

1 – INTRODUÇÃO

1.1 - OBJECTIVO DO TRABALHO

O objetivo desta dissertação é analisar a forma como foi efetuada a gestão de Resíduos de Construção e Demolição, na Península de Troia, no período de obras que decorreu entre o Verão de 2005 e Setembro de 2008, visando uma perspetiva da gestão integrada então conseguida.

Pretende-se, igualmente, demonstrar as vantagens conseguidas com essa gestão, quer na vertente ambiental, quer na vertente económica, com os necessários indicadores de referência relativos à quantidade e ao tipo de Resíduos de Construção e Demolição. Tal objetivo, será conseguido, individualizando as fases de demolição e de construção. Considerando as enormes vantagens obtidas, os indicadores obtidos aqui servirão de base para estimular esse tipo de gestão em projetos futuros, ficando, inclusivamente, muito acima dos objetivos pretendidas pela Agência Portuguesa do Ambiente a curto e médio prazo. De facto, esta agência pretende vir a poder assistir a uma reutilização da ordem dos 70% a curto/médio prazo, o qual é aqui largamente ultrapassado.

No computo geral, com este estudo, o objetivo principal é proporcionar àqueles que tomam decisões sobre as matérias da construção e da desconstrução (quer estes sejam projetistas, donos de obra, empreiteiros ou, simplesmente fiscalização) as ferramentas necessárias para que possam tomar a decisão certa, quer relativamente às questões ambientais, quer às questões financeiras.

1.2 - METODOLOGIA

O presente trabalho assenta sobre quatro etapas fundamentais, tendo-se utilizado, como metodologia organizativa e de estudo, o recurso à realização de várias tarefas:

- A primeira etapa caracteriza-se pela angariação de elementos históricos, permitindo, desta forma, obter-se um pequeno historial desta península outrora tão importante nas rotas comerciais e na qual se desenrola a génese do estudo aqui apresentado;
- A segunda etapa baseou-se, fundamentalmente, na pesquisa da legislação, atualmente em vigor, assim como daquela que surgiu após a execução deste projeto. Foi considerado importante estender a pesquisa ao atual ponto de situação relativo à produção de resíduos, assim como ao seu reaproveitamento. Neste capítulo, foi sentida alguma dificuldade e alguma falta de consenso entre as diferentes fontes de informação, fruto da dispersão de valores apresentadas por diferentes organismos, relativos à produção de resíduos na UE, resultado que considero justificado pela utilização de diferentes metodologias na recolha de dados;
- A terceira etapa, foi constituída por uma incessante busca de elementos dos projetos aí realizados (demolições, construção das diversas frações, remodelações, etc), dos resultados do acompanhamento da Gestão Ambiental, resumindo todos estes elementos e mapeando-os, de forma a permitir uma fácil leitura e um ainda melhor entendimento dos resultados obtidos;
- A quarta e última etapa, embora com algumas bases em dados de anteriores publicações, foi concluída, associando-as à opinião pessoal do autor, com base nos objetivos conseguidos no empreendimento em estudo, no qual esteve profundamente envolvido, sendo, consequentemente, um profundo conhecedor do caso em estudo.

1.3 - ESTRUTURA DO TRABALHO

No presente estudo, pretende-se, conforme referido nos objetivos, analisar a gestão integrada de resíduos em obra e a demolição seletiva, quantificar os RCD assim obtidos e demonstrar as enormes vantagens neste tipo de gestão.

No capítulo da apresentação (Cap. 2), o objetivo é dar a conhecer um pouco melhor a Península de Troia, desde os seus primórdios, a importância que esta representou no passado, passando, posteriormente, pelas fases do projeto Torralta e do projeto Sonae, entre os anos 70 e o final do século XX;

No terceiro capítulo, tem-se como objetivo dar a conhecer o atual estado de situação, no que se refere ao aproveitamento dos Resíduos de Construção e Demolição, passando pela produção de resíduos nos diversos países da UE, assim como nas tão distintas visões destes quanto ao seu reaproveitamento, não deixando de fazer alguma alusão às atuais obrigações a que os produtores de resíduos se encontram obrigados;

No quarto capítulo pretende-se dar a conhecer o caso particular do projeto do Troia Resort, desde o início do projeto das demolições efetuadas de forma seletiva, (com especial ênfase para a implosão das Torres 04 e 06), passando pela fase de construção e da utilização dos Resíduos de Construção e Demolição obtidos em ambas as fases separadamente, pretendendo-se, desta forma, demonstrar as diferentes percentagens obtidas em distintos tipos de obra (Demolição e Construção). Ainda nesta fase, são comentados os resultados obtidos na generalidade do empreendimento, demonstrando-se as vantagens conseguidas, quer no âmbito ambiental, quer no âmbito económico/financeiro;

Por último, no quinto capítulo, pretende-se dar uma conclusão sobre todo o estudo efetuado, deixando algumas importantes mensagens para futuras oportunidades de reutilização, assim como de eventuais melhorias a fazer para garantir a necessária sensibilização ao alcance dos objetivos traçados pela APA.

2 – A PENÍNSULA DE TROIA

2.1 – OS PRIMÓRDIOS DA HISTÓRIA

As ruínas de Troia têm permitido descobrir a importância que esta teve, desde os primórdios da história, tal como a conhecemos.

A figura 2.1 permite-nos ter uma ideia do desenvolvimento desta península, que se desenvolve às portas de Setúbal, cuja enseada se encontra pejada de ruínas, as quais têm vindo a ser descobertas ao longo dos últimos séculos.



Figura 2.1 – A Península de Troia (autor desconhecido)

Embora tenham sido descobertas no século XVI, só no início do século XX terão sido classificadas, por decreto, como Monumento Nacional.

De acordo com o escritor latino Avieno, através da sua obra “Orla Marítima”, Troia poderá ter já sido uma ilha, identificada como “Ácala” (nome atualmente associado – acreditamos que de forma pouco inocente - a um dos edifícios recentemente construídos), a qual era banhada pelo oceano, situando-se na província romana da Lusitânia, em território da cidade de Salácia (atual Alcácer do Sal), e frente à cidade de Cetóbriga (atual Setúbal), cidade esta com a qual seriam mantidos estreitos laços relacionais.

Segundo Pinto, Magalhães e Brum (2010), as ruínas em causa estão datadas como tendo sido edificadas no século I, ou seja, há, aproximadamente, 2.000 anos.

Aproveitando o facto do Atlântico ser extremamente rico em peixe, associado à excecional capacidade de produção de sal, nesta zona, eram aí fabricadas conservas e molhos de peixe (veja-se a figura 2.2, onde se pode constatar a existência de grande quantidade de tanques de salga de peixe), os quais eram acondicionados em ânforas e levadas em barcos para o Império Romano.



Figura 2.2 - Os tanques de salga – Oficina 1 (Pinto, Magalhães e Brum)

De acordo com os atuais registos existentes, a pesca seria feita na foz do rio e no mar e o fabrico das ânforas, que posteriormente permitiram o seu transporte, na margem norte do rio. Descobertas recentes permitiram constatar que, já nesta altura, a sardinha era um dos peixes mais apreciados e comercializados na região.



Figura 2.3 - A Necrópole / Mausoléu (Pinto, Magalhães e Brum)

Provavelmente devido a uma crise económica, uma vez que não existem indícios de qualquer catástrofe natural, nos finais do século II, início do século III, a produção foi interrompida, tendo sido retomada no século III, embora com algumas transformações nas oficinas dedicadas à salga, a qual foi mantida até à primeira metade do século V. É ainda neste século que a salga seria abandonada, tendo os pátios das oficinas passado a servir para fazer enterros, em sepulturas com recurso à pedra e ao tijolo, como se verifica na figura 2.3. As sepulturas que compõem esta necrópole, apresentam uma orientação noroeste-sudeste, sugerindo ser pertença de ritual cristão, os quais terão sido realizados até ao século VI.

