composição da construção praticada do terceiro quartel do século XIX até hoje é consistente com a constituição estimada dos RCD's na UE, apresentada na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 - Estimativa da constituição dos resíduos de construção e demolição de edifícios na UE [3.5]

Fileiras	Composição (%)
Alvenaria	57
Betão	37
Madeira	2
Aço	0,3
Diversos	3,7

Apesar de ainda poder ter menor significado do que a demolição de edificado antigo, o número de demolições de edifícios habitacionais mais modernos cresce todos os anos na UE, ocorrendo normalmente para dar lugar a novo desenvolvimento urbanístico ou erros

de construção, como a presença de cimento com grandes quantidade de alumínio em edifícios de apartamentos com vários andares [3.5].

Contudo, perspectiva-se que, num futuro próximo, estas motivações para a demolição de construções modernas deem lugar à necessidade da renovação do parque edificado, uma vez que, de acordo com a tabela 3.7, os primeiros edifícios habitacionais construídos com betão armado começam a chegar ao fim da sua vida útil prevista.

Tabela 3.7 - Ciclo de vida previsto para cada tipo de estrutura [3.5].

Categoria	Tipo de Edifícios	Ciclo de vida previsto para as estruturas (anos)	Proporção relativa
Vida Curta	Industriais	40	20%
Vida média	Habitação e comercio	70	50%
Vida longa	Escolas e hospitais	100	30%

Assim sendo, tendo em atenção a proporção dos alojamentos clássicos em 2001, por época de construção (figura 3.1), em que 86% da construção é posterior a 1945, poderá prever-se que os subprodutos do betão armado como sistema operativo constituir a base da composição dos resíduos obtidos na demolição de edifícios de habitação.

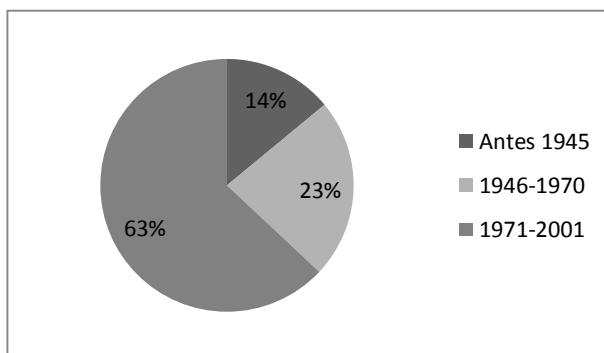


Figura 3.1 - Estrutura dos alojamentos clássicos existentes, por época de construção em Portugal, em 2001 (INE)

Para além da demolição dos edifícios da habitação, é de referir a demolição dos edifícios não residenciais que podem ser divididos em três grupos: os comerciais (centros comerciais e de escritórios e serviços), os industriais (fábricas e oficinas) e um terceiro grupo de edifícios que não se encaixam nas duas primeiras categorias, como são as igrejas, escolas, hospitais, hotéis e outros similares.

3.2 Origem dos RCD's

Os RCD's, de acordo com Symonds Group podem ter origem [5.6]:

1. Em demolições totais ou parciais de edificações e/ou obras de infraestruturas civis;
2. Durante o processo de construção de edificações e/ou obras de infraestruturas civis;
3. Nos trabalhos de terraplanagem e fundações;
4. Na construção e manutenção de estradas;

Para a Agência Portuguesa do Ambiente, os resíduos de construção e demolição são produzidos durante a construção, demolição, manutenção de edifícios, estradas, pontes, viadutos e são compostos essencialmente por, betão, madeira, gesso, asfalto, metais, vidro, plástico, tijolos, solos e vegetação [4.7].

As catástrofes naturais ou artificiais (incêndios, desabamentos, entre outros), as deficiências inerentes ao processo construtivo utilizado nos dias de hoje e a baixa qualificação da mão-de-obra podem também ser considerados como fontes de produção de RCD's [3.10].

Segundo dados no Instituto Nacional de Estatística - INE (figura 3.3) em Portugal, 41% dos RCD's têm origem em construções novas (considerando um todo), por outro lado 59% são referentes a reconstruções, ampliações e demolições.

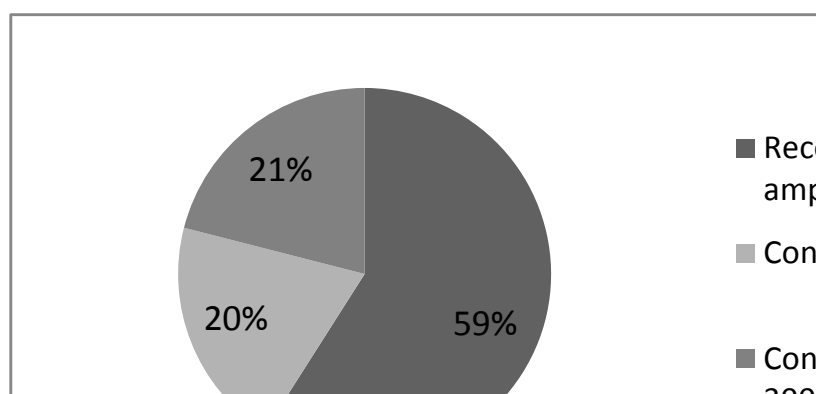


Figura 3.2 – Percentagem de produção de RCD'S em Portugal por intervenção (INE, 2001).

Quando comparados, em alguns países da Europa pode verificar-se que a percentagem de reutilização e reciclagem dos RCD's produzidos na Holanda e na Dinamarca atingem

valores na ordem dos 90% e 81% respetivamente. Por outro lado, Portugal e Espanha reutilizam e reciclam menos de 5% dos RCD's produzidos (tabela 3.8). Essa diferença pode ser atribuída às técnicas e materiais empregues na construção em países desenvolvidos.

Tabela 3.8 - Fluxos de RCD's na UE [5.6].

País	RCD's (milhões de toneladas)	% reutilização e reciclagem	% incineração e aterro
Alemanha	59	17	83
França	24	15	85
Espanha	13	< 5	> 95
Holanda	11	90	10
Portugal	3	< 5	> 95
Dinamarca	3	81	19

Por outro lado, Pinto e Gonzáles afirmam que a taxa de produção média de resíduos em novas construções é aproximadamente 150 Kg/m² [3.11]. Em obras o processo utilizado não interfere diretamente no volume de resíduos gerado, pois esse “entulho” faz parte do processo. Porém algumas técnicas como a da demolição seletiva e a desconstrução minimiza a contaminação dos RCD's, aumentando o potencial de reutilização e reciclagem dos mesmos, necessitando de mão-de-obra mais qualificada e requer mais tempo que a demolição tradicional [2.13].

Na Europa, a origem de RCD's atinge valores entre 0,52 e 2,56 t/hab.ano, como se pode observar na tabela 3.9. No caso do nordeste transmontano, serão admitidos os valores registados de 0,32 t/hab/ano de produção de RCD's na construção e de 0,42 t/hab/ano em casos de demolição, para criação de 3 cenários de localizações de aterros de RCD's por forma a rentabilizar recursos e eliminar os depósitos ilegais que surgem um pouco por todo o distrito de Bragança e Douro Superior.

A ideia chave passa por criar possíveis cenários contabilizando os custos totais da deposição dos resíduos para deposição dos RCD's usando infra-estruturas existentes devidamente licenciadas para o efeito, licenciando espaços novos e/ou para recuperar pedreiras existentes que necessitam de recuperação paisagística.

Tabela 3.9 - Taxa de produção per capita de RCD's em países europeus [3.12]

Origem dos resíduos	Unidade	Dinamarca	Alemanha	França	Portugal	Espanha
Construção	t/hab.ano	0,13	0,73	0,28	0,32	0,52 – 0,76
Demolição		0,34	0,05	0,23	0,42	
Obras viárias		0,07	0,18	1,66	0,02	
Escavação		0,12	1,6	des.	0,26	
Total	t/hab.ano	0,66	2,56	2,17	0,6	0,52 – 0,76

4. Práticas para a gestão de resíduos

A deposição de RCD's em locais licenciados e não licenciados para o efeito constituiu grande ocupação volumétrica, sendo uma preocupação que começa hoje a ser invertida tanto quanto possível. O ideal está em produzir menos quantidade de resíduos e os produzidos que possam ser reutilizados ou reaproveitados na sua maioria. A otimização de práticas de construção tem vindo a ser fomentada, pois representa custos nos desperdícios de material e de mão-de-obra, de transporte e no destino final.

A triagem e reciclagem são fundamentais nas questões de valorização dos RCD's (figura 4.1) por forma a conseguir rentabilizar de modo aceitável os recursos existentes. Por outro lado, segundo o artigo 8.º do D.L n.º 46/2008, de 12 de Março “os RCD's são obrigatoriamente objeto de triagem em obra ou em operador de gestão licenciado” e estes resíduos não poderão ser depositados em aterro sem que os mesmos não sejam devidamente triados” [2.12].

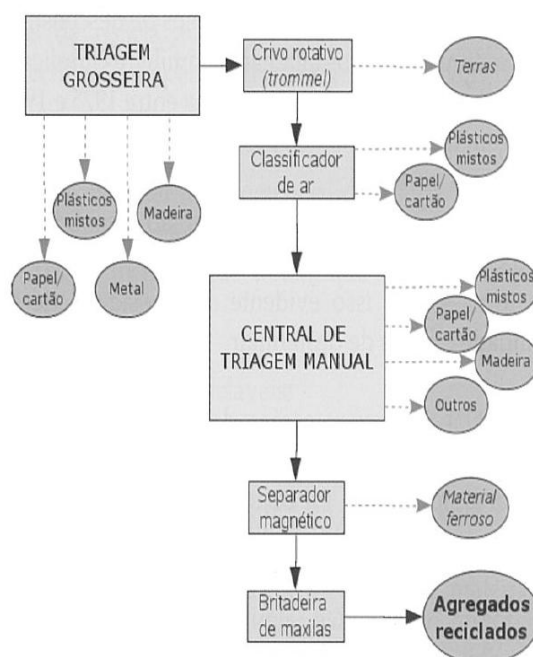


Figura 4.1 - Diagrama Geral de um processo de triagem e reciclagem [4.1]

Atualmente a deposição em aterro é a solução mais usada em Portugal essencialmente para reabilitação de pedreiras inativas. Contudo, esta prática deve ser vista apenas quando a revalorização por meio de reciclagem ou por outra forma se torna inviável.

A reutilização dos resíduos provenientes da construção e da demolição de edificações é uma prática que contribui para a implementação de princípios que versam a sustentabilidade.

Em termos mais específicos é possível implementar práticas ambientalmente reconhecidas que fomentam a sustentabilidade, tais como a adoção da política dos quatro “R”s: Reduzir, Reutilizar, Reciclar e Reabilitar .

4.1 Política dos 4 R’s

4.1.1 Reduzir

O conceito de Reduzir deve ter como principal alvo o uso de recursos não renováveis, tais como combustíveis fósseis, água, solo agrícola e os depósitos geológicos. Reduzindo, contribui-se para a manutenção de maiores reservas de água para o futuro e no caso da redução de custos nos combustíveis fósseis permite que não se contribua para o aumento da poluição, para além de se reter tempo para o desenvolvimento de fontes de energia renováveis.

A melhor estratégia para reduzir a produção de resíduos é evitá-los. Neste sentido é fundamental perceber o seu ciclo de vida e a sua interação com o ciclo de vida dos edifícios. Torna-se claro que existe uma profunda ligação recíproca entre estes dois ciclos, pelo que uma correta e eficiente gestão traduz-se na diminuição da produção de RCD’s.

Assim sendo, nesta gestão deve-se privilegiar a reutilização de elementos e de materiais. A própria fase de projeto deve ser sujeita a revisões com o intuito de precaver a produção de resíduos, através da adoção de soluções com grande potencial de reutilização e reciclagem. Na fase da construção deve-se privilegiar a adoção de materiais reciclados e reutilizados em detrimento de materiais e soluções construtivas que resultem da extração de matéria-prima. No fim de vida do edifício deve-se optar pela desconstrução. Esta técnica permite o aproveitamento de materiais e de elementos construtivos que poderão vir a ser reutilizados noutras construções [4.2].

O equilíbrio entre o consumo de recursos versus maior desempenho é crucial, significando que é possível gastar menos materiais e energia proporcionando mais conforto e valor acrescido.

No caso específico da construção, pequenas medidas em fase de projeto podem contribuir para a redução de RCD's, tais como [4.3] [4.4]:

- selecionar materiais e componentes possíveis de processar fora do local da obra.
- uso de sistemas modulares e padronizados, que reduzem adaptações em obra e mão-de-obra afeta à montagem. Não é de descurar que podem trazer aumento do volume de resíduos na produção de embalagens, situação que deve ser ponderada.
- uso de elementos estruturais e materiais reutilizáveis, recicláveis ou recuperados a partir de outros existentes.
- projeto de construções que promovam a desmontagem e reutilização de materiais e de componentes, como por exemplo, o de cal em vez de cimento nas argamassas, uso de parafusos nas madeiras em vez de pregos, uso de elementos metálicos de encaixe e por parafusos em vez e soldaduras.
- projetar construções flexíveis com capacidade de reutilização no final da vida útil, tendo em atenção a qualidade da construção e durabilidade dos materiais empregues.
- projetar edifícios que permitam rápida adaptação, como é o caso de divisórias encartáveis, compartimentos amplos, entre outras particularidades arquitetónicas.

4.1.2 Reutilizar

O reutilizar de uma edificação é preferível face à demolição, devendo por isso ser valorizada do ponto de vista social e estar bem localizada. As construções devem ser projetadas versando a reutilização e fácil adaptação para outros usos, de forma que não fiquem obsoletas, desatualizadas e que consigam responder ao conjunto de pressões locais. É exemplo desta situação, o projetar de apartamentos que possam ser rapidamente convertidos em escritórios, necessitando que a construção respeite logo na fase de projeto de certos princípios, tais como [4.3]: grande aproveitamento de iluminação e ventilação naturais; bem equipada de infraestruturas; sem incorporação de materiais tóxicos; construção preferencialmente com materiais naturais; espaços amplos e readaptáveis; acesso a fontes de energia renovável, acessibilidades, entre outros aspectos.

A reutilização envolve também em caso de desconstrução [4.5], a possível utilização de elementos e componentes aplicados na construção objeto de intervenção, tais como uso de vigas metálicas, de telhas, entre outros materiais [4.6]. Por vezes o uso de

revestimentos tóxicos ou de colas em vez de outros sistemas de fixação não permitem a sua futura reutilização. A padronização e a modulação permitem auxiliar na aplicação prática do sentido da reutilização.

Existem organizações que têm vindo a serem criadas no sentido de recolherem materiais e componentes em bom estado e que podem ser reutilizados, contribuindo não só em termos ambientais, mas também numa vertente social e económica.

A reutilização está diretamente associada à desconstrução ou pelo menos a parte da desconstrução, auxiliando o reabastecimento do mercado de materiais de construção ao invés de aumentar a quantidade de resíduos. Estudos desenvolvidos indicam que a prática de desconstrução pode reduzir em 50 a 70% os desperdícios do local de construção [4.6].