É já no século XIX que este núcleo é escavado, pela primeira sociedade arqueológica de que há indícios no país, formada pelo Duque de Palmela, expressamente com o intuito de proceder às escavações em Troia. Foram aí encontrados indícios de casas térreas e outras de primeiro andar, as quais sugerem ter pertencido a gente abastada, entre as quais, a Basílica e as construções da Rua da Princesa (figuras 2.4 e 2.5).



Figura 2.4 - A Basílica (Pinto, Magalhães e Brum)



Figura 2.5 - A Rua da Princesa (Pinto, Magalhães e Brum)

Foram também encontradas termas, sugerindo o quotidiano da época romana, as quais permitiam conjugar a higiene e o convívio social. Estas termas apresentavam já um sistema de aquecimento, através de uma câmara subterrânea, formada por um sistema de canais formados por arcos (figuras 2.6 e 2.7), sendo estes que garantiam a sustentação do piso superior (Pinto, Magalhães e Brum, 2010).



Figura 2.6 - A Necrópole / Mausoléu (Pinto, Magalhães e Brum)

A Sonae tem vindo, ao longo da última década, a investir na descoberta de mais indícios que possam trazer mais alguma informação adicional sobre a importância de Troia nos primórdios do nosso calendário, sobre aquele que foi considerado pelo Diário da Manhã de 25 de Agosto de 1958 como sendo o único porto romano da nossa costa.



Figura 2.7 - As Termas (Pinto, Magalhães e Brum)

2.2 – OS ANOS 70, A TORRALTA E SEU PROJETO



Figura 2.8 - Troia no início do século XX (Troiaresort)

A Torralta foi fundada em Março de 1967 (ano em que iniciou a sua atividade turística nacional), por Agostinho da Silva e seu irmão, levando à prática um projeto cuja intenção era dar o seu contributo para a correção das desigualdades em termos de oferta turística nacional. Como se pode constatar na figura 2.8, Troia era, no início do séc. XX, um local de lazer mas, acima de tudo, um porto piscatório.

Pretendia-se, com este projeto, alargar o horizonte desta oferta, torna-la mais atrativa no mercado nacional e mais competitiva no mercado internacional, com a ambição de satisfazer as expectativas de um alargado conjunto de turistas nacionais e estrangeiros.

De acordo com Lobo (2007), no final de 1967, início de 1968, a Torralta adquire os terrenos da península de Troia, outrora pertencentes à Soltróia, tendo esta sido adquirida por parcelas sucessivas, de norte para sul. Tal aquisição fazia parte do *Plano Andersen*, elemento de gestão aprovado pelo governo português a 1 de Março de 1965, o qual permitia a construção de um conjunto hoteleiro com 25.200 camas, na área da península de Troia. Tal plano, apenas deixaria de estar em vigor a 8 de Fevereiro de 1996, através da entrada em vigor do Plano Diretor Municipal de Grândola.

Em 1971, a Torralta requereu à Câmara Municipal de Grândola o alvará de loteamento, depois de ter iniciado os estudos e a preparação dos projetos turísticos. Simultaneamente, a Soltroia pede um alvará relativo a infraestruturas, de forma a permitir à Torralta prosseguir com os seus trabalhos, uma vez que parte das infraestruturas de que a Torralta necessitava se localizavam em terrenos da Soltroia.

A construção tem início nos anos de 1971 e 1972, com as fundações dos ainda atuais hotéis (outrora designados de Túlipa Mar, Rosa Mar, Magnólia Mar; Torre 04 e Torre 06, e o atual Hotel Casino. Parte destas edificações nunca foram concluídas. A figura 2.9 dá-nos uma noção do “boom” de construção que esta época representou. De seguida e simultaneamente, foi dada sequência à construção das bandas. No caso dos primeiros, fruto da sua dimensão, foi utilizado o recurso a fundações indiretas e utilizadas fundações diretas, no caso das bandas.

Todo o betão utilizado nestas construções era proveniente de uma central aí montada especificamente para o efeito, assim como uma linha de pré-fabricação de elementos de betão, tirando vantagem da elevada repetitividade dos diversos edifícios.



Figura 2.9 - A construção de Troia nos anos 70 (séc. XX) (Troiaresort)

Na prossecução do seu projeto turístico, a Torralta conseguiu canalizar para o seu investimento, nos setores turístico-imobiliário e agropecuário, mais de 90 milhões de dólares, através da captação e aplicação de recursos financeiros oriundos de pequenas e médias poupanças.

O ano de 1973 é o ano em que a construção atinge o seu auge. Até final deste ano, a Torralta havia, já, investido, uma média de 25 milhões de dólares anualmente, assegurando, conjuntamente com as suas empresas associadas, mais de 10.000 postos de trabalho, diretos e indiretos.

Entre 1967 e 1974, a Torralta apresentou um crescimento anual de 65%, passando a ter o estatuto da maior empresa nacional (dentro da região continental) turística do país. Nesta fase, apresentava já uma oferta de cerca de 5.000 camas.

A partir de 1974, o estado intervencionou a Torralta (por motivos conjunturais a que a empresa foi alheia), tendo sido interrompidos todos os investimentos em curso, passando, desde então, a registar-se sucessivos prejuízos na exploração, com a conseqüente acumulação de endividamento bancário.

Porém, a Torralta não baixaria os braços e procurou readquirir o seu anterior dinamismo, com recurso a um relançamento, no qual projetou realizar, num espaço temporal de 5 anos, mais de 160 milhões de dólares de investimento, através de recurso próprios e de “joint-ventures” internacionais.

Previa-se que, no final de 1983, a capacidade de oferta da Torralta crescesse para um número de camas de cerca de 13.000. No entanto, em 1984, a dívida da Torralta ascendia já a uma ordem de grandeza a rondar os 60 milhões de euros (na moeda atual), sendo cerca de 50% deste montante proveniente de juros, e os restantes, quase na sua totalidade, proveniente de dívidas contraídas durante o período de intervenção do estado português. Porém, mesmo perante estas dificuldades, em 1987, a Torralta fecha as contas do exercício, com 7,5 milhões de euros de resultado positivo. Nesta altura, o capital social da Torralta era de 33 milhões de euros, dos quais 6% eram detidos por Agostinho da Silva e seu irmão. No ano seguinte, dá-se um aumento de capital, desta feita com um acréscimo de mais 22 milhões de euros.

No início do ano de 1990, um consórcio de investidores privados e particulares (Aquarius), torna-se o acionista maioritário, passando a deter 54%, mantendo-se o restante capital nas mãos dos pequenos investidores, aumentando-se o capital social para 75 milhões de euros. Como se pode constatar na figura 2.10, o projeto de então nada tinha de semelhante àquele que atualmente foi levado avante, desenvolvendo-se a marina em redor da ainda designada “caldeira”. Porém, a esperada retoma da empresa não veio a verificar-se e, em 1993 a Torralta requer a instauração de um processo judicial, no qual pretende a recuperação da empresa. Os credores aprovam um plano de gestão controlada que, por imposição estatal, fica subordinado à condição de venda dos respetivos créditos sobre a Torralta. Em 1994, dão-se as primeiras tentativas de alienação dos créditos públicos, através da negociação direta do governo com algumas entidades interessadas, sem que, para o efeito, tenha existido qualquer concurso público.

Em 1997, a Câmara Municipal de Grândola, apreciou as linhas gerais do contrato que o estado pretendia estabelecer com vista à recuperação da Torralta, tendo deliberado por unanimidade:

- Aprovar as linhas gerais das cláusulas, com implicações diretas no âmbito da intervenção e competências municipais;
- Participar na elaboração dos protocolos que viabilizassem a execução do contrato e, simultaneamente, criassem as necessárias condições para a elaboração do Plano de Pormenor;
- Proceder à elaboração do Plano de Pormenor da Área de Desenvolvimento Turístico de Troia.

Posteriormente, através da Resolução do Conselho de Ministros nº 173/97, datada de 17 de Outubro, aprovada em 15 de Maio, o governo aprovou:

- O Plano Geral de Investimento apresentado;
- Os elementos orientadores do protocolo a estabelecer com a Câmara Municipal de Grândola, com vista à elaboração do Plano de Pormenor de Troia;
- A minuta do contrato de compra e venda dos créditos detidos por entidades públicas.

Finalmente, a 9 de Julho de 1997, é celebrado o contrato de compra e venda dos créditos detidos sobre a Torralta, entre o Estado Português, o Instituto de Gestão Financeira da Segurança Social, o Fundo de Turismo e o Instituto de Emprego e Formação Profissional, por um dos lados, e o grupo Sonae (Figest, Orbitur, Solinca e Pargeste) por outro.

No dia 23 de Setembro de 1997, a Assembleia de Credores da Torralta, aprova uma nova medida de recuperação para a empresa e elege uma Administração e uma Comissão de Fiscalização, ambas indicadas pelo Grupo Sonae. Em Novembro do mesmo ano, o Ministério da Solidariedade e Segurança Social, convidam as seguintes entidades a apresentar candidaturas para a aquisição de Créditos do Tesouro da Fazenda Nacional e da Segurança Social:

- ✓ As instituições de crédito que tinham, anteriormente, manifestado interesse em participar neste tipo de operações;
- ✓ Os 10 maiores credores da Torralta;
- ✓ O Grupo Figest, nos termos do contrato de compra e venda de créditos.

O governo recebeu apenas duas candidaturas para aquisição dos créditos do Tesouro da Fazenda Nacional e da Segurança Social: a do Grupo Figest e a do Banco Essi que, no entanto, se retira do concurso antes da abertura da sua proposta. A alienação dos créditos do Tesoura da Fazenda Nacional e da Segurança Social foi efetivada a 9 de Janeiro de 1998.

2.3 – O FINAL DA DÉCADA DOS ANOS 90, A SONAE E SEU PROJETO

De acordo com Leite (2007), em 5 de Janeiro de 1999, o Grupo Sonae apresentou ao Ministro da Economia o Projeto Definitivo de Investimento, através do qual propões a rutura com o passado da Torralta, um novo modelo de desenvolvimento turístico para Troia, num investimento que, se previa então, rondaria os 200 milhões de euros, associado a uma requalificação ambiental e urbana que implicaria, entre outras ações, a demolição de 40% da área bruta até aí construída, incluindo dois aparthotéis (referindo-se às torres 04 e 06).

O Projeto Definitivo de Investimento, elaborado pela Imoarea e, apresentado ao governo em 5 de Janeiro de 1999, decorreu de um processo interativo de integração das condicionantes presentes na Península de Troia. Quer o conceito, quer o esboço do empreendimento, então apresentados, integraram, em todas as fases do seu desenvolvimento, a informação incluída no “Estudo Ambiental Estratégico”, produzido em finais de 1998.

Finalmente, a 8 de Maio de 2000, o Conselho de Ministros, aprova os termos do contrato de investimento a celebrar entre o estado e outras entidades públicas com a Imoarea, S.A. (Sonae), relativo ao projeto de investimento a

realizar por esta na Península de Troia, fixando-se aí as metas, os incentivos e as condições para a realização do projeto. O referido contrato viria a ser celebrado em 16 de Maio de 2000.

No entanto, neste interregno de tempo, a Sonae não esteve com os braços cruzados. Entre 1999 e 2005, concentrou os seus esforços em remodelações minimalistas nas Bandas de Troia e nos Hotéis existentes, tornando-os, desta forma, mais atuais, mais funcionais e mais acolhedoras, dando-lhes as condições de habitabilidade que estes não detinham. Simultaneamente, desenvolve todo o Planeamento Urbanístico do projeto que será o novo conceito de Troia.

Porém, é apenas em 2005 que os Planos Urbanísticos de Troia obtêm a aprovação das entidades competentes e se iniciam os preparativos para o lançamento da primeira pedra: a implosão das Torres 04 e 06.

3 – ESTADO DA ARTE

3.1 – A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL E OS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

De acordo com a APA, excluindo o sector de produção de energia, a construção civil é uma das indústrias que mais resíduos produz, gerando uma quantidade de cerca de 290 milhões de toneladas de resíduos por ano (neste campo existem discrepâncias entre as diversas fontes – a APA apresenta uma estimativa de 100 milhões de toneladas). Sendo cerca de 80% dos trabalhos de construção levados a cabo por Pequenas e Médias Empresas (PME's), o escoamento destes resíduos é, ainda, efetuado, usualmente, sem qualquer coordenação central por parte destas empresas. Os resíduos que provêm deste sector são uma grande preocupação, devido ao facto de se apresentarem em frações de dimensão variada e de diferentes níveis de perigosidade e aos grandes volumes usualmente utilizados nesta indústria.

De acordo com a informação da APA, em 2005, em Portugal, e com base numa proporção de RCD totais produzidos anualmente na União Europeia, estimou-se uma produção de 7,5 milhões/tons de RCD, ou seja, valores muito próximos dos 750 kg/hab.ano.

Ainda, segundo esta agência, de acordo com algumas estimativas comunitárias, a atividade de construção civil, gera uma quantidade de RCD equivalente a 22% do total dos resíduos produzidos na UE, o que corresponde a uma quantidade a rondar as 290 milhões/tons por ano, considerando que o total de produção, à data, era de cerca de 1,3 mil milhões/tons por ano, sem entrar em linha de conta com os resíduos agrícolas. Se acrescentarmos a esta importante percentagem, aquela que resulta das escórias, Indústria Mineira e exploração de pedreiras, estaremos em presença de uma muito significativa percentagem de resíduos (51%) que apresentam características para poderem ser reaproveitados para a indústria da construção civil e em infraestruturas, podendo ainda ser reaproveitado algum produto resultante da Indústria para o mesmo fim.

3.1.1 – Definição de Resíduos de Construção e Demolição

- Segundo o Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, “*resíduo é qualquer substância ou objeto de que o detentor se desfaz ou tem intenção ou a obrigação de se desfazer, nomeadamente os identificados na Lista Europeia de Resíduos (LER), entre outros*”.

O mesmo Decreto-Lei define que os resíduos de construção e demolição (RCD) “*são os provenientes de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação e demolição e da derrocada de edificações*”.

- De acordo com a Agência Europeia do Ambiente (EEA), pode-se definir os resíduos de construção e demolição como “*o entulho e outros resíduos provenientes da construção, demolição, renovação ou reconstrução de edifícios ou de partes deste, quer ao nível da superfície ou do subsolo. São constituídos principalmente por materiais de construção e de solos, incluindo escavação de solos*” e que estes “*incluem resíduos de todas as origens e de todos sectores de atividade económica*”.