4.1.3 Reciclar

A reciclagem é o processo de recuperação de materiais e componentes, bem como o seu reprocessamento. Não é mais do que extrair, tanto quanto possível, da quantidade de energia contida no componente e da separação da própria massa material para reutilização posterior.

São exemplos de reciclagem de alguns materiais de construção, os seguintes:

- O betão sob a forma de trituração e transformação em agregado para nova utilização na construção de novas edificações ou estradas;
- A madeira, podendo ser aproveitada como combustível biomassa para aquecimento nas estações frias.
- O aço pode ser reconvertido em aço moldado na mesma ou em outra forma distinta.

Não é de excluir que a reciclagem envolve consumo de energia nos processos de transformação, sendo preferível que a perca total do material em aterro ou sem aproveitamento. A reciclagem envolve ainda a triagem em obra, o transporte para o local onde se processa a reciclagem, devendo ainda cumprir requisitos técnicos mínimos [4.7].

4.1.4 Reabilitar

A reabilitação consiste em recuperar zonas, locais, edifícios, materiais ou componentes já em fase de degradação ou no final da sua vida útil. A reutilização de materiais já usados em edificações preexistentes, associado a etapas de remoção de químicos existentes, de

tratamento, de reconversão ou readaptação em termos de uso, pode ser entendida como um dos princípios que visam a reabilitação.

No caso de aproveitar materiais existentes e em bom estado de conservação, num contexto da reabilitação de edifícios, pode ser entendido como a reabilitação desses próprios materiais e componentes, iniciando um novo ciclo de vida.

4.1.5 Outras aplicações

Também os solos contaminados podem ser enquadrados neste domínio de abordagem da política dos 4 “R”s, pois podem ser removidos do local de contaminação para outros locais, tais como aterros. Uma vez que esses espaços para recuperação com vista à agricultura são difíceis e dispendiosos, podem ser aproveitados para a edificação de construções. Trata-se de controlar a situação dentro de parâmetros e recomendações, mas não de eliminar totalmente o problema existente. Controla-se portanto a possível ramificação da contaminação, contribuindo para impermeabilizar solos em más condições com construções ao invés de impermeabilizar solos em boas condições para fins agrícolas. Esta situação de reconverter solo contaminado em espaços construídos aconteceu na zona EXPO e em Leça do Balio numa antiga indústria de curtumes.

Em suma: Prevenir e reduzir é melhor do que reutilizar; reutilizar é melhor do que reciclar; reciclar é melhor do que depositar ou incinerar.

4.2 *LEAN Construction*

Genericamente o conceito Lean define-se como a interpretação ocidental da filosofia de produção Japonesa, em particular a do *Toyota Production System* (TPS). O livro de Womack *et al.* (1990), “*A Máquina que Mudou o Mundo: A História da Produção Lean*” foi a publicação que popularizou a definição *Lean*. Em português significa “magro” (sem gordura), ou seja, procura refletir o facto de se utilizar metade do esforço humano na fábrica, metade do espaço de fabrico, metade do investimento em ferramentas e metade do tempo em engenharia, em desenho e desenvolvimento de um novo produto.

Para muitos, *lean* é um conjunto de ferramentas que se criou a partir do TPS que auxiliam na identificação e eliminação constante do desperdício – “*muda*” no Japonês, na melhoria da qualidade e na redução do tempo e custo de produção. Uma outra perspectiva *lean* foca a visão da produção em termos do fluxo de trabalho. A sua implementação ocorre de forma progressiva e permite expor os problemas de qualidade

que sempre existiram. Estes sendo identificados e resolvidos podem ter a consequência natural de reduzir o desperdício.

A filosofia *lean* requer que todo o processo de produção tenha os objectivos de remover o desperdício, de criar um fluxo contínuo e de criar valor para o consumidor. Trata-se sobretudo de conseguir as coisas certas, no sítio certo, na altura certa e à primeira vez. Ao mesmo tempo procura-se manter a qualidade exigida, tendo o sistema que ter abertura face à mudança para melhorar continuamente.

No entanto, é necessário sublinhar que *lean* é desenvolver e acostumar princípios que são corretos para uma organização específica e praticá-los de forma diligente para alcançar uma performance que continua a acrescentar valor aos clientes e à sociedade. Isto significa obviamente ser competitivo e rentável [4.12]

O conceito *Lean Construction* surge nos anos 90 com a publicação do relatório técnico “*Application of the New Production Philosophy in the Construction Industry*”, na Universidade de Standford, U.S.A por Lauri Koskela [4.13] . Koskela defendia que a comunidade de gestão da construção considerasse os aspectos das permutas entre tempo, custo e qualidade que estavam estabelecidos de forma inadequada. Para além disso, sublinhava a importância do fluxo do processo de produção, bem como a conversão de inputs em produto acabado. Referia que todos estes aspectos são elementos importantes para a criação de valor ao longo da vida do projeto [4.13] .

A *Lean Construction*, apresentada na figura 4.2, é precisamente a abordagem à cultura *lean* por parte do setor da construção e esta tem evoluído com identidade própria desde há cerca de década e meia. Segue um caminho particular e de entendimento diferenciado, mas com o sentido, tal como se verificou em outras indústrias com a ideias *lean*, de obter melhoria da produtividade e bons resultados – valor para o cliente e ao mesmo tempo lucro para a empresa.

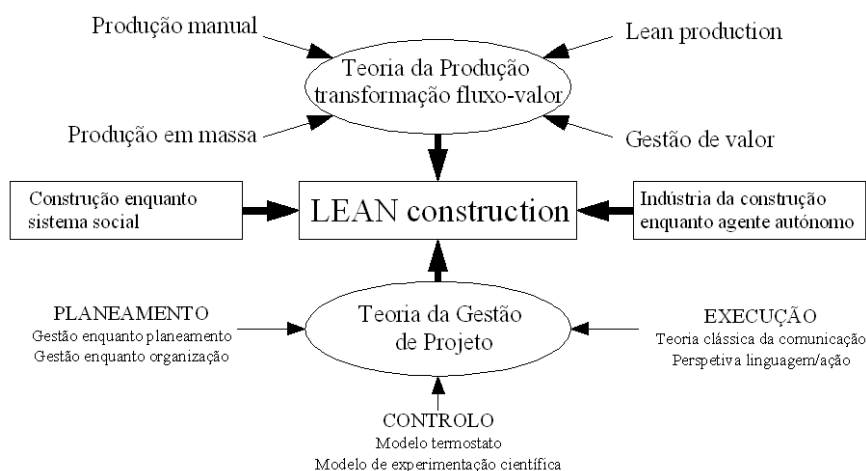


Figura 4.2 - A "locomotiva" da *Lean Construction* [4.14].

4.3 Desconstrução

A noção de desconstrução surge pela primeira vez na "*Origem da Geometria*" de E. Husserl de 1962. A desconstrução não significa destruição, mas sim desmontagem, decomposição dos elementos da escrita. A desconstrução serve para descobrir partes do texto que estão dissimuladas e que interditam certas condutas.

A desconstrução é um processo que consiste em pegar num edifício, ou em parte dele, desmantelando-o seletivamente e removendo os materiais antes de a estrutura ser demolida, ou evitar a demolição por completo, desmontando toda a estrutura na ordem inversa em que foi construída [4.8]. A desconstrução abre caminho para a revalorização e reutilização de materiais de construção e elementos construtivos que, de outra forma, seriam tratados como resíduos inúteis e removidos para espaços de armazenamento que, muitas vezes, não estão legalmente autorizados a manter tais resíduos [4.9].

Segundo Hagen (2007), a desconstrução:

- permite que os materiais recuperados possam ser reutilizados, reciclados ou reprocessados, devido ao maior cuidado que é tomado na remoção destes;
- promove o crescimento de um novo mercado de materiais usados ou reciclados, pois o valor de mercado para os materiais recuperados da desconstrução é maior do que o dos da demolição;
- gera benefícios ambientais, já que a recuperação de materiais ajuda a reduzir os encargos nos aterros, elimina a necessidade de gastar energia adicional no fabrico de novos materiais e reduz o consumo de matérias-primas;

- cria postos de trabalho, pois é um processo que envolve uma quantidade significativa de trabalho, através da remoção, preparação, classificação e transporte dos materiais recuperados.

4.4 Minimização dos RCD's

Sendo que a prevenção é o princípio chave na gestão dos RCD's, de seguida fazem-se algumas considerações direcionadas para a sua minimização: [4.10]

- a. prevenir a produção dos RCD's em projeto: projetar com tamanhos padrão para os materiais de construção; especificar materiais e elementos que podem ser facilmente desmontados e reutilizados no fim da sua vida útil; projetar para a aplicação de elementos pré-fabricados; escolher materiais não tóxicos e duráveis; projetar espaços flexíveis que permitam a mudança de usos; considerar a reutilização de materiais (existentes no local ou com outras proveniências);
- b. planear a prevenção dos RCD's: definir as medidas de prevenção num plano de gestão integrada de RCD's; definir práticas construtivas para a prevenção dos RCD's; divulgar o plano de gestão em reunião, incentivar a sua aplicação e promover a melhoria dos resultados;
- c. usar práticas construtivas que evitem a produção de RCD's: privilegiar a utilização de elementos pré-fabricados; privilegiar a utilização de elementos de fácil montagem e desmontagem;
- d. métodos de prevenção de RCD's em estaleiro: definir locais de corte e armazenamento de materiais (madeira, aço); utilizar cofragens reutilizáveis (madeira, metal, mistas); definir centro de triagem e separação de RCD's (madeira, aço, plástico); praticar procedimentos de armazenamento material e de manipulação para impedir perdas ou danos;
- e. prevenção de RCD'S na compra dos materiais: comprar materiais e elementos reaproveitados e reciclados; assegurar que a quantidade de cada material é devidamente entregue no local que lhe é destinado;
- f. programar as entregas de material para minimizar o tempo em que estes estão no local de aplicação e para reduzir a possibilidade de dano; privilegiar materiais não tóxicos para reduzir os resíduos devido às embalagens perigosas; escolher materiais com mínimo ou sem empacotamento; solicitar aos fornecedores a entrega de

materiais em paletes ou em recipientes rígidos e a sua respetiva recolha; negociar com fornecedores a recolha de materiais rejeitados e não utilizados.

4.5 Vantagens na Gestão dos RCD's

Uma gestão baseada na prevenção e redução da produção de resíduos para ser eficiente tem de demonstrar em qualquer momento o cumprimento dos objetivos: proteger os recursos naturais (matérias-primas), evitando o desperdício; não esgotar em pouco tempo as capacidades limitadas das infraestruturas de tratamento/deposição de resíduos existentes (aterros); proteger o ambiente, diminuindo a quantidade e o teor tóxico dos materiais a devolver à natureza depois da sua utilização. [4.11]

4.6 Demolição

Este cenário de crescimento da atividade de demolição é facilmente traduzido pela evolução do número de demolições licenciadas /autorizadas nas entidades competentes e da estrutura do valor dos trabalhos de demolição ao longo dos últimos anos. A figura 4.3, representa a evolução do número de licenças concedidas pelas Câmaras Municipais, por tipo de obra. Esta ilustra claramente a tendência de decréscimo no setor das novas construções, que é, aliás, um fenómeno comumente reconhecido nos centros urbanos, dando lugar ao progresso dos setores de intervenção sobre o parque edificado.

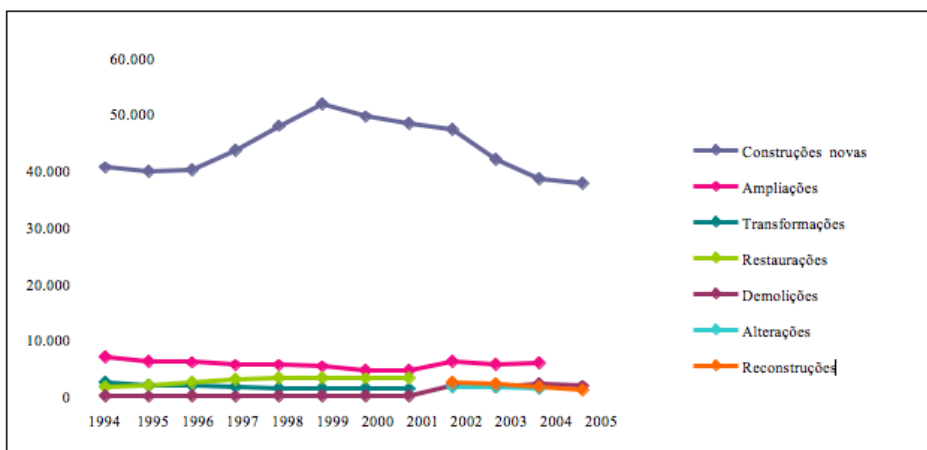


Figura 4.3 - Evolução do número de licenças concedidas pelas Câmaras Municipais, por tipo de obra, entre 1994 e 2005 (fonte: INE). Nota: Em 2003 e 2005, os dados encontram-se subavaliados por não incluírem a informação relativa aos concelhos de Lisboa e Sintra

Esta inversão de tendências pode, possivelmente, ter a mesma origem da necessidade da reclassificação que se faz aos tipos de obra em 2002. Neste ano, as obras do tipo de

restauração e de transformação são substituídas por obras designadas do tipo de reconstrução e de alterações.

É preciso ter em atenção que, de acordo com a designação do INE, as obras de reconstrução são aquelas que envolvem a demolição da estrutura existente para a construção de uma outra, ao passo que as obras de demolição dizem respeito, somente, à destruição total ou parcial de uma construção. Não é claro, na designação do Instituto, se a demolição numa reconstrução é independente da contagem de obras de demolição licenciadas ou se, pelo contrário, o licenciamento de obras de demolição inclui a parte correspondente das obras de reconstrução.

Por outro lado, segundo a alínea c) e n) do artigo 2.º do Decreto-Lei 26/2010 de 30 de Março (regime jurídico de urbanização e edificação), as *“obras de reconstrução sem preservação das fachadas as obras de construção subsequentes à demolição total ou parcial de uma edificação existente, das quais resulte a reconstituição da estrutura das fachadas, da cêrcea e do número de pisos”* e as *“obras de reconstrução com preservação das fachadas as obras de construção subsequentes à demolição de parte de uma edificação existente, preservando as fachadas principais com todos os seus elementos não dissonantes e das quais não resulte edificação com cêrcea superior à das edificações confinantes mais elevadas”* [4.14].

No entanto, em 2002 e 2003 o número de reconstruções licenciadas é superior ao mesmo número relativo às demolições, podendo querer dizer, caso o projeto de demolição seja submetido a licenciamento em conjunto com o projeto da nova construção, que se trata de obras de demolição distintas.

É evidente a tendência constante de crescimento do número de obras de demolição levadas a cabo todos os anos, trazendo, conseqüentemente, a mesma tendência para a produção de resíduos. Intensifica-se, desta maneira, a necessidade de ferramentas que potenciem a eficiente gestão de RCD's gerados, como também o stock de materiais que se acumula todos os anos em construções novas e existentes.