- A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, refere que “*os RCD consistem nos detritos gerados durante a construção, renovação e demolição de edifícios, estradas e pontes. Estes contêm muitas vezes materiais pesados e volumosos, como betão, madeira, metais, vidro e componentes de construção recuperadas*”.

- De acordo com o Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março, a definição é “*fluxo de resíduos que apresenta outras particularidades que dificultam a sua gestão, de entre as quais avulta a sua constituição heterogénea com diferentes frações de dimensões variadas e de diferentes níveis de perigosidade*”.

- Ainda de acordo com a CCDRn, “*são materiais que, quer sejam inutilizados no decorrer de novas construções, quer sejam resultantes de restaurações ou demolições de construções existentes, constituem um problema que tem que*

ser resolvido, se se quiser que a indústria da construção em Portugal seja sustentável”.

- Por outro lado, de acordo com a alínea e) do art.º 2º do DL nº 152/2002, de 23 de Maio, podem caracterizar-se os RCD inertes como sendo: *“Resíduos que não sofrem transformações físicas, químicas e biológicas importantes e, em consequência, não podem ser solúveis nem inflamáveis, nem ter qualquer outro tipo de reação física ou química, e não podem ser biodegradáveis, nem afetar negativamente outras substâncias com as quais entram em contacto de forma suscetível de aumentar a poluição do ambiente ou prejudicar a saúde humana. A lixiviabilidade total, o conteúdo poluente dos resíduos e a ecotoxicidade do lixiviado devem ser insignificantes e, em especial, não pôr em risco a qualidade das águas superficiais e/ou subterrâneas.”*

O VI Programa de Ação da Comunidade Europeia em matéria de Ambiente (*Ambiente 2010: o Nosso Futuro, a Nossa Escolha*) baseia-se essencialmente na hierarquização dum sistema integrado de gestão de resíduos, na qual se privilegia em primeiro lugar a **prevenção**, em segundo lugar a **recuperação** (valorizando-os por reutilização, reciclagem ou recuperação energética) e só em último lugar coloca a sua **eliminação** (por exemplo, a incineração sem recuperação energética e a deposição em aterro).

Não temos hoje qualquer dúvida de que a prevenção e a recuperação dos resíduos deve concentrar as atenções de todos os intervenientes nos processos produtivos de todas as indústrias, sendo fundamental a valorização dos mesmos, reintroduzindo-os em novas funções, conseguindo assim, deste modo, reduzir o volume depositado em aterro e simultaneamente impedir o maior consumo de outros produtos naturais e a maior exploração das nossas pedreiras e das nossas florestas.

Deve-se assim procurar reutilizar, em todos os processos produtivos, o maior número de subprodutos provenientes de qualquer indústria, para que o custo da sua “transformação” seja compensador.

3.1.2 – Composição dos Resíduos de Construção e Demolição

De acordo com Fonseca (2008), os RCD têm origem em vários trabalhos da construção civil, podendo distribuir-se da forma a seguir exemplificada, quer quanto à sua origem, quer quanto à sua caracterização.

- Quanto à sua Origem:

- Demolição de edifícios
- Construção de estradas e Trabalhos Hidráulicos
- Restauração de edifícios
- Construção de edifícios

- Quanto à sua Caracterização:

- Resíduos provenientes de obras de construção de edifícios e de obras de engenharia civil, reconstrução, ampliação, alteração, conservação e demolição, derrocada de edificações, solos, rochas, vegetação de movimentos de terras e fundações e ainda materiais de provenientes da manutenção de vias de comunicação.

- Quanto à sua Tipologia:

Resíduos inertes:

- Gravilhas e fragmentos de rocha não contendo substâncias perigosas
- Betão
- Tijolos
- Telhas e cerâmicas
- Misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos, não contendo substâncias perigosas
- Solos e rochas não contendo substâncias perigosas

Resíduos perigosos ou potencialmente perigosos:

- Misturas betuminosas com alcatrão
- Aditivos de betão
- Vidro, o plástico e a madeira contaminados com substâncias perigosas;

- Madeira tratada
- Tintas, vernizes, adesivos, cola, mástiques
- Materiais de isolamento/construção com amianto
- Impermeabilizações
- Materiais resistentes ao fogo e botijas
- Fibras minerais
- Solos contaminados com hidrocarbonetos

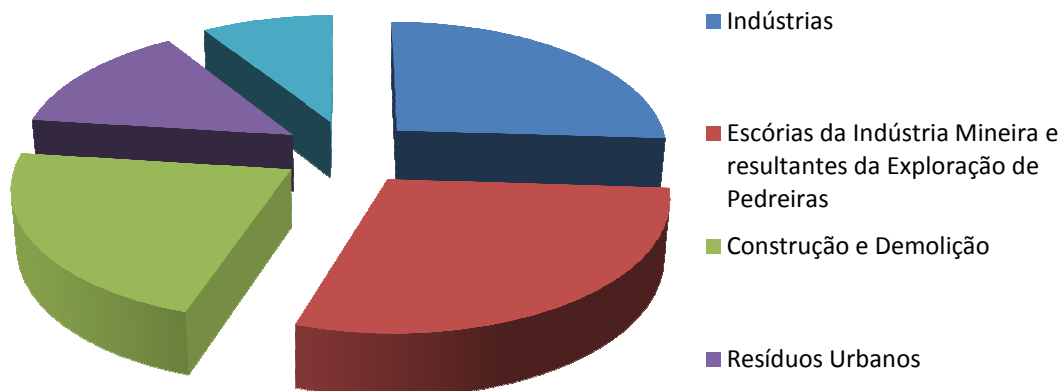
O quadro 3.1 e o gráfico 3.1 dão-nos uma ideia da origem dos diversos tipos de resíduos, podendo, inclusivamente, constatar-se o elevado contributo das obras de construção e demolição.

Quadro 3.1 – Percentagem de resíduos, na UE, de acordo com a sua origem (Godinho, 2011)

ORIGEM	Indústrias	Escórias da Indústria Mineira e resultantes da Exploração de Pedreiras	Construção e Demolição	Resíduos Urbanos	Resíduos Agrícolas, Silvícolas e outros
PERCENTAGEM DO CONTRIBUTO	26%	29%	22%	14%	9%

Gráfico 3.1 – Contributo da origem de cada resíduo, na EU (Godinho, 2011)

Percentagem do Contributo de Acordo com a sua Origem



De acordo com os dados da Union Européenne des Producteurs de Granulats (UEPG) de 2006, todos os anos é produzida em Portugal uma grande quantidade de agregados, (cerca de 88,3 milhões de toneladas) para serem usados na atividade da construção, sendo a construção de estradas responsável por uma grande percentagem do consumo destes materiais.

A extração de grandes quantidades de agregados naturais, nomeadamente em pedreiras, saibreiras ou areiros, tem fortes implicações em termos ambientais, além de que a abertura de novos locais de extração é sempre problemática, obrigando, quase sempre, à destruição de manchas verdes (responsáveis pelo ar que respiramos) e a grande produção de Dióxido de Carbono. Assim sendo, a matéria-prima vai-se esgotando progressivamente sendo a consciencialização da necessidade de reciclar materiais de modo a usá-los como agregados, cada vez mais frequente.

Na fase em que decorre este projeto, não existe uma legislação específica para a gestão destes resíduos. Só largos meses após o início deste projeto, as operações de gestão de RCD ficaram sujeitas ao Regime Geral de Gestão de Resíduos estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, que transpõe para a ordem jurídica interna, a Diretiva n.º 2006/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril e ainda a Diretiva n.º 91/689/CEE, do Conselho, de 12 de Dezembro. O licenciamento e o exercício da atividade foram regulamentados num conjunto de Portarias publicadas na sequência da entrada em vigor do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro. Todas as operações de armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduos estão sujeitas a licenciamento. O licenciamento das operações de gestão de RCD é da competência das Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional enquanto Autoridades Regionais dos Resíduos.

O prazo previsto para o procedimento geral de licenciamento é de 70 dias estando igualmente prevista a aplicação de um regime de licenciamento simplificado, para um conjunto de operações tipificadas no referido Decreto-Lei,

o qual permite a emissão de uma licença num prazo máximo de 20 dias. O licenciamento de uma operação de gestão de resíduos que careça igualmente de licenciamento industrial exige a instrução do processo nos termos do Decreto-Lei n.º 69/2003, de 10 de Abril, que estabelece as normas disciplinadoras do exercício da atividade industrial e do Decreto-Regulamentar n.º 8/2003, de 11 de Abril, que aprova o Regulamento do Licenciamento da Atividade Industrial (RELAI). Neste cenário, o licenciamento nos termos do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro é substituído por um parecer vinculativo emitido pela respetiva Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional. Para além de estabelecer as normas disciplinadoras da atividade de gestão de resíduos, o Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro reflete também a evolução do direito e da ciência nesta área, consagrando no ordenamento jurídico nacional um conjunto de princípios orientadores da maior importância em matéria de gestão de resíduos.

É o que se verifica relativamente à noção da auto suficiência, ao princípio da prevenção e, com particular relevância para as operações de gestão de RCD, ao princípio da hierarquia das operações de gestão de resíduos que estabelece a prevalência da valorização dos resíduos sobre a sua eliminação. Ou seja, que a eliminação definitiva de resíduos (*p.e.* depondo-os em aterro), constitui a última opção, justificando-se apenas quando seja técnica ou financeiramente inviável a prevenção, reutilização, reciclagem, ou outras formas de valorização.

Regista-se também que foi aprovado e publicado o ainda atual Decreto-Lei n. 46/2008, de 12 de Março, sobre o regime da gestão de RCD, que estabelece o regime a que ficam sujeitas as operações de gestão destes resíduos, garantindo a aplicação das políticas de redução, reutilização e reciclagem dos resíduos, condicionando a deposição de RCD em aterro a uma triagem prévia e estabelecendo uma cadeia de responsabilidade que vincula quer os donos de obra, quer os empreiteiros, quer ainda as Câmaras Municipais.

O diploma vem criar mecanismos inovadores ao nível do planeamento, da gestão e do registo de dados de RCD, que permitem, em articulação com o

Código dos Contratos Públicos e o Regime Jurídico da Urbanização e da Edificação, condicionar os atos administrativos associados ao início e conclusão das obras à prova de uma adequada gestão destes resíduos.

O Código dos Contratos Públicos exige, para as obras públicas, a elaboração de um Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (PPGRCD), cujo cumprimento, demonstrado através da vistoria, é condição para receção da obra.

São, desta forma, definidas as condições, imediatamente na fase de projeto, para a aplicação das medidas de prevenção da produção de RCD e da sua perigosidade. Passa a ser obrigatória a existência em obra de sistemas de triagem ou, quando tal não seja possível, ao encaminhamento para operadores de gestão licenciados para realizar essa operação. Este diploma condiciona ainda a deposição de RCD em aterro a uma triagem prévia, visando assim o aumento da reciclagem ou de outras formas de valorização. Vincula também, quer os donos da obra e os empreiteiros, quer as câmaras municipais e cria mecanismos inovadores ao nível do planeamento, da gestão e do registo de dados de RCD que permitem, em articulação com os regimes jurídicos das obras públicas e das obras particulares, condicionar os atos administrativos associados ao início e à conclusão das obras, à prova de uma adequada gestão de RCD. Este diploma introduz ainda uma simplificação importante na medida em que dispensa de licenciamento as operações de gestão de resíduos realizadas na própria obra.

Foi, posteriormente criado um manual europeu sobre RCD, designado Projeto WAMBUCO (*“European Waste Manual for Building Construction”* ou, traduzido para português, *“Manual Europeu de Resíduos da Construção de Edifícios”*), o qual foi elaborado em colaboração com a Alemanha, Dinamarca, Espanha, França e Portugal. O objetivo deste manual é abordar a gestão dos RCD na indústria da construção civil de um ponto de vista transversal, de forma a permitir a identificação qualitativa e quantitativa dos RCD produzidos, a sua

relação com os materiais e tecnologias construtivas, a transposição para indicadores de referência e as boas práticas de construção.

Este projeto teve início em 2002, tendo sido financiado pelo Programa CRAFT do 5º Programa Quadro da Comissão Europeia, com a colaboração (através de parcerias) de pequenas e médias empresas (PME) do sector de construção dos cinco países acima referidos. Pretende-se com este manual, através das suas orientações em termos da implementação de procedimentos de gestão de RCD (*i.e.* boas práticas e tecnologias mais limpas), que os projetos e a execução das obras de construção possam ter um menor impacto sobre o ambiente.

O Manual Europeu de Resíduos da Construção de Edifícios dirige-se principalmente a:

- ✓ Donos de obra
- ✓ Gestores de projetos
- ✓ Empresas de construção
- ✓ Arquitetos
- ✓ Empresas de recolha e tratamento de resíduos
- ✓ Produtores e retalhistas de materiais de construção

Este manual, aqui apresentado, pretende vir a facilitar a gestão de Resíduos de Construção e Demolição em obras, assim como a exploração da existência de possíveis potenciais de prevenção e reutilização de resíduos existentes no processo construtivo, tanto na fase de projeto como na fase de execução.

O potencial de resíduos de uma construção, em termos qualitativos, foi analisado e avaliado segundo:

- A prevenção e reutilização de resíduos da construção e materiais provenientes de embalagens;
- O tratamento e aterro de resíduos da construção e materiais de embalagem;
- A recolha de resíduos da construção e materiais de embalagem durante os processos de construção;

- Esquemas de devolução/retoma no processo de construção;
- O aproveitamento como matéria-prima secundária.

As atividades da construção civil, nomeadamente construções, reconstruções, reabilitações, conservações e demolições geram frequentemente sobras, desperdícios e entulhos, os designados Resíduos de Construção e Demolição. Além das atividades ligadas à engenharia civil, outras fontes geradoras de RCD são, por exemplo, os desastres naturais e as guerras (veja-se o exemplo da Alemanha, pós 2ª guerra mundial).

O volume produzido destes materiais é geralmente elevado, principalmente nas grandes cidades e em cidades em grande desenvolvimento, apontando-se para cerca do dobro do volume de resíduos sólidos urbanos (RSU⁵).

Além da geração de resíduos, estas cidades da UE (e não só) tendem também a consumir uma grande quantidade de materiais nas suas construções. Estima-se que a construção civil seja a atividade que consome mais recursos naturais, sendo responsável por entre 15% e 50% do consumo total, variando o consumo de agregados naturais entre 1 e 8 toneladas por habitante por ano, dependendo da fase de desenvolvimento do país em causa e da sua capacidade (ou consciencialização) para a recuperação e reutilização.

Surgem então dois grandes problemas:

- A necessidade de consumo de grandes quantidades de recursos naturais e o seu impacte ambiental;
- A necessidade de escoamento de grandes quantidades de resíduos de construção e das demolições produzidas.