Não é provável, contudo, que o degrau em 2002, seja real, podendo ter origem na reclassificação dos tipos de obra licenciadas como também na comum falta de pedidos de licenciamento para execução de obras de demolição, especialmente fora de meios urbanos.

A figura 4.4 mostra a evolução do número de licenças de demolição concedidas pelas Câmaras Municipais, por NUTS II, diferenciando as várias contribuições ao longo do país. É possível perceber que, apesar de se dar um salto quantitativo em todas as regiões, esse aumento é essencialmente expresso por aquelas em que predominam as zonas interiores e onde, normalmente, existe maior omissão de licenciamento: o Norte, o Centro e o Alentejo. Este comportamento não deixa de ser paradoxal uma vez que estas zonas têm taxas de urbanização mais baixas e, mesmo sendo o parque edificado mais envelhecido e degradado, têm também menos carências de terreno urbanizável.

Desta maneira, pode admitir-se a possibilidade de um fenómeno paralelo de retroatividade na contabilização do licenciamento nestas regiões, justificando uma disparidade tão acentuada entre os dados das regiões NUTS II Norte e Centro e as restantes, a partir de 2002. É ainda legítimo pensar que o licenciamento real de demolições entre 1994 e 2001 e entre 2002 e 2005 tenha um nível intermédio mais próximo.

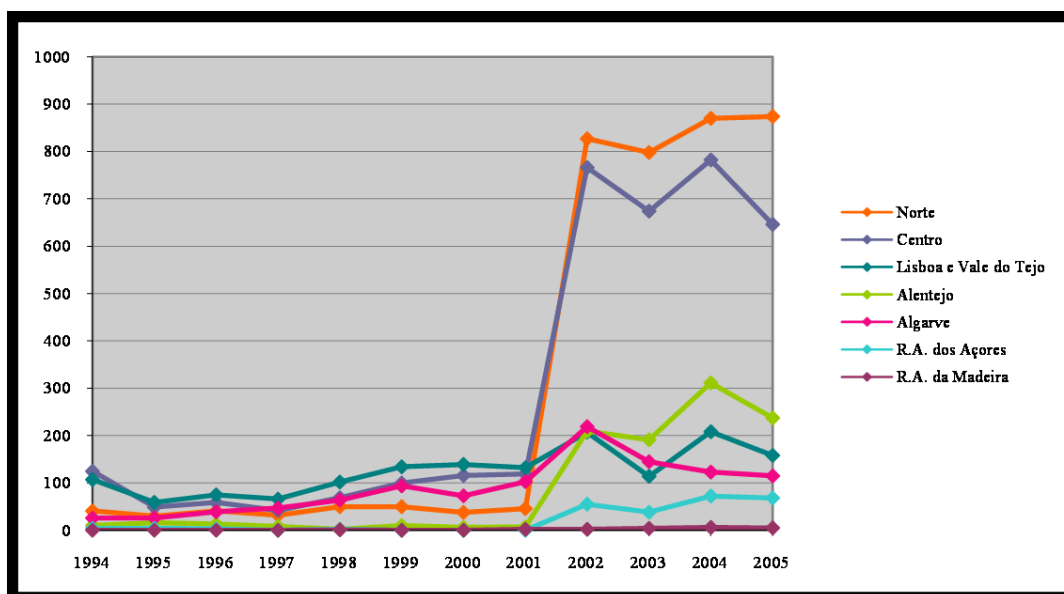


Figura 4.4 - Evolução do número de licenças de demolição concedidas pelas Câmaras Municipais, por NUTS II, entre 1994 e 2005 (fonte: INE). Nota: Em 2003 e 2005, os dados encontram-se subavaliados por não incluírem a informação relativa aos concelhos de Lisboa e Sintra.

Independente destas suposições se verificarem ou não e tendo em conta que os valores referentes a 2003 e 2005 são reduzidos do número de licenças dos concelhos de Lisboa e Sintra, pode observar-se um crescimento muito consistente no sector da demolição. A evolução do valor dos trabalhos de demolição realizados por empresas com 20 e mais pessoas ao serviço, partilha da mesma tendência crescente como se pode verificar na figura 4.5.

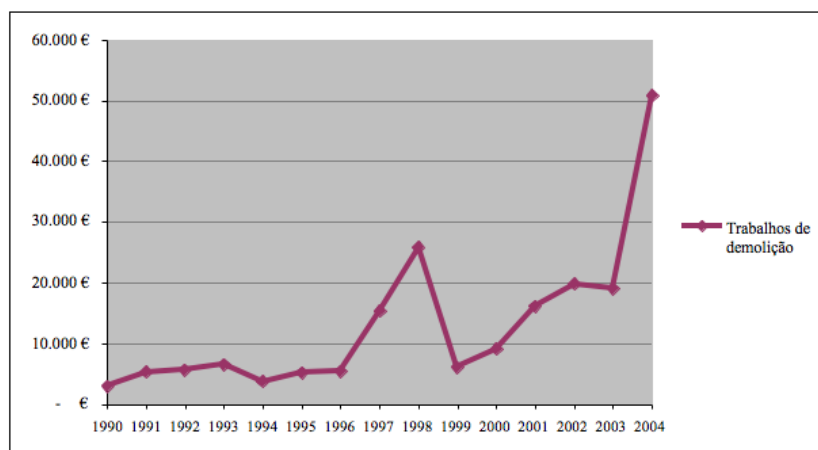


Figura 4.5 - Evolução do valor dos trabalhos de demolição realizados por empresas com 20 e mais pessoas ao serviço, em milhares de euros, entre 1990 e 2004 (fonte: INE)

Após análise da figura torna evidente a importância que a realização da Expo'98 (pico dos anos de 1997 e 1998) e do Euro 2004 (pico do ano de 2004) teve no setor da demolição. O acréscimo não substancial do número de demolições efetuada, como se pode confirmar na figura 4.5, provocou aumentos de valores de trabalhos de demolição extremamente importantes.

É preciso fazer a ressalva de que os dados apresentados são, provavelmente, valores nominais que, a aplicar a devida taxa de atualização, darão origem a variações de valor menores. No entanto, tendo em conta a proximidade dos anos comparados e a estabilidade das taxas de atualização, a diferença em relação a valores nominais será pouco expressiva podendo, desta maneira, manter-se as conclusões tiradas no parágrafo anterior.

Apesar do crescimento evidente dos valores envolvidos em trabalhos de demolição, entre 1990 e 2004, e dos valores atingidos aquando da Expo'98 e do Euro 2004, estes representam percentagens do valor total de trabalhos realizados, por empresas de 20 e mais pessoas, que oscilam pouco em torno de 0,1%, todos os anos, à exceção do ano de 1998, em que se atingiu 0,27%, e do ano de 2004, em que se atingiu 0,35%. A figura 4.6 ilustra bem o peso relativo do setor da demolição em relação a alguns outros tipos de obra relevantes para esta análise.

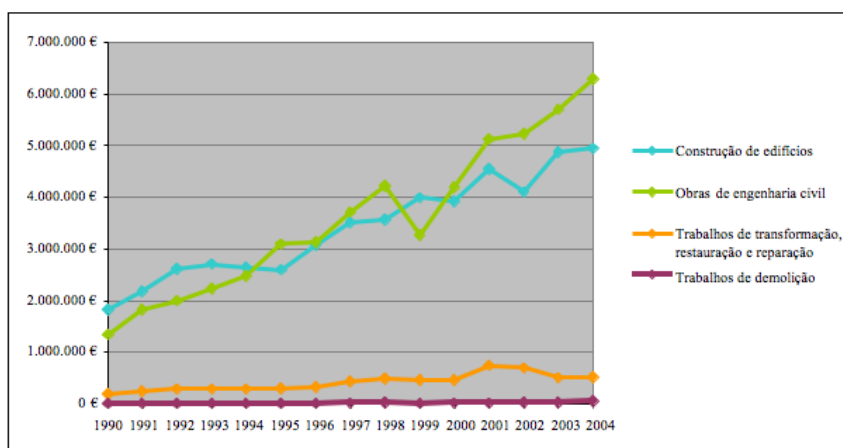


Figura 4.6 - Evolução do valor dos trabalhos realizados por empresas com 20 e mais pessoas ao serviço, por tipo de obra, em milhares de euros, entre 1990 e 2004 (fonte: INE)

Por outro lado, independentemente da estrutura do valor dos trabalhos realizados em Portugal, a análise dos dados em estudo permite ainda constatar que, de entre os tipos de obra considerados relevantes para comparação com o setor da demolição, este último é, inequivocamente, aquele que goza de maior taxa média de crescimento do valor dos trabalhos realizados nos últimos anos. A taxa absoluta de crescimento dos trabalhos de demolição, mas também a sua taxa de crescimento relativa aos outros tipos de obra considerados, são significativas, sendo consonantes com o crescimento gradual de um maior peso relativo na estrutura percentual do licenciamento da construção em Portugal (figura 4.7).

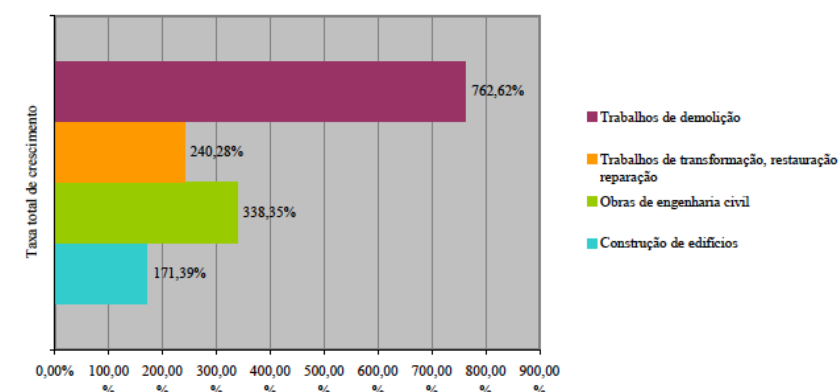


Figura 4.7 - Taxa total de crescimento do valor dos trabalhos realizados por empresas com 20 ou mais pessoas ao serviço, por tipo de obra, entre 1990 e 2004

Além disso, pode dizer-se que este setor engloba, no mínimo, o número de obras de demolição licenciadas e, no limite, a soma das obras de demolição e de reconstrução. Em qualquer dos casos, pode concluir-se que há um aumento proporcional dos resíduos produzidos (figura 4.8).

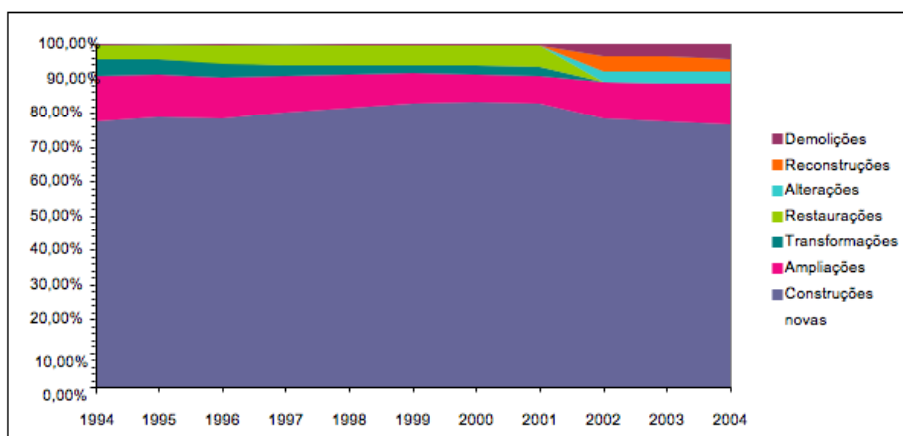


Figura 4.8 - Evolução da estrutura do número de licenças concedidas pelas Câmaras Municipais, por tipo de obra, entre 1994 e 2005 (fonte: INE)

A questão da gestão dos RCD's é, já por si, muito difícil, mas é agravada pela crescente substituição de trabalhos de construção por trabalhos de demolição e reconstrução, uma vez que a geração típica de resíduos de demolição (RD) é superior à de resíduos de construção (RC) (tabela 4.1).

Tabela 4.1 - Estrutura típica da geração de resíduos numa construção, por tipo de obra, na UE [2.11]

Tipo de resíduos	Percentagem (%)
Construção	10- 20
Remodelação, reabilitação e renovação	30- 40
Demolição	40- 50

Por outras palavras, tendo em consideração que, nos últimos anos, o volume anual de obras licenciadas pode dizer-se constante, está a dar-se a substituição de fluxos de RC por fluxos de RD, originando um engrossamento progressivo da quantidade de resíduos produzida, todos os anos. A atividade da demolição torna-se, desta maneira, definitivamente incontornável em qualquer política de gestão de RCD's e de consumo de materiais dado que é responsável, tipicamente, por até 50% dos resíduos gerados na vida de uma construção.

A desconstrução é, então, como referido, uma ferramenta crucial para potenciar o reaproveitamento de materiais já investidos em qualquer tipo de edificações que se pretenda demolir ou reconstruir. A mesma ideia aplica-se, apesar de não terem vindo a ser analisadas, às obras de remodelação, reabilitação e renovação uma vez que o conceito de demolição seletiva (DS) é adequado a estas atividades.

4.7 Demolição seletiva

O sistema corrente de demolição em Portugal continua a ser a demolição de edificações com recurso a equipamento mecânico de grande porte, gerando grande volume de RCD's misturado e de diversas características, destinado a vazadouro. Mesmo em obras cuja dimensão não permite o recurso a máquinas de grande porte e em que os trabalhos são mais ligeiros, as demolições são feitas com grande mistura de materiais que vão para além dos materiais incorporados na estrutura dos edifícios.

A figura 4.9 mostra um edifício onde, apesar de já estar em curso a sua demolição, ainda se pode identificar caixilharias, vidros, portas e outros elementos que não foram removidos antes de se ter dado início à destruição. É possível observar na mesma imagem, em primeiro plano, a heterogeneidade das características dos resíduos gerados.



Figura 4.9 - Demolição indiferenciada de um edifício com recurso a equipamento de grande porte [4.15].

Um grande problema nas demolições são os contratos em regime de subempreitada, no processo de remoção dos elementos de portadas, portas, mobiliário, revestimentos, entre outros que muitas vezes por falta de informação e sensibilização relativo a esta área de atuação resultando na frequente mistura dos RCD's e dos restantes resíduos, dificultando a admissão destes em aterros (figura 4.10).



Figura 4.10 - Interior e cobertura de um edifício no decorrer da sua demolição.

Por outro lado, começa a aumentar a frequência de realização de obras de DS em território nacional, em que situações como as apresentadas acima estão longe de ser a realidade. De facto, todos os anos existem, com maior ou menor dimensão, maior ou menor complexidade, obras de DS a ser executadas um pouco por todo o país, sendo um bom exemplo disso o caso da Aldeia da Luz aquando da construção da Barragem do Alqueva e a futura transladação do Santuário do Santo Antão da Barca no concelho de Alfândega da Fé com a construção da Barragem do Baixo Sabor. Contudo estas desconstruções são efetuadas com todos os cuidados porque as situações sócio-culturais e religiosas assim o exigem.

No caso da aldeia da Luz, o desmantelamento estendeu-se a mais materiais para além dos de valor patrimonial, sendo que os materiais contaminantes, como coberturas de fibrocimento e lâmpadas fluorescentes e águas residuais das bacias da pocilga e resíduos agropecuários, foram, respectivamente, removidos manual e mecanicamente. Ainda se fez o desmantelamento dos materiais passíveis de valorização e dos materiais a segregar, que incluíam o vidro, os alumínio e os cabos eléctrico e de telefone.

Feito isto, passou-se à demolição, primeiro de materiais passíveis de valorização com funções de suporte, ou seja, vigas, aduelas de portas e janelas e, em segundo lugar, dos materiais inertes das edificações, recorrendo a equipamento mecânico de grande porte.

A DS serve-se, exceto do método, dos mesmos instrumentos do que uma demolição convencional e indiferenciada e, apesar de na maioria dos casos a operação de destruição ser feita por equipamentos mecânicos de pequeno a grande porte, esta pode ser feita, da mesma forma, pelo uso de, entre outros, cargas explosivas.

Outro bom exemplo de demolição seletiva foram as torres de Tróia, sendo estes edifícios candidatos perfeitos à demolição por implosão. Eram edifícios altos, o que coloca

elevadas limitações ao uso do equipamento mecânico, de estrutura pesada de betão armado, o que é ideal no que diz respeito à tendência de colapso da estrutura sobre si própria, e estavam suficientemente isolados para não haver inconvenientes devido a ruído, pó e vibrações nos edifícios circundantes [4.16].

A implosão dos edifícios foi feita uma vez concluído o desmantelamento do seu interior, de onde foram retirados os materiais perigosos, entre os quais amianto, e divisórias, portas e janelas, cablagens e canalizações, assim como a maioria das paredes interiores de alvenaria.

Neste caso, a demolição seletiva das torres serviu não só para prevenir a mistura dos diferentes resíduos, como também para minimizar a presença de elementos que pudessem ser projetados no momento da implosão.

Desta forma, a DS aparece, neste caso assim como na generalidade, associada ao conceito de demolição controlada, em que se tenta condicionar a produção de ruído, de pó e de vibrações, a dispersão de fragmentos e a contaminação do meio por substâncias perigosas.

Estes constrangimentos são impostos por legislação da área do ambiente assim como pelo princípio do *“poluidor-pagador”* que consiste na *“responsabilização prioritária dos produtores de bens de consumo, dos produtores de resíduos e os detentores pelos custos inerentes à gestão de resíduos”* [2.14].

Estes são, na prática, os principais argumentos que levam à realização de DS em Portugal, mais do que profundas preocupações ambientais por parte dos produtores de RD. Assim sendo, a DS tende a ser feita em casos de grande perigosidade ou risco de contaminação do meio ambiente por substâncias nocivas, em casos de grande visibilidade pública e/ou casos de estruturas de grandes dimensões, onde a gestão de resíduos é, normalmente, mais compensadora do que em construções de pequena dimensão, bem como em casos de ameaça à integridade física de pessoas ou do património.

A dificuldade das empresas que pretendem realizar demolições seletivas reside precisamente na ausência de igualdade concorrencial em relação às restantes, quando não existe acordo prévio quanto ao recurso à DS. É evidente que isto se deve ao facto de a demolição seletiva ser mais demorada e exigir maior especialização de mão-de-obra, o que se traduz em custos significativamente maiores.

Mesmo entre empresas que praticam DS, o grau de seletividade que cada uma se impõe condiciona a respectiva capacidade concorrencial no sentido em que a empresa que mais refina a seleção, apesar do melhor desempenho ambiental, terá também maiores custos, podendo, por isso, perder a adjudicação da obra disputada.

Por outro lado, se existir a possibilidade de valorizar os RD em alternativa ao envio para aterro, é possível amortecer os custos de uma DS, tanto a nível de poupança de taxas de deposição como de custos de transporte, sendo viável, mediante certas condições, torná-la competitiva em relação a uma demolição convencional

Por tudo isto, o setor da construção deve assumir um papel fundamental na redução destes valores, nomeadamente pelo desenvolvimento de processos e tecnologias que diminuam a necessidade de extração de matérias - primas não renováveis, que resultem numa menor produção de resíduos e num menor consumo de energia, e que, com isto, limitem ao máximo as emissões gasosas nocivas aos seres vivos.

Nesse sentido, a DS revela-se um trunfo porque é uma ferramenta que, direta ou indiretamente, contribui para alcançar todos os objetivos enunciados no parágrafo anterior.

Por este motivo, a DS está a emergir, um pouco por todo o mundo, como uma alternativa à demolição tradicional. As técnicas e ferramentas para o desmantelamento das estruturas existentes estão a ser desenvolvidas e, em várias instituições, está a fazer-se pesquisa para fundamentar este método de demolição.

4.8 Ciclo de vida dos materiais e dos edifícios

4.8.1 Introdução

Entende-se por análise do ciclo de vida (ACV) e de acordo com a Norma ISO 14040, a *“técnica para determinar os aspetos ambientais e impactos potenciais associados a um produto: juntando um inventário de todas as entradas e saídas relevantes do sistema, avaliando os impactos ambientais potenciais associados a essas entradas e saídas, e interpretando os resultados das fases de inventário e impacto em relação com os objetivos de estudo”*.

Para além da referida definição, existem outras cuja base ronda os mesmos princípios, tais como, *“identifica o fluxo dos materiais, energia e resíduos gerados pelas edificações ao longo de toda a sua vida útil, de forma que os impactos ambientais possam ser determinados antecipadamente”* [4.17].

Atualmente uma das preocupações do homem é a de medir a capacidade que teremos de manter as condições de vida humana no Planeta. As próximas gerações que estão por vir precisam dispor de ar puro, água potável e solo fértil para cultivar, pois sem isso as perspectivas são sombrias: baixa qualidade de vida, conflitos por água, entre outras.

De acordo com Grigoletti (2001), o sector da construção civil é um dos principais contribuintes para o esgotamento das reservas naturais, facto este que se justifica devido a um consumo de cerca de 40% de matérias-primas como areia, pedra britada, cascalho, entre outros. Esta extração exagerada pode levar ao esgotamento dos recursos naturais, degradação do solo, assim como a perda da diversidade da fauna e flora local. O consumo destes recursos não diz respeito apenas à matéria-prima neles incorporada [5.1]. Sendo que está também relacionada aos resíduos produzidos em toda a vida útil da edificação, desperdícios originados por uma obra mal projetada e/ou executada, ou até mesmo o uso de tecnologias inadequadas.

A poluição gerada no planeta torna-se maior a cada dia. Preocupado com este facto, o ser humano procura alternativas de preservar o meio ambiente desenvolvendo novas ferramentas. A análise do ciclo de vida (ACV) é uma das principais ferramentas utilizadas com destaque na prevenção da poluição. Nascida a partir da preocupação de racionalizar a fatura energética dos edifícios, a ACV evoluiu já para um conceito mais abrangente que integra todos os impactos ambientais.

A maioria dos produtos existentes no mercado requer um conjunto variado de processos de produção, distribuição, utilização e rejeição, durante o seu ciclo de vida. Cada um destes processos produz uma diversidade de emissões. E cada uma destas emissões tem o seu efeito específico sobre o ambiente. Esta avaliação inclui o Ciclo de Vida completo do produto, processo ou atividade, ou seja, a extração e o processamento de matérias-primas, a fabricação, o transporte e a distribuição, o uso, a manutenção, a reciclagem, a reutilização e a disposição final.

A Análise de Ciclo de Vida (ACV) consiste na avaliação de cada um dos efeitos ambientais gerados ao longo da vida de um produto, desde as fontes dos recursos primários até à deposição final (figura 4.11).

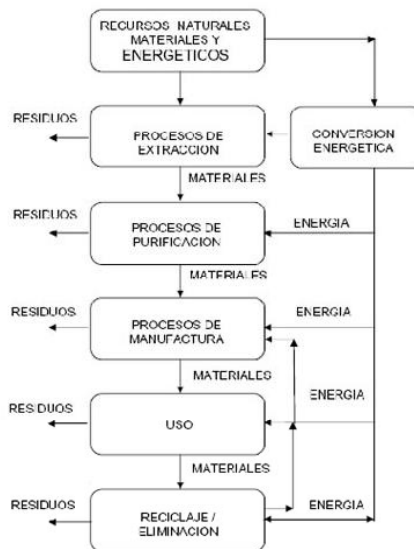


Figura 4.11 – Ciclo de vida de um produto [4.17].

A ACV encontra-se numa fase ainda inicial do seu desenvolvimento, pois analisar um produto ou componente pode tornar-se extremamente complexo, mas um elemento composto por diversos produtos ou componentes torna-se ainda mais difícil de quantificar. Torna-se complexo averiguar a comparação entre produtos similares ou equivalentes. A diferente duração de vida útil e respetivo comportamento dos diversos produtos que constituem um componente torna-se de análise complexa nas diversas etapas e com imensa dificuldade na identificação de interações entre os mesmos.

Junto ao ACV existe um conjunto de ferramentas complementares, como por exemplo:

- ✓ Avaliação de impacto ambiental;
- ✓ Avaliação de Tecnologias;
- ✓ Avaliação de riscos;
- ✓ Análise de recursos;
- ✓ Avaliação de desempenho ambiental.

As técnicas específicas para a análise de ciclo de vida para um produto ou processo estão em desenvolvimento. Tais aspetos, como o desenvolvimento e análise dos fluxos de matéria e energia através do ciclo de vida, e sua relação com os diferentes fatores.

Assim, a análise do ciclo de vida estuda os aspetos ambientais e os potenciais impactos ao longo da vida útil de um produto. As categorias dos impactos ambientais incluem o uso dos recursos, a saúde humana e as consequências ecológicas [5.3].

De acordo com a Norma ISO 14040:2008, a análise do ciclo de vida pode auxiliar na tomada de decisões, tais como [4.19]:

- ✓ Identificação de oportunidades para melhorar os aspetos ambientais dos produtos em vários pontos de seu ciclo de vida;
- ✓ Tomada de decisões na indústria, organizações governamentais ou não-governamentais (por exemplo, planeamento estratégico, definição de prioridades, projeto de produtos ou processos);
- ✓ Seleção dos indicadores relevantes de performance ambiental;
- ✓ Marketing.

A ACV é pois *“uma ferramenta para analisar a carga ambiental em todas as etapas no ciclo de vida, desde a extração de recursos, produção de materiais, de partes e de todo o produto, assim como o seu uso, não descurando que em termos de gestão é preferível a convergência entre as exigências requeridas e as desejáveis com vista à otimização como ecoproduto”* [4.20].

4.8.2 Ciclo de vida dos edifícios (conceção, construção, utilização, fim do ciclo)

Desde o projeto, passando pela construção, até ao seu desmantelamento, o edifício, tal como um organismo vivo, nasce e morre. Seria no entanto preferível que esta obra do homem também pudesse seguir a regra dos 4R's: reduzir, reutilizar, reciclar e reabilitar. Assim, mais do que uma análise económica, a observação do Ciclo de Vida de um Edifício é um balanço de custos e recursos ecológicos, sociais, humanos e energéticos.

A Avaliação do Impacte Ambiental (AIA) de uma construção e a sua Análise do Ciclo de Vida (ACV) estão interligadas, já que a AIA é um inventário analítico dos fluxos (consumos e emissões) de energia e matéria (inputs e outputs de serviços e características de conforto) ao longo do Ciclo de Vida do Edifício. A AIA serve-se de ferramentas científicas bastante elaboradas para o seu cálculo, pois são muitos os intervenientes no empreendimento de um Edifício. Assim sendo, as fases da avaliação do impacte ambiental passam pela definição de objetivos, inventários e medições, interpretação dos dados, avaliação do produto ou serviço e por fim, o aperfeiçoamento e aconselhamento por parte de todos os intervenientes no processo tal como se pode verificar na tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Fases da Avaliação de Impacte Ambiental (AIA)

Definição de objetivos	Políticos, consulta pública
Programa	Clientes
Projeto	Projetistas
Construção	Empreiteiro e construtora
Performance	Utentes

O edifício deixa uma pegada ecológica desde a extração dos seus materiais, à reciclagem dos mesmos ou até à reciclagem dos elementos e componentes construtivos. A construção de cidades e edifícios podem ajudar a regular a poluição e o impacto ambiental como o efeito de estufa, a depredação de recursos naturais, o smog, a acidificação, a eutrofização, a radiação e em geral as emissões poluentes. Cabe ao projetista, ao construtor, ao dono de obra e aos utentes do edifício que diminuam os seus impactos. Analisemos, primeiramente, o seu Ciclo de Vida do edifício:

1. Projeto (Programa base, Estudo prévio, Projeto base de Licenciamento e Projeto de Execução);
2. Construção;
3. Certificação / Licenciamento de utilização;
4. Receção da obra;
5. Utilização;
6. Conservação e Manutenção;
7. Reabilitação ou Desconstrução (Desmantelamento /Demolição).

Relativamente às boas práticas do seu ciclo de vida, durante a fase de projeto, além de todas as considerações com o contexto do lugar (clima, topologia, ecologia, cultura, história, etc.), quando o projetista considera o layout, isto é, a organização funcional, formal e tipológica do edifício, deve antecipar possíveis modificações com vista a uma reutilização ou ampliação e pensar a longo prazo. Assim, seria favorável se a grelha estrutural fosse simples e que os serviços fossem estrategicamente distribuídos de modo a que o restante espaço possa ser o mais flexível possível. Deve também ser ponderada uma boa acessibilidade a reparações, manutenção ou remoção de elementos. Ainda a serem ponderados são o risco, segurança e impactos na especificação de materiais e técnicas de construção [4.21].

Durante a construção, devem ser tidos em conta a energia incorporada e os impactos ambientais dos métodos e técnicas de construção e dos materiais utilizados. Deve ser favorecido o uso de elementos pré-fabricados (de preferência standardizados) e/ou

desmontáveis e, ainda, evitar a interpenetração de materiais e elementos, adotar juntas secas, e também usar componentes e materiais duráveis, ecológicos e recicláveis. Deve ser levada a cabo a reciclagem de desperdícios e de outros poluentes de obra.

A certificação vem viabilizar a utilização do edifício, monitorizando a sua eficiência energética (performance térmica e de climatização) e ainda a qualidade do ar interior. Para facilitar o uso eficiente do edifício, dever-se-ia idoneamente facultar um guia de utilização na sua receção, onde se indicaria o uso adequado de equipamentos, energia e recursos e ainda alertar para a diminuição de emissões poluentes da água, solo e ar. Ainda, durante a utilização, a manutenção e a reparação devem ser mínimas, e a limpeza deve ser feita com materiais ecológicos e de baixo impacte ambiental.