Os agregados naturais são uma matéria-prima importante que se vai esgotando progressivamente e a abertura de novas pedreiras para extração de material constitui sempre um problema ambiental. É neste contexto que a produção de agregados reciclados, nomeadamente através de RCD, pode

funcionar como uma boa alternativa na diminuição do consumo de agregados naturais.

Um modo de valorizar os resíduos é convertê-los de novo em matéria-prima. No entanto, é necessário que os agregados reciclados consigam competir com os agregados naturais, quer no custo quer na qualidade. Podem ser mais competitivos em locais onde exista falta de material natural, em locais onde exista necessidade de demolir, antes de construir, permitindo, desta forma, reduzir os custos do produto final.

3.1.3 – A deposição de resíduos a vazadouro

Relativamente à deposição dos resíduos, são vários os problemas associados.

Os RCD quando dispostos ilegalmente (veja-se a figura 3.1) e, posteriormente associados à deposição de outros resíduos, podem originar problemas de saúde pública, degradação da paisagem e contaminação ambiental. A deposição em aterros sanitários reduz a capacidade destes, o que faz com que seja necessário criar mais aterros para receber resíduos, consistindo igualmente num problema ambiental, uma vez que é, depois, necessário repor o paisagismo local. Além disso, os custos relativos à deposição são altos, com forte tendência para aumentar. É portanto necessário que haja uma consciência ambiental, para perceber que a reciclagem de RCD é um modo de aproveitar o potencial dos resíduos em termos económicos e aumentar a vida dos recursos naturais, reduzindo-se assim os problemas de poluição, bem como o consumo de energia na extração de materiais e os próprios recursos financeiros, dando-se, desta forma, um forte contributo para a própria saúde pública.

Porém, a triagem é um dos grandes problemas da obra, uma vez que ela depende, em grande parte, da disponibilidade de espaço em estaleiro assim como de alguma disponibilidade de mão-de-obra, (fator nem sempre

desprezável). Embora se verifique que, de uma forma geral, se obtêm vantagens a nível do custo do resultado final, em grande parte, a opinião comum continua a ser a de que é de muito difícil execução, fruto da referida falta de espaço e de outras condicionantes, tais como a falta de consciencialização para esta problemática.



Figura 3.1 - O produto dos maus exemplos da construção em Portugal no passado (Contacto, 2006)

Para além do fator dimensão da obra, também o carácter temporário desta e a sua localização geográfica tornam mais difícil e quase inviável a possibilidade de fazer uma eficaz separação, gestão e reutilização dos resíduos.

Fruto de todas estas vicissitudes, fica dificultada a fiscalização ambiental das empresas de construção civil difícil, permitindo que aconteçam deposições ilegais na gestão dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD).

As soluções tradicionais passam pela deposição imediata em aterro e/ou pela incineração. O recurso à primeira solução pode trazer riscos de contaminação de águas subterrâneas, além do difícil acompanhamento da evolução do estado dos seus componentes e do volume que ocupa em aterro. A incineração, por sua vez, provoca emissões para a atmosfera, estas, por vezes, com significativa carga contaminante, facto que, “*per si*”, constitui um problema ambiental. É também necessário ter consciência de que, em termos económicos, não se está a aproveitar todo o potencial dos resíduos, como

anteriormente demonstrado. Sendo assim, a técnica de reciclagem e consequente utilização em diversas aplicações ajuda a minorar todos estes problemas.

Tais factos têm vindo a ser agravados pela forte concentração demográfica nos centros urbanos e a consequente urbanização acelerada, das últimas décadas, têm vindo a provocar inúmeros problemas a nível nacional, uma vez que é necessário dar destino ao enorme volume de resíduos gerados em atividades de construção, renovação e demolição de edificações e, inclusivamente, em obras de infraestruturas.

Em Portugal a situação é agravada pelas condições precárias de alguns dos nossos edifícios, fruto da sua idade e da sua falta de manutenção assim como de algumas infraestruturas mais antigas, a carecer, também estas, de manutenção.

Assim sendo, na impossibilidade total da sua reutilização na obra que lhes deu origem, ou em outras obras distintas da sua origem, o aterro de resíduos inertes como proposta de recuperação ambiental e paisagística de pedreiras, apresentam, comparativamente com a simples deposição em aterro/vazadouro, as seguintes vantagens (Chaves, 2009):

- Para o explorador, o aspeto económico, uma vez que é cobrada uma tarifa por deposição e, a nível técnico, porque dispõe de material de enchimento;
- Para os produtores/detentores de RCD, uma vez que são obrigados à deposição destes resíduos em local licenciado, para além de estarem isentos da TGR prevista no art.º 58 do DL n.º 178/2006, de 5 Setembro;
- Para o ambiente, uma vez que permite a reposição da topografia e a integração paisagística da pedreira na sua envolvente, considerando que as pedreiras recuperadas, com recurso a aterro, são alvo de um controlo ambiental mais exigente.

Para o efeito, a entidade licenciadora é a Direção Regional da Economia (DRE); através do art.º 34º do Decreto-Lei n.º 152/2002, de 23 de Maio, mediante parecer vinculativo da CCDR, no qual são definidos os seguintes requisitos mínimos, aos quais os aterros deverão obedecer, nomeadamente:

Os aterros deverão ser concebidos de forma a obedecer às condições necessárias para evitar a poluição do ar, solo, águas subterrâneas e águas superficiais, cumprindo as seguintes:

Barreira de Segurança Passiva – deve ser constituída por uma formação geológica de baixa permeabilidade e espessura adequada;

- ✓ Coeficiente de permeabilidade (K) = 1×10^{-7} m/s;
- ✓ Espessura $\geq 1,00$ m;
- ✓ No caso da barreira geológica não oferecer naturalmente estas condições poderá a mesma ser complementada artificialmente e reforçada por outros meios. As barreiras artificiais não poderão ser de espessura inferior a 0,50 m.

3.1.4 – O Reaproveitamento dos Resíduos

A reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) constitui assim uma fonte passível de produzir agregados alternativos, cujo objetivo é valorizar os resíduos, convertendo-os de novo em matéria-prima, com fortes implicações financeiras e ambientais. Além da introdução de agregados alternativos, de modo a conservar e preservar o meio ambiente, a reciclagem de resíduos de construção e demolição ajuda a resolver problemas relativos à gestão dos mesmos, nomeadamente com a redução das quantidades de materiais para levar a aterro, reduzindo-se, desta forma, a exploração de inertes e os custos de transporte a vazadouro licenciado.

Tem-se verificado, nos últimos anos, que alguns empreiteiros já manifestam preocupações com o ambiente, particularmente quanto aos resíduos obtidos das suas obras, sendo prática corrente da empresa (principalmente, no âmbito

da construção) o tratamento adequado dos RCD, com especial incidência na sua valorização e reciclagem.

Tem-se, também, verificado, ao longo dos últimos anos, que os Projetistas assim como os Donos de Obra, têm vindo, a demonstrar uma preocupação crescente na utilização de materiais oriundos da sua atividade, reciclando-os sempre que possível ou, obrigando, através de cláusulas incorporadas nos Cadernos de Encargos, os empreiteiros a fazê-lo.

Para se conseguir, em obra, maior sucesso na gestão dos RCD e uma valorização efetiva é necessário proceder à separação na origem, assim como, nos casos de demolição, a uma demolição seletiva, permitindo-se, desta forma, maiores percentagens de aproveitamento e maior qualidade dos produtos daí obtidos.