No caso de reutilização esta só será viável se o edifício tiver sido projectado para ser flexível e adaptável. Se o edifício for considerado obsoleto, é levado a cabo o seu desmantelamento, em que é assegurada a separação e reciclagem de materiais, componentes e restantes desperdícios, sendo aqui evidente o risco de materiais e elementos compósitos.

No Ciclo de Vida de um Edifício Sustentável, tenta-se diminuir o seu impacte ambiental e energia incorporada desde a escolha de materiais e técnicas de construção até à sua reciclagem, sendo deste modo preferido um processo '*cradle to cradle*', ou seja um processo fechado e interminável quanto possa, do que um '*cradle to grave*' (figura 4.12).

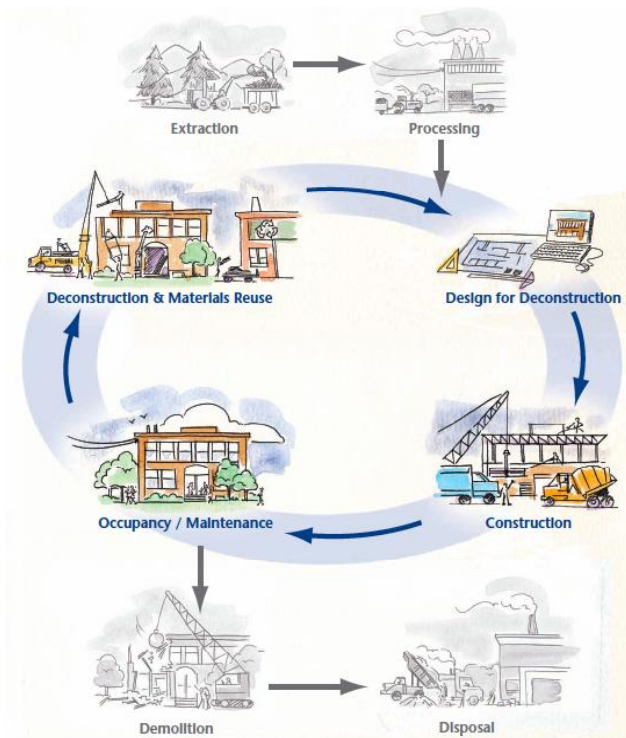


Figura 4.12 – Ciclo de vida de um edifício [4.22]

É impressionante como poderíamos infinitamente esboçar ciclos de vida, aplicando as regras da ecologia, desde a escala dos materiais e componentes, passando por equipamentos e construções, até às urbes e o próprio planeta.

5. Procedimentos de gestão dos RCD's

5.1 *Os cenários português e europeu na estimativa de quantidades de RCD's*

O cenário de Portugal em relação ao resto da Europa é muito diferente quando comparado por exemplo com a Dinamarca e a Holanda ou a Alemanha tal como foi enunciado anteriormente. Contudo pode ser comparada a situação com Espanha.

No que diz respeito a Portugal, infelizmente os dados existentes são poucos, assim como os estudos nesta área. A reciclagem dos RCD's ainda se encontra numa fase embrionária tendo a grande maioria como destino a deposição em aterro ou despejo ilegal e desordenado noutros locais [5.1]. Em relação à produção anual de RCD's, existem dados oficiais fornecidos pelo INR (Instituto Nacional dos Resíduos). Estimativas apontam para 10.931.628 toneladas em 1995 e 7.690.749 toneladas em 1997, valores estes obtidos com recurso a métodos de seleção de amostra regional (empresas com mais de 20 empregados), com inquéritos e entrevista direta [5.2].

A determinação da quantidade e composição dos RCD's produzidos é, ainda, um grande desafio. Contudo, inúmeras investigações têm sido direcionadas nesse sentido, existindo, atualmente, diversas maneiras de fazer uma estimativa aproximada da produção de RCD's. Resume-se, seguidamente, algumas investigações desenvolvidas, fora de Portugal, no âmbito da estimação da produção de RCD's. De notar que se optou por abordar estes estudos, em detrimento de outros, por nestes terem sido empregues metodologias diferentes das utilizadas, até hoje, para estimar a geração de RCD's em Portugal.

Em Massachusetts, nos EUA, Wang et al. [5.3] desenvolveram um modelo com o objetivo de estimar, não o valor global de RCD's, mas antes a quantidade gerada por fluxos específicos de resíduos (madeiras, placas de gesso cartonado, telhas asfálticas e carpetes). Nesta investigação, desenvolveram-se, primeiramente, fatores de conversão que possibilitaram estimar a quantidade de cada material presente num edifício. Seguidamente, assumiu-se que, na atividade de construção nova, os resíduos produzidos equivalem a 10% dos materiais empregues, enquanto que no processo de demolição correspondem a 100%. Através do número de licenças de construção e demolição emitidas, obteve-se, para edifícios residenciais, os seguintes valores: 87.100 ton/ano de madeira; 58.100 ton/ano de placas de gesso cartonado; 17.100 ton/ano de telhas

asfálticas; e 1.400 ton/ano de carpetes. De notar que, embora este modelo tenha sido desenvolvido para estimar a produção de RCD's tanto em edifícios residenciais como não residenciais, neste estudo apenas foram apresentadas estimativas para habitações residenciais. Na tabela de 5.1, apresentam-se os resultados obtidos de uma forma mais detalhada.

Tabela 5.1 - Estimativa da produção de RCD's em obras residenciais no Massachusetts, em 2000 [5.4]

Composição dos resíduos	Quantidade de RCD's produzidos (ton)		
	Construção	Demolição	Total
Madeira	30 800	56300	87100
Placas de gesso cartonado	20100	38000	58100
Telhas asfálticas	5800	11300	17100
Carpetes	500	900	1400
Total	57200	106500	163700

No estudo de Cochran desenvolveu-se uma metodologia para determinar a quantidade global de RCD's produzidos, na Flórida, nos EUA. Neste estudo, foram analisados seis sectores específicos produtores de RCD's: nova construção residencial; nova construção não residencial; demolição residencial; demolição não residencial; reabilitação residencial; e reabilitação não residencial. A quantidade de RCD'S gerados na atividade de nova construção foi estimada como o produto da área da atividade de construção (m^2) pela produção de resíduos por unidade de área de construção (kg/m^2). Nos casos em que a área total de construção não se encontrava disponível, esta foi calculada através da divisão do valor total da atividade de construção (€/ano) pelo custo médio por área de atividade de construção (€/m²) [5.4].

Este método foi também o utilizado para estimar a quantidade de resíduos produzidos na atividade de demolição, tendo-se optado por uma abordagem diferente para a atividade de reabilitação. Existem muitos tipos diferentes de reabilitação, tornando-se difícil desenvolver uma equação geral que determine a quantidade e composição dos resíduos gerados. Assim, os resíduos de cada tipo de atividade de reabilitação devem ser calculados individualmente. Neste estudo, a quantidade total de RCD's gerados a partir da atividade de reabilitação foi calculada a partir da soma dos resíduos gerados em trabalhos de: ampliação; renovação/remodelação; substituição de cobertura; e, no caso de reabilitações residenciais, substituição do pavimento de estradas privadas [5.4]. De

notar que os RCD's gerados em infra-estruturas como estradas, pontes, portos e estádios não foram considerados nesta investigação.

Em Espanha, o método utilizado pelo Instituto de Tecnologia de La Construcción de Catalunya (ITeC) permite a quantificação do volume de RCD's por unidade de área de superfície (m^3/m^2) ao nível da obra. No volume de resíduos de construção por unidade de área, são consideradas três fases distintas de construção: estrutura (distinguindo-se o tipo de cofragem utilizado, madeira ou metálica); parede e acabamento (distinguindo-se os resíduos cerâmicos dos detritos de gesso). Apresenta-se, na tabela 5.2, os indicadores que permitem estimar os RCD's gerados nestas fases construtivas. Os resíduos de demolição são calculados em função do tipo de construção: edifícios residenciais com estrutura de alvenaria; edifícios residenciais com estrutura de betão armado; e edifícios industriais com estrutura de alvenaria.

Tabela 5.2 - Volume de RCD's gerado em três fases construtivas distintas, em m^3/m^2 (Espanha).

FASES DE CONSTRUÇÃO	VOLUME DE RCD'S GERADO
Estrutura (cofragem de madeira)	0,01500
Estrutura (cofragem metálica)	0,00825
Parede	0,05500
Acabamento	0,05000
Total	0,12000

Na tabela 5.3, mostra-se os indicadores que possibilitam quantificar os RCD's produzidos na atividade de demolição. Segundo Lage [5.5], este procedimento descreve como estimar com suficiente precisão o volume de resíduos por metro quadrado.

Tabela 5.3 - Volume de RCD's gerado na atividade de demolição, em m^3/m^2 (Espanha).

COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS	EDIFÍCIO RESIDENCIAL (ALVENARIA)	EDIFÍCIO NÃO RESIDENCIAL (ALVENARIA)	EDIFÍCIO RESIDENCIAL (BETÃO ARMADO)
Alvenaria e tijolos	0,5120	0,5270	0,3825
Betão e argamassas	0,0620	0,2550	0,5253
Pedras	0,0820	0,0240	0,0347
Metais	0,0009	0,0017	0,0036
Madeira	0,0663	0,0644	0,0047
Vidro	0,0004	0,0005	0,0010
Plásticos	0,0004	0,0004	0,0007
Asfalto	-	-	0,0012
Outros	0,0080	0,0010	0,0153
Total	0,7320	0,8740	0,9690

O primeiro grande estudo realizado em 1999, a nível europeu, confere a Portugal uma produção de cerca de 3.200.000 ton/ano, usando uma estimativa de 325 kg/hab/ano. Este valor obteve-se de uma estimativa realizada para Espanha, correspondendo à

média entre 375 e 275 kg/hab/ano, que o governo da Catalunha assumia como sendo os valores referentes à geração de RCD's nessa região, para zonas urbanas e rurais, respectivamente [5.6]. De notar que este valor não inclui a parcela de solos de escavação nem os resíduos gerados na demolição ou reabilitação de estradas.

No trabalho de Ruivo e Veiga, as estimativas, para 2002, foram realizadas através de dois métodos: por aplicação de índices de produção de RCD's por área construída / demolida, adquiridos por estudos efetuados em Espanha e através de dados disponibilizados pela Câmara Municipal do Barreiro. Estes possibilitaram a determinação de um índice *per capita* para a atividade de reabilitação, remodelação e renovação e por inquérito a todos os sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos do país (tabela 5.4) [5.7]. O fraco resultado obtido por inquérito deve-se essencialmente a dois aspectos: os sistemas de gestão tinham pouca informação quantitativa sobre este tipo de resíduos e os mais importantes não responderam ao inquérito.

Tabela 5.4 - Estimativa de Ruivo e Veiga para a produção de RCD's em Portugal [5.7]

Tipo de Obra	Índice utilizado	Produção de RCD's	
		m ³	Toneladas
Construção	0,12 m ³ /m ²	3.160.529,5	3.792.635,4
Demolição	0,95 m ³ /m ²	30.542,5	36.651,0
Remodelação, reabilitação e renovação	0,046 m ³ /m ²	478.743,4	574.492,1
Total		3.669.815,4	4.403.778,5

Na investigação de Coelho, a metodologia utilizada para estimar a quantidade de RCD's a nível Nacional foi baseada nos procedimentos do documento da Franklin Associates (1998), onde foram usados dados reais de produção de RCD's em obra (kg/m²) [5.8]. Contudo, devido à escassez de obras reais monitorizadas para medição da quantidade de resíduos gerados, tanto para a atividade de nova construção como para a atividade de reabilitação e demolição, Coelho utilizou, como alternativa, projetos reais de edifícios com idades variadas, dos quais extraiu as medições necessárias para estimar as quantidades de RCD's geradas na atividade de reabilitação e demolição.

Refira-se que, tal como nos estudos anteriores, considerou-se aceitável a utilização de dados produzidos em Espanha pois a indústria de construção espanhola tem muitas

semelhanças com a portuguesa [5.9]. Neste trabalho, foi ainda estimada uma fração referente aos resíduos gerados na atividade de reabilitação e demolição de obras públicas (estradas) a partir de dados reais de produção de resíduos neste tipo de intervenções (kg/km). No documento da Franklin Associates (1998), após calculada a geração média de RCD's em obras de demolição, estimou-se a área total demolida (m²) a partir do número de edifícios demolidos, sabendo-se também, a partir de dados estatísticos, qual a área média de cada edifício demolido. Multiplicando a área total estimada pela geração média de RCD's, obteve-se a estimativa da geração total de RCD's na atividade de demolição [5.10]. Coelho adotou este procedimento não só para a atividade de demolição mas também para a atividade de reabilitação e nova construção.

Para a atividade de reabilitação e demolição de estradas, apenas foi necessário determinar o número de quilómetros intervencionados. Os resultados determinados apontam para uma geração de RCD's (sem solos de escavação), em 2008, de 1.966.874 ton/ano. Na tabela 5.5, apresentam-se os resultados obtidos repartidos por cada tipo de atividade.

Tabela 5.5 - Estimativa de Coelho para a produção de RCD's em Portugal, para o ano de 2009 [5.8]

Tipo de atividade		Produção de RCD's	
		Toneladas	kg/hab/ano
Edifícios de habitação	Construção	862 872	81,4
	Reabilitação	83 309	7,9
	Demolição	457 881	43,2
Edifício de serviços	Construção	117 332	11,1
	Reabilitação	22 152	2,1
	Demolição	121 466	11,5
Obras públicas	Demolição	301 862	28,5
Total		1 966 874	185,6

5.2 Quantidade de resíduos incinerados e reutilizados para reciclagem em Portugal e na Europa

Até hoje, as investigações efetuadas, em Portugal, para apurar a quantidade de RCD's baseiam-se principalmente em valores per capita e inquéritos às empresas de gestão de RCD's. Tal conduziu a valores que traduzem com pouca exatidão a situação real dos resíduos no país, levando à necessidade de se adotar diferentes metodologias que possam proporcionar valores mais rigorosos.

Por outro lado os mesmos autores afirmam que a taxa de produção média de resíduos em novas construções é aproximadamente 150 Kg/m² e 250 Kg/m² para obras de recuperação/ampliação e demolição [5.9]. Em obras, o processo utilizado não interfere diretamente no volume de resíduos gerado, pois esse entulho faz parte do processo. Porém algumas técnicas como a da demolição seletiva e a desconstrução minimiza a contaminação dos RCD's, aumentando o potencial de reutilização e reciclagem dos mesmos, necessitando no entanto de mão-de-obra mais qualificada e requer mais tempo que a demolição tradicional.

Na Europa, a origem de RCD's atinge valores entre 0,6 e 2,56 t/hab.ano, como se pode observar na tabela seguinte.

Tabela 5.6 - Taxa de produção *per capita* de RCD's em países europeus

Origem dos resíduos	Unidade	Dinamarca	Alemanha	França	Portugal	Espanha
Construção	t/hab.ano	0,13	0,73	0,28	0,32	0,52 – 0,76
Demolição		0,34	0,05	0,23	0,43	
Obras viárias		0,07	0,18	1,66	0,02	
Escavação		0,12	1,6	des.	0,26	
Total	t/hab.ano	0,66	2,56	2,17	0,6	0,52 – 0,76

6. Análise dos procedimentos de gestão no estudo de caso

6.1 Breve caracterização do distrito de Bragança

O distrito de Bragança, situado no Nordeste Transmontano, é limitado a norte e a este por Espanha. É composto por duas regiões distintas: a norte, as regiões de maior altitude constituem a Terra Fria Transmontana, ou o Alto Trás-os-Montes, onde a paisagem é dominada pelos baixos declives do planalto trasmontano; a sul, fica a Terra Quente Trasmontana, de clima mais suave, marcada pelo vale do rio Douro e pelos vales dos seus afluentes. O rio Douro constitui a característica geográfica mais importante, visto que serve de limite ao distrito. Os municípios que compõem o distrito são: Alfândega da Fé, Bragança (capital de distrito), Carrazeda de Ansiães, Freixo de Espada à Cinta, Macedo de Cavaleiros, Miranda do Douro, Mirandela, Mogadouro, Torre de Moncorvo, Vila Flor, Vimioso e Vinhais (figura 6.1).



Figura 6.1 - Municípios do distrito de Bragança [6.1]

O distrito de Bragança é composto por uma área total de aproximadamente 6600 Km², e segundo os dados provisórios dos Censos 2011 disponibilizados pelo INE, com uma população de 136261 distribuídas por 299 freguesias (figura 6.1).

Tabela 6.1 - Dados estatísticos referentes ao distrito de Bragança (dados provisórios dos Censos 2011).

Município	Área (Km ²)	Densidade populacional (hab.)	Densidade populac. (hab./km ²)	N.º de freguesias
Alfândega da Fé	321,96	5.104	17	20
Bragança	1173,60	35.341	29	49
Carrazeda de Ánsiaes	280,91	6.373	24	19
Freixo de Espada à Cinta	244,49	3.780	16	6
Macedo de Cavaleiros	699,27	15.776	23	38
Miranda do Douro	488,36	7.482	15	17
Mirandela	658,97	23.859	39	37
Mogadouro	757,98	9.542	14	28
Torre de Moncorvo	532,52	8.572	17	17
Vila Flor	265,52	6.697	28	19
Vimioso	481,47	4.669	10	14
Vinhais	694,68	9.066	14	35

6.2 Sistema de gestão de resíduos

A crescente complexidade na gestão dos sistemas associados aos resíduos, desde as operações de recolha, transporte, armazenamento e destino final, até às questões da sensibilização das populações, aliada à crescente exigência em termos legais, técnicos e financeiros, contribuiu para a reformulação da lei de limitação de sectores, o que veio a consubstanciar-se através dos Decreto-Lei n.º 372/93, de 29 de Outubro, e n.º 379/93, de 5 de Novembro. Estes vieram substituir o modelo até aí vigente em Portugal, que assentava na gestão direta municipal.

Assim, as atividades de gestão dos resíduos sólidos urbanos foram reestruturadas com base em sistemas multimunicipais e municipais, ocorrendo igualmente a abertura destas atividades de gestão ao setor privado.

O distrito de Bragança está inserido num Sistema Intermunicipal, competindo a gestão dos resíduos à *Resíduos Sólidos do Nordeste - Empresa Intermunicipal, S.A.* A Resíduos do Nordeste, EIM, engloba os municípios de Alfândega da Fé, Bragança, Carrazeda de Ansiães, Freixo de Espada à Cinta, Macedo de Cavaleiros, Miranda do Douro, Mirandela, Mogadouro, Torre de Moncorvo, Vila Flor, Vila Nova de Foz Côa, Vimioso e Vinhais, contudo nesta dissertação não são inseridos os valores da cidade de Vila Nova de Foz Côa uma vez que não pertence ao distrito de Bragança (figura 6.2).



Figura 6.2 - Mapa área e infraestruturas da Resíduos do Nordeste, E.I.M [6.2]

Os resíduos sólidos urbanos são recolhidos nos diferentes municípios por duas empresas conhecidas no mercado, a FOCSA e a CESP, onde depois de compactados, são transportados para o aterro sanitário de Urjais, em Vale Frechoso, Mirandela, tendo sido entretanto seladas as várias lixeiras existentes nos diversos concelhos.

6.3 Análise de resultados

O distrito de Bragança não possui soluções para a gestão de RCD's. Neste sentido foram abordados os diferentes municípios por forma a tentar perceber como fazem a gestão imposta por lei e as dificuldades inerentes a este problema. Assim sendo, foi desenvolvido um questionário (anexo), aplicado junto dos 12 municípios que compõem o distrito de Bragança, não sendo os resultados animadores nem com qualquer conclusão.

Os questionários efetuados a todos os municípios descritos acabaram por ser inconclusivos uma vez que no nordeste transmontano não existe um sistema devidamente organizado para recolha de RCD's, nem qualquer local licenciado para deposição dos referidos resíduos. Para pequenos produtores os Ecocentros recebem até 1 m³ de RCD's/dia, o que não resolve a situação. Atenua o problema, mas não resolve a questão ambiental que está subjacente a esta temática.

Saliente-se apenas, que alguns municípios possuem ao abrigo do Decreto-Lei n.º 139/89, de 29 de Abril, locais licenciados para deposição de solos e rochas não contaminadas para posterior reutilização (de preferência na obra de origem). Se não for possível, é prevista a reutilização noutras obras, na recuperação ambiental e paisagística de pedreiras, cobertura de aterros para resíduos.

Todos os municípios mostraram receptividade por esta questão, não possuindo no entanto qualquer registo dos RCD's produzidos no seu concelho. Em 80% dos municípios é feita sensibilização e dado apoio aos empreiteiros para resolução do problema e encaminhamento para empresas licenciadas para o efeito.

Por outro lado, o local licenciado mais próximo do nordeste transmontano fica num centro de britagem ADIFER situado no concelho em Vila Pouca de Aguiar (distrito de Vila Real), na recuperação paisagista de uma pedreira existente.

Uma vez que não foi possível obter dados relativamente à recolha de RCD's, como consequência da não existência de um local para deposição dos mesmos e uma má gestão ao nível da existência de RCD's, entende-se pois estimar uma quantidade de RCD's para desenvolver um estudo que visa propor uma solução de receção destes resíduos mais próxima que a de Vila Pouca de Aguiar. Neste sentido e face ao estudo descrito no capítulo 5, assume-se o valor de 325 Kg/hab/ano, como sendo o primeiro grande estudo efetuado na Europa [5.6], nomeadamente:

Tabela 6.2 - Quantidade de RCD's produzidos aplicando o estudo de Symonds Group [5.6].

Município	Densidade populacional (hab.)	Quantidade RCD's produzido
Alfândega da Fé	5.104	165,88
Bragança	35.341	1.148,58
Carraceda de Ánsiaes	6.373	207,12
Freixo de Espada à Cinta	3.780	122,85
Macedo de Cavaleiros	15.776	512,72
Miranda do Douro	7.482	243,16
Mirandela	23.859	775,42
Mogadouro	9.542	310,12
Torre de Moncorvo	8.572	278,59
Vila Flor	6.697	217,65
Vimioso	4.669	151,74
Vinhais	9.066	294,65
Total	136.261	4.428,48

Tal como podemos observar na tabela 6.2, pode concluir-se que no nordeste transmontano são produzidas anualmente aproximadamente 4.428 toneladas de RCD's que acabam por ser depositados ilegalmente em depósitos não controlados, tornando este tema um problema ambiental gravíssimo.

Por outro lado, tal como se pode verificar na tabela 6.3, podemos concluir que, segundo os dados fornecidos pelos municípios as construções novas em 2009 no distrito de Bragança, são mais do dobro do que as remodelações, ampliações e demolições. No entanto, deve ter-se em conta que grande parte das obras de demolição não são obrigadas ao levantamento de uma licença, uma vez que estão isentas e não é possível contabilizar ao certo este número. No entanto, com estudos nacionais a tendência é o aumento deste tipo de intervenções o que dificulta ainda mais a precisão dos RCD's produzidos e o aumento de depósitos ilegais em terrenos públicos e privados sem qualquer responsabilização.

Tabela 6.3 – Edifícios construídos, remodelado, ampliados e demolidos em 2009 no distrito de Bragança.

Município	Edifícios construídos em 2009	
	Construções Novas	Remodelação/ampliação/demolição
Alfândega da Fé	14	10
Bragança	134	22
Carrazeda de Ánsiaes	21	10
Freixo de Espada à Cinta	12	24
Macedo de Cavaleiros	66	11
Miranda do Douro	35	25
Mirandela	105	16
Mogadouro	37	25
Torre de Moncorvo	18	31
Vila Flor	37	40
Vimioso	28	18
Vinhais	23	0
Total	530	232

Uma vez que os dados dos inquéritos aos municípios se tornaram pouco conclusivos, partiu-se para a elaboração de 3 cenários para locais possíveis de colocação de RCD's procedendo-se aos devidos cálculos dos custos associados. Assim sendo definiu-se a população existente em cada concelho em estudo, mediante dados provisórios dos Censos 2011, pois apesar de serem provisórios, certamente serão muito mais próximos da realidade do que os Censos 2001. Por outro lado, tal como referido anteriormente, foram usados os índices de RCD's de construção e demolição aplicados nos estudos WAMBUCO, 2011.

Para o cálculo do preço/km foi usada uma aplicação da CYPE Ingenieros SA obtendo se o valor de 2,8€/km [6.3].

Cenário A - Aterro de Vila Pouca de Aguiar

Ao ser colocado este cenário, os RCD's são colocados no único local licenciado existente em Trás-os-Montes e Alto Douro, estando localizado no concelho de Vila Pouca de Aguiar (distrito de Vila Real), no centro de britagem ADIFER. Podemos verificar que os gastos são muito elevados somando um total de 3.880.364,5 €/ano. Economicamente este local, e até pela questão que se coloca com as viagens e emissão de CO₂, tornam esta opção inviável para a maioria dos municípios onde prevalecem as pequenas empresas familiares de construção civil que não têm meios para este tipo de deslocação tornando os transportes por empresas certificadas excessivamente dispendiosos (tabela 6.4).

Tabela 6.4 – Cenário A – Aterro de Vila Pouca de Aguiar

	População	0,32 (índice RCD's construção)	0,43 (índice RCD's demolição)	m3	n.º viagens	km	percurso	km totais	preço/km	€
Alfândega da Fé	5.104	1.633,3	2.194,7	3.190,0	212,7	117	2	49.764,0	2,8	139.339,2
Bragança	35.341	11.309,1	15.196,6	22.088,1	1472,5	143	2	421.146,9	2,8	1.179.211,4
Carraceda de Ansiães	6.373	2.039,4	2.740,4	3.983,1	265,5	83,1	2	44.133,0	2,8	123.572,5
Freixo de Espada à Cinta	3.780	1.209,6	1.625,4	2.362,5	157,5	167	2	52.605,0	2,8	147.294,0
Macedo de Cavaleiros	15.776	5.048,3	6.783,7	9.860,0	657,3	104	2	136.725,3	2,8	382.830,9
Miranda do Douro	7.482	2.394,2	3.217,3	4.676,3	311,8	187	2	116.594,5	2,8	326.464,6
Mirandela	23.859	7.634,9	10.259,4	14.911,9	994,1	79,4	2	157.867,1	2,8	442.027,7
Mogadouro	9.542	3.053,4	4.103,1	5.963,8	397,6	154	2	122.455,7	2,8	342.875,9
Torre de Moncorvo	8.572	2.743,0	3.686,0	5.357,5	357,2	122	2	87.148,7	2,8	244.016,3
Vila Flor	6.697	2.143,0	2.879,7	4.185,6	279,0	88,5	2	49.390,4	2,8	138.293,1
Vimioso	4.669	1.494,1	2.007,7	2.918,1	194,5	161	2	62.642,4	2,8	175.398,8
Vinhais	9.066	2.901,1	3.898,4	5.666,3	377,8	113	2	85.371,5	2,8	239.040,2
Total				85.163,13				1.385.844,5		3.880.364,5

6.3.1 Cenário B - Aterro de RSU – Urjais (Mirandela)

No cenário B é colocada a possibilidade do aproveitamento do aterro existente em Urjais concelho de Mirandela, onde está localizado o aterro sanitário que serve todo o nordeste transmontano e Douro Superior para deposição dos resíduos sólidos urbanos. A solução passaria por licenciar o local também para deposição de RCD's. Comparando o cenário B com o cenário A há uma diminuição de custos em 2.158.685,0€ (tabela 6.5).

Tabela 6.5 – Cenário B – Aterro de RSU – Urjais (Mirandela)

	População	0,32 (índice RCD's construção)	0,43 (índice RCD's demolição)	m3	n.º viagens	km	percurso	km totais	preço/km	€
Alfândega da Fé	5.104	1.633,3	2.194,7	3.190,0	212,7	26,9	2,0	11.441,5	2,8	32.036,1
Bragança	35.341	11.309,1	15.196,6	22.088,1	1.472,5	78,9	2,0	232.367,1	2,8	650.627,8
Carraceda de Ánsiaes	6.373	2.039,4	2.740,4	3.983,1	265,5	25,5	2,0	13.542,6	2,8	37.919,4
Freixo de Espada à Cinta	3.780	1.209,6	1.625,4	2.362,5	157,5	74,9	2,0	23.593,5	2,8	66.061,8
Macedo de Cavaleiros	15.776	5.048,3	6.783,7	9.860,0	657,3	34,0	2,0	44.698,7	2,8	125.156,3
Miranda do Douro	7.482	2.394,2	3.217,3	4.676,3	311,8	113,0	2,0	70.455,5	2,8	197.275,4
Mirandela	23.859	7.634,9	10.259,4	14.911,9	994,1	18,5	2,0	36.782,6	2,8	102.991,4
Mogadouro	9.542	3.053,4	4.103,1	5.963,8	397,6	64,3	2,0	51.129,2	2,8	143.161,8
Torre de Moncorvo	8.572	2.743,0	3.686,0	5.357,5	357,2	36,0	2,0	25.716,0	2,8	72.004,8
Vila Flor	6.697	2.143,0	2.879,7	4.185,6	279,0	11,9	2,0	6.641,2	2,8	18.595,3
Vimioso	4.669	1.494,1	2.007,7	2.918,1	194,5	96,7	2,0	37.624,4	2,8	105.348,2
Vinhais	9.066	2.901,1	3.898,4	5.666,3	377,8	80,6	2,0	60.893,3	2,8	170.501,2
				85.163,1				614.885,5		1.721.679,5

6.3.2 Cenário C – Recuperação da pedra da Mota Engil – Vila Flor

Este cenário foi equacionado com vista à posterior recuperação de uma pedra existente no concelho de Vila Flor que está a ser explorada pela Mota Engil nas obras que decorrem na A4. Após conclusão destas obras será necessário recuperar paisagisticamente essa exploração.