A construção de estradas é uma das atividades com maior capacidade de aproveitamento destes materiais, porque necessita de grandes quantidades de agregados, os quais podem ser provenientes da reciclagem de RCD. Função do tipo de RCD em presença, estes podem ser aplicados em camadas não ligadas, nomeadamente camadas de base e de sub-base, ou no caso de RCD resultantes da fresagem de camadas betuminosas, nas camadas betuminosas após caracterização e retificação das suas propriedades.

Porém, já não é apenas na execução de infraestruturas que esta utilização se justifica, considerando que, sempre que se esteja na posse de matéria prima e as quantidades a aplicar o justifiquem (assim como as condições em estaleiro), a reutilização de Resíduos de Construção e Demolição só apresenta vantagens.

Os RCD contêm percentagens elevadas de materiais inertes, reutilizáveis e recicláveis, cujos destinos nem sempre são os mais desejados, devendo ser sempre preteridos aqueles que não permitem a sua reutilização ou a sua reciclagem. Desta forma, podem não só reduzir-se significativamente o volume

de recursos naturais a explorar, como, simultaneamente, se consegue reduzir os custos de deposição final em vazadouro, assim como os custos resultantes da aquisição dos materiais necessários incorporar em obra, permitindo-se, assim, maximizar o seu reaproveitamento e a sua valorização.

Felizmente, nos últimos anos, tem-se vindo a verificar, cada vez de forma mais crescente, que a consciência geral (principalmente a de quem está ligado a este ramo) tem vindo a mudar, demonstrando, de forma cada vez mais crítica, a perceção da necessidade de reutilizar os RCD, sempre que tal se demonstre ser possível e viável economicamente, continuando, esta última equação, a demonstrar-se preponderante para que tal reutilização seja viabilizada, mesmo em detrimento das questões ambientais.

Hoje em dia, podemos já afirmar que as políticas de reutilização e reciclagem de resíduos estão a ser eficazmente implementadas nos grandes empreendimentos, ou naqueles cujos intervenientes estão já sensibilizados para o tema da reutilização. São vários os exemplos em que estas preocupações se manifestam logo na fase de projeto desses empreendimentos, facto que possibilita uma maior consistência nas soluções adotadas, uma vez que estas são estudadas de antemão e não uma solução de recurso.

3.1.5 – Valorização dos Resíduos de Construção e Demolição

Os agregados reciclados de RCD surgem como uma alternativa para substituir os agregados naturais em diversas aplicações, transformando-se, desta forma, o resíduo em recurso. Estes, podem ser aplicados em aterros, terraplenagens, fundações ou sistemas de drenagem mas, são a pavimentação, a incorporação em bases e sub-bases, assim como o fabrico de betões e argamassas onde se verificam as suas principais aplicações.

A utilização em pavimentação, nomeadamente em camadas de base e de sub-base, tem constituído a forma mais simples e económica de utilização dos

agregados reciclados. Está, atualmente, demonstrado que estes materiais apresentam boa capacidade de suporte, durabilidade e adequada capacidade de drenagem.

De acordo com a APA, a primeira utilização significativa de RCD em pavimentação ocorreu no final da Segunda Grande Guerra, sendo os países pioneiros, nas técnicas de reciclagem, a Alemanha e a França. Com a guerra, grande parte das construções e das estradas foram destruídas, tendo originado o espalhamento de milhões de metros cúbicos de escombros pelas cidades. Numa tentativa de associação entre a necessidade de escoar estes resíduos e, simultaneamente, de reconstruir as cidades e o sistema rodoviário, surge o primeiro grande reaproveitamento dos RCD. A quantidade de entulho era de, aproximadamente, 400 a 600 milhões de metros cúbicos e nas muitas estações de reciclagem construídas produziram-se cerca de 11,5 milhões de metros cúbicos de agregado reciclado de alvenaria, integralmente utilizados na sua reconstrução.

A grande variedade de componentes que os RCD podem conter confere ao material reciclado uma alta heterogeneidade, revelando-se muito difícil a separação de todos os materiais.

Em relação às percentagens de cada material numa amostra de RCD, estas nunca são iguais de obra para obra, ou mesmo de demolição para demolição. Dependem de vários fatores como o tipo de edificação e respetiva utilização, a localização geográfica, os processos construtivos usados, a época de construção e mesmo o momento e tipo de colheita da amostra, assim como (e fundamentalmente) do tipo de demolição preconizada.

Para levar a cabo uma recolha seletiva eficaz em obra, deve-se informar de forma clara, não só as empresas envolvidas, mas também os trabalhadores, sobre o processo de gestão de resíduos, de maneira a motivar todos os intervenientes no projeto de gestão. Para se garantir este objetivo, é necessário:

- Prestar informação sobre medidas de recolha seletiva e de reciclagem a todos os intervenientes no projeto de construção;
- Supervisionamento da recolha seletiva das frações de resíduos;
- Supervisionamento da documentação de gestão de resíduos, de maneira a garantir a devida utilização dos métodos de tratamento de resíduos planeados;
- Apoio contínuo ao projeto para uma contínua gestão de resíduos otimizada.

A implementação de medidas de prevenção e separação ajuda a criar uma obra limpa e mais segura – um aspeto que irá projetar mais ainda uma imagem positiva da empresa construtora.

Antes do começo duma demolição seletiva é necessário um planeamento cuidadoso, onde é definido para que frações se deve fazer a recolha seletiva e separação dos materiais, e quais os destinos finais para os resíduos – considerando a maior reutilização e menor aterro de resíduos possível.

Para se obter um produto reciclado de qualidade, quer em termos técnicos, quer em termos ambientais, é necessário que os resíduos gerados estejam limpos, uma vez que, basta haver um material considerado perigoso na mistura de materiais, para que toda a mistura seja considerada perigosa. Para evitar então a contaminação dos RCD, é importante separar os diferentes materiais na origem, ou seja aquando do processo de demolição. A este método de demolição dá-se o nome de “*demolição seletiva*” e, de pode definir-se como “*...o conjunto de operações realizadas de forma gradual e coordenada, dirigidas a fomentar o máximo aproveitamento dos materiais que constituem o resíduo de demolição, minimizando assim a fração destinada a aterro*”. É um processo mais demorado e mais oneroso do que os métodos tradicionais de demolição, mas com ganhos significativos a jusante, traduzindo-se num material reciclado com mais qualidade e com maiores possibilidades de aplicação. Este processo é também importante quando se pretende a produção de agregados reciclados, pois materiais como a madeira, o plástico, o papel ou o cartão são condicionantes da sua qualidade. Por outro lado, a existência de

produtos considerados perigosos, onera, significativamente, os custos de tratamento e transporte a vazadouro, motivo pelo qual é fundamental proceder à separação seletiva dos resíduos.

De acordo com Chaves (2009), uma correta gestão de RCD permite responder aos requisitos legais, permite reduzir os custos com aquisição de matérias-primas, reduzir as emissões de Dióxido de Carbono. Fazer com que a sua empresa se integre numa política ambiental mais adequada aos tempos atuais e melhorar a sua imagem, assim como dos próprios projetos.

Para atingir estes objetivos é necessário criar, em obra, as condições adequadas à gestão integrada de resíduos, como exemplificamos de seguida:

- Em obras de demolição → dar prioridade ao desmonte seletivo, mitigar as situações que permitam minimizar os impactes locais resultantes das tarefas de demolição, evitar a mistura de materiais durante as operações de remoção, armazenamento temporário e recolha, evitando, desta forma, a deposição em aterro de materiais com potencial de reciclagem e/ou de reutilização, quer esta ocorra no local como em outras obras.