Assim sendo, neste cenário teriam os municípios um custo total anual de 1.865.096,8€ para o devido encaminhamento dos RCD's produzidos nas diferentes obras de construção nova, demolição e recuperação e reabilitação de edifícios. (tabela

Tabela 6.6 – Cenário C – Recuperação da pedra da Moata Engil – Vila Flor

	População	0,32 (índice RCD's construção)	0,43 (índice RCD's demolição)	m3	n.º viagens	km	percurso	km totais	preço/km	€
Alfândega da Fé	5104	1633,3	2194,7	3190,0	212,7	28,6	2,0	12164,5	2,8	34060,7
Bragança	35341	11309,1	15196,6	22088,1	1472,5	89,3	2,0	262995,9	2,8	736388,6
Carrazeda de Ánsiaes	6373	2039,4	2740,4	3983,1	265,5	18,6	2,0	9878,2	2,8	27658,8
Freixo de Espada à Cinta	3780	1209,6	1625,4	2362,5	157,5	63,2	2,0	19908,0	2,8	55742,4
Macedo de Cavaleiros	15776	5048,3	6783,7	9860,0	657,3	44,5	2,0	58502,7	2,8	163807,5
Miranda do Douro	7482	2394,2	3217,3	4676,3	311,8	115,0	2,0	71702,5	2,8	200767,0
Mirandela	23859	7634,9	10259,4	14911,9	994,1	25,5	2,0	50700,4	2,8	141961,1
Mogadouro	9542	3053,4	4103,1	5963,8	397,6	65,9	2,0	52401,5	2,8	146724,2
Torre de Moncorvo	8572	2743,0	3686,0	5357,5	357,2	24,3	2,0	17358,3	2,8	48603,2
Vila Flor	6697	2143,0	2879,7	4185,6	279,0	0,2	2,0	111,6	2,8	312,5
Vimioso	4669	1494,1	2007,7	2918,1	194,5	107,0	2,0	41631,9	2,8	116569,4
Vinhais	9066	2901,1	3898,4	5666,3	377,8	91,0	2,0	68750,5	2,8	192501,4
	136261			85163,1				666106,0		1865096,8

Ao analisarmos os três cenários apresentados, pode afirmar-se do ponto de vista económico, para a resolução da problemática dos RCD's o cenário B (aterro existente para RSU) é o mais vantajoso, pois comparado com o cenário A (aterro de RCD's licenciado) é substancialmente menos dispendioso. Ou seja, existe uma diminuição de custos em 2.158.685,0€, assim como uma redução do número de Km necessários para entrega dos RCD's, de 770.959 Km. Por sua vez, também é mais vantajoso que o cenário C do ponto de vista do número de km e de custo total, embora não sejam diferenças tão expressivas como as demonstradas pela comparação com o cenário A.

Esta situação além de ganhos económicos traz também maiores benefícios sobretudo de índole ambiental com a redução de CO₂ para a atmosfera, redução consumo de recursos não renováveis (gasóleo), redução da deterioração do asfalto das estradas, redução de encargos com mão-de-obra, redução de risco, desgaste de veículos, entre outros.

Por outro lado, o cenário C, com a possibilidade de recuperação da pedreira em exploração para as obras da A4, sob gestão da Mota Engil, poupariam os municípios em estudo 2.015.267,7€ quando comparado com a única alternativa existente até ao momento (cenário A). Contudo quando comparado com o cenário B, verifica-se que o cenário C fica mais caro em 143.417,3€, aumentando o número de km em cerca de 51.220,5Km. Ou seja, a comparação do cenário B com o C, é semelhante em termos de vantagens quando comparado o cenário B com o A, muito embora o número de km e custo total seja insustentável no cenário A, pelo que perante os dois cenários este é excluído.

É preciso atender a uma série de variáveis afetas aos RCD's e que são objeto de detalhada descrição nesta dissertação, tais como o volume e peso destes resíduos, fomentando-se aqui mudança ao nível da forma de construir, para que exista menor quantidade de resíduos, prática que ainda não é atendida, nem minimizada no processo de construção. Não é de excluir que perante o cenário B, o espaço destinado à recolha vai ficar ocupado ao fim de algum tempo, sendo necessário ampliar e executar infraestruturas para garantir as condições de deposição, situação que fica dispendiosa. Embora não se consiga quantificar estes valores, sabe-se que o investimento tem de ter retorno económico, tendo de ser pago pelos depositantes, o que pode gerar a aceitação de RCD's mediante o pagamento de uma taxa mais elevada, quando comparado com outras situações. A par desta situação, o espaço disponível para deposição de RCD's vai acabar por esgotar, devendo portanto esgotar-se outras alternativas antes desta que

pode ficar para uma fase posterior aquando de maior necessidade e quando não existirem outras soluções viáveis.

Assim, o cenário C tem condições para ser considerado o mais vantajoso comparativamente aos três cenários. A requalificação paisagística da pedreira descrita no cenário C é obrigatória, estando os custos relacionados com esse tarefa inerentes a quem fez a exploração, pelo que as taxas de deposição de RCD's podem ser mais baixas comparativamente às do cenário B. Para além de a requalificação ser uma obrigação legal e ser uma oportunidade paradigmática aproveitar este espaço para depósito de RCD's, quando não existem outras alternativas mais viáveis que esta. Desta forma aproveita-se um espaço disponível, ganhando-se tempo enquanto não são estudadas e definidas outras linhas de orientação para os RCD's, sendo benefícios não quantificáveis mas que estão subjacentes, não se esgotando a breve prazo outras alternativas que podem ser necessárias futuramente a longo prazo (cenário B).

7. Conclusões e desenvolvimentos futuros

7.1 Introdução

Esta dissertação não tem a pretensão de esgotar o tema, muito menos propor soluções irrevogáveis. O tema é muito vasto e apesar da legislação vigente constata-se que não foram criadas condições na prática para auxiliar na gestão de RCD's.

As soluções de gestão existentes no nordeste transmontano têm custos económicos consideráveis, para além de desperdícios ambientais de elevada ordem, o que afasta o interesse pelas mesmas. A criação de soluções que visem a recolha e armazenamento de RDC nas proximidades é vista com necessidade no nordeste transmontano.

Por outro lado, as práticas existentes na construção não fomentam as operações mais sustentáveis, pois ainda se constrói de forma muito tradicional e com pouca pré-fabricação, consumindo portanto mais recursos e produzindo mais resíduos. Assim, como o desenvolvimento dos projetos por parte dos técnicos projetistas não têm em atenção a obtenção de benefícios ambientais, aliado à não preocupação aquando da desconstrução no final do ciclo de vida do edifício. Ou seja, a triagem, bem como o reaproveitamento de materiais e componentes tem pouca expressão no fim do ciclo de vida, o que revela desperdício de recursos e de meios.

7.2 Sumário da dissertação

Esta dissertação encontra-se estruturada em 7 capítulos temáticos, sendo o principal objetivo debater a problemática na gestão de RCD's e definir possíveis soluções que auxiliem na sua resolução.

Neste contexto fez-se o enquadramento ao nível da legislação e normas em vigor sobre a gestão dos RCD's, abordando a sua evolução temporal e interesse político.

Posteriormente procedeu-se à comparação de cenários e formas de atuação vigentes em vários países europeus no domínio da gestão destes resíduos. Esta temática foi analisada e ajustada tendo em conta a criação de soluções idênticas ou similares para o distrito de Bragança, por forma a auxiliar na gestão de RCD's.

Numa fase posterior foram caracterizados os RCD's desde a sua classificação e composição passando pela origem, afirmando-se que a área da construção tem um peso

muito significativo no desenvolvimento económico de um país, estando Portugal muito dependente dessa situação, o que demonstra pouca sustentabilidade do setor da construção.

Após análise do contexto português no regime dos RCD's, conclui-se que foram transcritas as diretivas europeias mas não se criaram “no terreno” condições para as colocar em prática. Comparando Portugal com países europeus como a Bélgica e a Holanda verifica-se que tem um longo caminho a percorrer na gestão de RCD's. A falta de informação, de incentivos, de consciência ambiental e pouca receptividade por todos os envolvidos no processo são alguns dos problemas que se verificam nesta área. Por outro lado, e no caso específico do nordeste transmontano existe ainda o problema de não estarem criadas as infraestruturas para deposição destes resíduos. A própria Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDRN), entidade que coordena todo o processo de resolução do problema, não tem ainda respostas, nem avança com estudos para possíveis locais de deposição legal dos RCD's, agravando possíveis tentativas de contribuir para uma boa gestão destes resíduos.

Ao longo da redação desta dissertação foram abordadas práticas de gestão de resíduos provenientes de obras de construção e demolição por forma a incentivar a sua reciclagem, a reutilização, a redução e reabilitação dos edifícios, bem como o fomento da desconstrução, demolição e demolição seletiva de modo a garantir uma prática adequada no tratamento destes resíduos, visando sempre que possível a sua reutilização. Por outro lado, através da caracterização do ciclo de vida dos materiais e dos edifícios foi possível uma abordagem mais aprofundada de todos os resíduos produzidos e consequentemente de todos os que têm de ser devidamente encaminhados. Assim como implementar práticas em projeto mais sustentáveis tais como selecionar os materiais mais adequados para numa fase inicial de construção eliminar uma série de encargos em fase de utilização que acabam por não se tornarem ambientalmente e economicamente aceitáveis, para além de todas as questões relacionadas com os consumos de recursos e de matérias-primas no seu processo de fabrico.

A adoção de materiais produzidos nas proximidades é outro requisito que deve ser atendido em projeto. A correta gestão deste tipo de resíduos, passa por todos os intervenientes, desde o projetista, ao empreiteiro, ao dono de obra até às entidades públicas responsáveis pela gestão dos resíduos.

Portugal caminha lentamente na resolução deste problema. Contudo deve ser tido em consideração que esta dissertação quando iniciada não previa a diminuição acentuada de trabalho na área da construção. Ou seja, tem-se notado um decréscimo anormal quer na realização de obras de construção quer nas obras de demolição e/ou recuperação. Podem portanto os valores apresentados serem mais elevados que o atual contexto da conjuntura económica.

Numa análise global complementada pela pesquisa de dados estatísticos e dados recolhidos junto dos municípios de todo o distrito de Bragança, denota-se uma lacuna muito grande no devido encaminhamento desta tipologia de resíduos, uma vez que não há no distrito um local licenciado para o seu depósito. Regista-se falta da aplicação da legislação em vigor e sistemática ausência de informação nos diferentes municípios do nordeste transmontano.

7.3 Contribuição do estudo

O estudo desenvolvido pretende ser um contributo na gestão dos resíduos de construção e demolição no distrito de Bragança, uma vez que não existem soluções económicas e ambientalmente viáveis no depósito e armazenamento destes resíduos. As câmaras municipais não têm meios para garantir aos munícipes uma gestão eficaz e que atenda à legislação. Neste sentido, esta dissertação pretende dar os seguintes contributos:

- apresentar diversas soluções alternativas para armazenamento e deposição de RCD's no Nordeste transmontano, sendo selecionadas com base no estudo de viabilidade económico desenvolvido bem como os benefícios ambientais obtidos com cada possível solução;
- contribui ainda para sensibilizar e auxiliar na mudança de mentalidades no ato de construir e de intervir na construção, fomentando as práticas de gestão que conduzem à diminuição, reutilização e reciclagem de RCD's, indo ao encontro das políticas europeias existentes neste domínio.

7.4 Desenvolvimentos futuros

Conclui-se com esta dissertação a necessidade de existir no nordeste transmontano um local licenciado para deposição e armazenamento de RCD's, mas esta prática não pode ser vista de forma isolada. Ou seja, criar um local para deposição e armazenamento de RCD's é garantir uma solução, que acaba por ter um limite a médio e longo prazo. A ideia passa também por estar aliada à redução do volume de resíduos, pois estes representam perdas de recursos, de valor acrescentado e de dinheiro. É possível fazer mudanças neste paradigma, mas envolve movimentações em diversas fases da construção.

Assim, os projetistas devem começar por projetar atendendo à filosofia da menor massa, uso de materiais com composições de reciclagem, isentos de compostos orgânicos voláteis (COV), com menor quantidade de energia incorporada, soluções construtivas que fomentem a desconstrução, adotando soluções e componentes prefabricados ao invés das soluções tradicionais, assim como outras soluções possíveis de incorporar. Não é de excluir também a investigação de novos materiais com componentes de origem animal, mineral, ou outros cuja composição seja na maioria com elementos que estejam integrados num ciclo de vida onde esteja facilitada a reutilização e em segunda escala a reciclagem. É portanto uma mudança de paradigma que parece complicada, mas basta interiorizar em termos de conceito, como por exemplo adotar a filosofia LEAN construction, reutilizar e reabilitar edificações existentes, reaproveitar recursos pré-existentes, entre outras práticas.

A mudança de mentalidades nos construtores e de outros técnicos é imprescindível para o sucesso das práticas de gestão, podendo os cursos ministrados nas instituições de ensino superior e que sejam afetos à área de construção ter um importante papel na divulgação de práticas mais sustentáveis e mais vantajosas comparativamente às tradicionais.

Os próprios utilizadores têm de procurar edifícios adaptados às suas necessidades e excluir opções em larga escala que acabam por não ter aproveitamento, desvalorizando e concentrando recursos materiais e custos não rentabilizados.

Ora estas boas práticas de nível sustentável fomentam a triagem dos materiais e dos componentes de construção aquando da desconstrução, trazendo também vantagens na criação de um espaço destinado à recolha e armazenamento desses materiais e componentes passíveis de utilização noutras construções. Esta prática fomenta a redução na exploração de matérias-primas, consumo de recursos, redução de custos na

compra de elementos novos, entre outras, advindo benefícios ambientais e económicos. Este local poderá funcionar como os ecocentros atualmente existentes, sendo um por concelho e destinando-se ao depósito desses materiais e componentes provenientes do próprio concelho e geridos por um sistema de gestão que abrangesse todos os locais de depósito. Esta situação para funcionar em perfeito tem de ser atendida com precauções, tais como o desmonte dos elementos e seu transporte, podendo o próprio sistema de gestão estar pensado nesse sentido, sendo uma proposta que com toda a certeza será atendida num futuro que se espera próximo.

Pode-se afirmar que existe ainda um longo caminho a percorrer para se atingirem valores e práticas de gestão desejáveis no nosso país. Certamente o estudo desenvolvido não tem a pretensão de esgotar o tema, muito menos encontrar soluções estáticas e irrevogáveis. Contudo pretende ser um contributo significativo no auxílio da gestão dos RCD's em municípios de pequenas dimensões tendo em conta as exigências legislativas com vista à conservação do meio ambiente e à sustentabilidade, bem como alertar para uma problemática passível de solucionar.

Deve estar presente que o futuro do planeta passa também por consciencializar todos os intervenientes do setor da construção, tendo em conta todos os problemas ambientais registrados e a necessidade de se tomarem decisões com vista ao desenvolvimento sustentável.

Neste sentido, no domínio da investigação vê-se como bom aliado estudarem-se soluções para reaproveitamento de materiais triados, por via da reciclagem, desenvolvendo-se novos materiais de construção com composição de elementos reciclados. A par do processo de desenvolvimento destes materiais, não é de excluir a necessidade de reduzir o consumo de recursos relacionados com energias, água, redução de gases com efeito de estufa e de outros resíduos. Aqui neste campo as DAP (Declaração Ambiental de Produtos) podem dar um contributo, mas que neste país ainda se encontra numa fase muito embrionária.

Por último a investigação precisa-se também na definição de medidas rápidas e viáveis de reutilização de RCD's na própria obra, existindo, também falta de normas e de legislação que permita ter em conta essas opções, acabando por ser um processo complexo quando se pretende o contrário.

8. Bibliografia

- [1.1] Comunicação da Comissão para a estratégia temática de prevenção e reciclagem de resíduos. Bruxelas, 27/05/2003, COM 2003, 30.
- [1.2] Working Document, n.1, DG ENV.E.3, 4 April, 2000.
- [2.1] Caixinhas, J., 2009. *Enquadramento e aspectos legais da gestão de RCD's*. Seminário "Enquadramento e Aspectos Legais da Gestão de RCD's". CEIFA ambiente, Lda., Amadora.
- [2.2] Diretiva 2006/12/CE de 18 de Novembro de 2008. Waste Framework directive. Brussels, Belgium. Ekanayake, L., Ofori, G. 2000. *Construction material waste source evaluation. Conference "Strategies for a sustainable built environment"*. Pretoria, South Africa. pp. 35-1 to 35-6.
- [2.3] Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 2001. *Factsheets on waste in the Nether-lands: construction and demolition waste*. Disponível em <http://minvrom.nl>, visitado pela última vez em 22 de Setembro de 2010.
- [2.4] <http://casestudies.pepeseec.eu/archives/176>, visitado pela última vez em 7 de Julho de 2012.
- [2.5] Waste Centre Denmark, 2010. *Waste from buildings and construction activities*. Disponível em <http://www.wasteinfo.dk>, visitado pela última vez em 20 de Setembro de 2010.
- [2.6] Montecinos, W., Holda, A., 2006. *Construction and demolition waste management in Denmark*. Disponível em <http://www.cowam-project.org/cms/>, visitado pela última vez em 25 de Agosto de 2011.
- [2.7] Weisleder, S., Nasser, D., 2006. *Construction and demolition waste management in Germany*. Disponível em <http://www.cowam-project.org/cms/>, visitado pela última vez em 25 de Agosto de 2011.
- [2.8] CEDEFOP (1998): *Vocational education and training - the European research field. Background report, Volume I*.
- [2.9] Sólis-Guzmán, J., Marrero, M., Montes-Delgado, M.V., Ramírez-de-Arellano, A., 2009. *A Spanish model for quantification and management of construction waste*. Journal of Integrated Waste Management, V. 29, n.º 9, pp. 2542-2548.

- [2.10] Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2009. *Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015*. Disponível em <http://www.ice-spain.org.uk/about/index.aspx/> , visitado pela última vez em 25 de Novembro de 2011.
- [2.11] Ruivo, J.; Veiga, J., 2004. *Resíduos de construção e demolição: estratégia para um modelo de gestão*. Trabalho Final de Curso em Engenharia do Ambiente, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- [2.12] Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março de 2008. *Regime de gestão de resíduos de construção e demolição*. Lisboa.
- [2.13] Agência Portuguesa do Ambiente, 2010. *Resíduos de construção e demolição*. Disponível em <http://www.apambiente.pt/paginas/default.aspx> , visitado pela última vez em 20 de Setembro de 2010.
- [2.14] Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro de 2006. *Regime de gestão de resíduos*. Lisboa.
- [2.15] Portaria n.º 209/2004, de 3 de Março de 2004. Lista Europeia de Resíduos. Lisboa.
- [2.16] Decreto-Lei n.º 139/89, de 28 de Abril de 1989. Legalização e deposição de solos e rochas não contaminados. Lisboa.
- [2.17] Decreto-Lei n.º 152/2002, de 23 de Maio de 2002. Legalização e construção de aterros. Lisboa.
- [2.18] Portaria n.º 417/2008, de 11 de Junho de 2008. Guias de Acompanhamento de Resíduos. Lisboa.
- [2.19] Prado, M.R.; Kaskantzis Neto, G., 2005. *A análise do ciclo de vida como ferramenta de optimização de processos e gestão ambiental*. Revista electrónica poldisciplinar voos, Volume I, n.º 01, 2.º.
- [3.1] Decreto-Lei n.º 239/97, de 9 de Setembro de 1997. Lisboa.
- [3.2] Decreto-Lei n.º 187/2007, de 12 de Fevereiro de 2007. Lisboa.
- [3.3] Decreto-Lei n.º 182/93, de 14 de Maio de 1993. Lisboa.
- [3.4] Decreto-Lei n.º 89/2003, de 9 de Abril de 2003. Lisboa.

[3.5] The Commission of the European Communities, “*Demolition waste*”, *Environmental Resources Limited, The Construction Press*, Nova Iorque, 1980.

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

[3.7] Brito, Jorge de, 2006 – “*A reciclagem de resíduos de construção e demolição*”, Workshop “*A reciclagem na casa do futuro*” (Aveirodomus).

[3.8] Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya, Generalitat de Catalunya, Departament de Médio Ambiente, “*Manual de desconstrucció*”, 1995, Junta de Residus, Catalunha.

[3.9] Hendricks, Ch. F.; Pietersen, H. S., 1999 - “*Sustainable raw materials: construction and demolition waste*”, State-of-the-art report of RILEM TC 165-SRM, Report 22, Cachan.

[3.10] Levy, S.M (1997): *Reciclagem do entulho de construção civil, para utilização como agregado de argamassas e concretos*. 145f. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

[3.11] Pinto e Gonzáles PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. L *Manejo e gestão de resíduos da construção civil*. v. 1. Brasília: CAIXA, 2005. 196 p.

[3.12] Financiado pela União Europeia, no âmbito do Programa Crescimento Competitivo e Sustentável (1998-2002) *Projeto WAMBUCO Manual Europeu de Resíduos da Construção de Edifícios - Volume I*; disponível na internet em: http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/4518/1/Sa%C3%ADd_ELIVOL1_2005.pdf, visitado pela última vez 21 de Maio de 2010.

[4.1] Chini, Abdol R. - *Deconstruction and Materials Reuse: Technology, Economic, and Policy*, In: CIB Publication 266, 6 April 2001. Disponível na internet em: <http://www.metro-region.org/index.cfm/go/by.web/id=24684>.

[4.2] A Green Vitruvius – *Princípios e práticas de projecto para uma arquitectura sustentável*, Ordem dos Arquitectos, 2001.

[4.3] Edwards, Brian, 2005; *O guia básico para a sustentabilidade*; Gustavo Gili; Barcelona.

- [4.4] Rider, Traci Rose 2009; *Understanding Green Building Guidelines for students and young professionals*; W.W. Norton&Company; New York.
- [4.5] Couto, J. P.; Couto, A. M.; September 2007. *Reasons to consider the deconstruction process as an important practice to sustainable construction*; Portugal SB07 conference – *Sustainable construction – materials and practices*; Lisboa (Portugal).
- [4.6] Browning, P., B. Guy, and B. Beck. 2006. *Deconstruction: A Cottage Industry for New Orleans, Working Paper from Pennsylvania State University's Hamer Center for Community Design and Mercy Corps Gulf Coast Hurricane Recovery*.
- [4.7] Agência Portuguesa do Ambiente: *Resíduos de Construção e Demolição*. Disponível em:<http://www.apambiente.pt/politicasantambiente/Residuos/fluxresiduos/RCD/Documents/RCD.pdf> visitado pela última vez 24 de Setembro de 2011.
- [4.8] Hagen, K., 2007. *Deconstruction as an alternative to demolition – helping the environment, creating jobs, and saving resources*. Disponível em <http://www.associatedcontent.com> , visitado pela última vez em 25 de Setembro de 2011.
- [4.9] Couto, J.P., Couto, A.M., 2007. *Reasons to consider the deconstruction process as an important practice to sustainable construction. Conferência “Portugal SB07 - Sustainable construction, materials and practice”*. Instituto Superior Técnico, Lisboa, pp. 76-81.
- [4.10] Washington State Department of General Administration - Division of Engineering and Architectural Services - *Construction Waste Management: Guide - Methods to Save Money and Resources*. April 2003. Disponível na internet em: http://www.nahbrc.org/greenguidelines/userguide_resource_reuse.html visitado pela última vez em 10 de Outubro de 2011.
- [4.11] Caixinhas, João; Jr., Eloy F. Casagrande; Novembro de 2005 - *Gestão Integrada de Resíduos para o Ambiente (GIRA) : Uma Experiência Portuguesa na Construção Civil*. In: Inter American Conference on Non-Conventional Materials and Technologies in Ecological and Sustainable Construction, Rio de Janeiro - Brasil. Disponível na internet em:http://www.ppgte.cefetpr.br/docentes/permanentes/eloy/Gestao_Integrada.pdf visitado pela última vez em 23 Novembro de 2011.
- [4.12] Liker, J. (2003). *The Toyota Way fieldbook – 14 management principles from the world's greatest manufacturer*; Macgraw-Hill Companies.

[4.13] Koskela, L. (1992). “Application of the new production philosophy to construction”, Technical Report No. 72. Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering, Stanford University.

[4.14] Abdelhamid, T., S. (2004). “The Self-Destruction and Renewal of Lean Construction Theory: A Prediction from Boyd’s Theory”. *Proceedings of the 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Helsingor, Dinamarca.

[4.15] Disponível na internet em <http://www.vantunen.org/hrd/465.jpg>, visitado pela última vez em 2 de Junho 2012.

[4.16] Decreto-Lei 26/2010, de 30 de Março de 2010. Regime Jurídico da Urbanização e Edificação; Lisboa

[4.17] Grigoletti, G.C., *Caracterização de Impactos Ambientais de Indústrias de Cerâmica Vermelha do Estado do Rio Grande do Sul, Tese (Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil)*; Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2001).

[4.18] http://www.universoambiental.com.br/novo/artigos_ler.php?canal=6&canallocal=10&canalsub2=28&id=68 visitado pela última vez em 24 Novembro de 2011.

[4.19] Norma ISO 14040: 2008 - Estabelece as diretrizes e estrutura para a análise do ciclo de vida.

[4.20] Environmental Technology Best Practice Programme Guide ET 257: Life-cycle assessment – *An introduction for industry*, 2000; p2.

[4.21] NBR ISO 14040:2001 (tradução feita a partir da Norma ISO 14040:1997) – *Gestão ambiental – avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura*.

[4.22] Lifecycle Construction Resource Guide, disponível na internet em: <http://www.lifecyclebuilding.org/resources.php> , visitado pela última vez em 26 Novembro de 2011.

[5.1] Carvalho, P.L.G., 2001. *Gestão de resíduos na construção*. Dissertação de Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

[5.2] Instituto Nacional de Resíduos disponível em www.inresiduos.pt , visitado pela última vez em 12 Maio de 2012.

- [5.3] Wang, J.Y., Touran, A., Christoforou, C., Fadlalla, H., 2004. *A systems analysis tool for construction and demolition wastes management*. Journal of Waste Management, V. 24, n.º10, pp. 989–997.
- [5.4] Cochran, K., Townsend, T., Reinhart, D., Heck, H., 2007. *Estimation of regional building-related C&D Debris generation and composition: case study for Florida, US*. Journal of Waste Management, V. 27, n.º 7, pp. 921–931.
- [5.5] Lage, I.M., Abella, F.M., Herrero, C.V., Ordóñez, J.L.P., 2010. *Estimation of the annual production and composition of C&D Debris in Galicia (Spain)*. Journal of Waste Management, V. 30, n.º 4, pp. 636–645.
- [5.6] Symonds Group Ltd, ARGUS, COWI and PRC Bouwcentrum, 1999. *Construction and demolition waste management practices, and their economic impacts*. Report to DGXI, European Commission. Brussels, Belgium.
- [5.7] Ruivo, J., Veiga, J., 2004. *Resíduos de construção e demolição: estratégia para um modelo de gestão*. Trabalho Final de Curso em Engenharia do Ambiente, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- [5.8] Coelho, A., Brito, J. de, 2010. *Análise da viabilidade de implantação de centrais de reciclagem de resíduos de construção e demolição em Portugal: Parte I - Estimativa da geração de resíduos de construção e demolição*. Relatório ICIST. DTC n.º 04/2010. Instituto Superior Técnico, Lisboa.
- [5.9] Pereira, L., Jalali, S., Aguiar, B., 2004. *Gestão dos resíduos de construção e demolição*. Workshop “Sistemas Integrados de Gestão de Fluxos Específicos de Resíduos”. Instituto Nacional de Resíduos, Instituto Superior Técnico. Lisboa.
- [5.10] Franklin Associates, 1998. *Characterization of building-related construction and demolition debris in the United States*. US Environmental Protection Agency, Municipal and Industrial Solid Waste Division, Office of Solid Waste. Report No. EPA530-R-98-010. Prairie Village, Kansas, United States of America.
- [6.1] Disponível na internet em: <http://www.aresdaminhaserra.pt/>, visitado a última vez em 22 de Setembro 2010.
- [6.2] Disponível na internet em <http://www.residuosdonordeste.pt/cv/list/> , visitado a última vez em 29 de Maio 2012.

[6.3] Disponível na internet em <http://leiria.geradordeprecos.info/GRB/GRB010.html>, visitado a ultima vez em 29 de Maio 2012.

Anexo

Questionário elaborado aos municípios do distrito de Bragança:

1. Entidade –
2. Contactos –
3. Empresa responsável pela Recolha de Resíduos:
4. O município ou a entidade gestora procede à recolha de RCD's?
 - a. Para onde?
 - b. É triado anteriormente?
 - c. É feita reutilização?
5. Quantificação de RCD's produzidos no concelho?
 - a. Toneladas?
 - b. Tipologia de RCD's mais frequentes?
6. Há registo do numero de construções e demolições efectuadas no município na ultima década?
7. O Município possui locais licenciados para deposição de RCD's?
8. O município possui locais licenciados
 - c. É feito controlo?
 - d. Taxas cobradas?
 - e. Quem gere?
 - f. Onde são colocados à posterior
9. Os empreiteiros do concelho fazem triagem dos RCD's? Mais ou menos que percentagem?
10. São feitas campanhas de esclarecimento sobre este tema aos empreiteiros? São sensíveis a estas questões?

11. O município faz fiscalização dos depósitos ilegais?
12. No licenciamento municipal é entregue o PPGR?
13. É feito algum acompanhamento por parte do município das obras isentas de licença e comunicação prévia, uma vez que o município como entidade gestora é responsável pelos mesmos?
14. Nas obras municipais é feito o registo em obras dos RCD's? E nas obras particulares?
15. Aquando da emissão do alvará de utilização o município obriga a entrega de prova de encaminhamento dos RCD's para entidades certificadas para o efeito?
16. Quando algum munícipe solicita apoio na entrega dos RCD's qual a informação prestada?
17. O município encaminha corretamente os resíduos contaminados e perigosos?
18. o município tem conhecimento se é feito o encaminhamento dos RCD's sem recursos à autarquia?