- Em obras de construção → organizar um adequado sistema de triagem na fonte, com a conseqüente recolha seletiva para os materiais sobrantes. Para além disso, deverão ser criadas condições para a tomada de consciência coletiva para a redução de resíduos, como por exemplo: No tocante a processos ou materiais, devemos tentar:
 - Reduzir e reutilizar as embalagens;
 - Contratualizar a retoma e recolha das mesmas com os fornecedores;
 - Fazer a separação das embalagens e encaminhá-las para as respetivas fileiras;
 - Arranjar soluções de projeto que nos permitam minimizar a quantidade de RCD finais.

Apresenta-se de seguida, algumas possibilidades de reutilização de RCD:

- Com agregados resultantes de betão e argamassa, alvenaria, cerâmicos e rebocos:
 - Bases granulares para pavimentos
 - Produtos para alvenaria
 - Betões com agregados reciclados
 - Argamassa com agregados reciclados
 - Enchimentos diversos

- Com material resultante de misturas betuminosas:
 - Pavimentos rodoviários

- Com madeira:
 - Derivados de madeira
 - Ajardinamentos
 - Enchimentos

- Com metais:
 - Componentes semelhantes
 - Reciclagem

- Com vidro:
 - Agregados
 - Eventual reciclagem

- Com solos:
 - Aterros
 - Modelação de terreno
 - Enquadramentos paisagísticos
 - Melhoramento de terras

Tanto em obras de construção, como de desconstrução, deverá tentar-se criar uma eficiente logística, de forma a conseguir desenvolver um plano de saída de materiais e resíduos (sistema de contentores de recolha, etc.), adequado às várias fases da obra, sendo, para o efeito, necessário proceder a uma mais eficaz organização do estaleiro de obra.

No entanto, salvo melhor humilde opinião, considerando a especificidade dos diversos tipos de projetos, assim como a sua origem, os novos regulamentos e/ou diretivas, deveriam estipular regras distintas, as quais deveriam ser divididas nas seguintes categorias:

- Reaproveitamento (reutilização e/ou reciclagem) **para obras de demolição**, levando em consideração a origem dos elementos a demolir e a sua constituição;
- Reaproveitamento (reutilização e/ou reciclagem) **para obras de remodelação**, levando em consideração a origem dos elementos seus constituintes;
- Reaproveitamento (reutilização e/ou reciclagem) **para obras de construção**, levando em consideração o tipo de materiais considerados na sua execução.

Em suma, dever-se-ia levar em consideração a importância da adoção de uma abordagem que garanta a sustentabilidade ambiental da atividade da construção numa lógica de ciclo de vida, e no sentido de garantir as melhores práticas de gestão dos RCD. Na sequência dessa busca, foi criado um regime jurídico próprio que define metodologias e práticas a adotar nas fases de projeto e execução da obra que privilegiem a aplicação dos princípios da prevenção e da redução, assim como da hierarquia das operações de gestão de resíduos.

No entanto, atualmente, existe já uma larga experiência internacional sobre a aplicação dos RCD em pavimentos rodoviários, assim como noutras aplicações, sendo possível encontrar inúmeras publicações sobre o tema, onde se incluem várias normas e especificações para cadernos de encargos. Em Portugal, para além da legislação que entrou em vigor, após no decurso do projeto anteriormente referido, *p.e.* Decreto-Lei n.º 178/06 (*Lei-quadro dos resíduos*) e do Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março, o Decreto-Lei n.º 210/2009, de 3 de setembro e, ainda o Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, que estabelece a terceira alteração do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro e transpõe a Diretiva n.º 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro de 2008, relativa aos resíduos, prevê, no seu enquadramento legislativo. Foram também disponibilizadas algumas especificações pelo LNEC, mais concretamente:

- E471-2009 (Guia para a utilização de agregados reciclados grossos em betões de ligantes hidráulicos);
- E472-2009 (Guia para a reciclagem de misturas betuminosas a quente em central);
- E473-2009 (Guia para a utilização de agregados reciclados em camadas não ligadas de pavimentos);
- E474-2009 (Guia para a utilização de materiais reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição em aterro e camada de leito de infraestruturas de transporte).

As qualidades evidenciadas por estes agregados, confirmadas em muitas das aplicações práticas já realizadas, permitem sem dificuldade substituir os materiais novos em camadas granulares superando as exigências dos Cadernos de Encargos tradicionais.

O Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março, vem instituir, na construção, a obrigatoriedade da gestão de resíduos resultantes de obras ou demolições de edifícios ou de derrocadas compreendendo a prevenção, reutilização, operações de recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação dos resíduos em presença.

Quando houver algo que não esteja regulado por este último, relativamente à gestão de RCD, continua a aplicar-se o Decreto-Lei n.º 178/2006.

Entre muitas das alterações instituídas por via do Decreto-Lei n.º 46/2008, destacam-se as seguintes:

- A possibilidade de reutilização de solos e rochas não contendo substâncias perigosas, privilegiando-se a sua reutilização na obra que lhes origem ou, na eventualidade de tal não ser possível, encontra-se prevista a sua reutilização noutras obras, para além da de origem, bem como na recuperação ambiental e paisagística de pedreiras, na cobertura de aterros destinados a resíduos ou ainda em locais licenciados pelas Câmaras Municipais (Decreto-Lei n.º 139/89, de 28 de Abril);
- A definição das metodologias e das práticas a adotar nas fases de projeto e de execução da obra que privilegiem a aplicação, dando especial ênfase às operações de gestão de resíduos;
- A definição de requisitos técnicos mínimos para as instalações de triagem e fragmentação.

É estabelecida uma hierarquia de gestão em obra que privilegia a reutilização dentro desta, seguida de triagem na obra que deu origem aos RCD cuja produção não é passível de ser evitada. Caso a triagem no local de produção dos resíduos se demonstre inviável, a triagem poderá realizar-se em local afeto à obra. Na base da hierarquia, está o encaminhamento dos RCD para operadores licenciados para o efeito:

- A obrigatoriedade de prévia triagem, previamente à deposição em aterro dos RCD, é então estabelecida;
- A introdução de uma taxa de gestão de resíduos, específica para a deposição de RCD, de valor inferior ao previsto no Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, de forma a ajustar o referido instrumento tributário ao forte condicionamento criado pela concorrência dos agregados resultantes da atividade extrativa;

- A definição de uma guia de transporte de RCD, tendo em conta as especificidades do sector, de forma a obviar os problemas manifestados relativamente à utilização da guia de acompanhamento de resíduos, prevista na Portaria n.º 335/97, de 16 de Maio;
- A dispensa de licenciamento para determinadas operações de gestão, nos casos em que não só o procedimento de licenciamento não se traduzia em mais-valia ambiental, como constituía um forte obstáculo a uma gestão de RCD consentânea com os princípios da hierarquia de gestão de resíduos;
- A aplicação de RCD em obra condicionada à observância de normas técnicas nacionais ou comunitárias;
- A obrigação de emissão de um certificado de receção por parte do operador de gestão dos RCD.

O Dono de obra pode, no entanto, alterar o PPGR, na fase de execução, sob proposta do produtor de RCD, ou, na eventualidade de se tratar de uma empreitada de conceção/construção, pelo adjudicatário com a autorização do dono de obra, desde que o primeiro fundamente devidamente esta intenção de alteração.

Para efeitos de fiscalização pelas entidades competentes, o PPGR deverá estar disponível no local da obra, e ser do conhecimento de todos os intervenientes na execução desta.

Os processos associados à gestão dos RCD são os seguintes:

- A reutilização de materiais, quer na própria obra, quer em outros locais, como por exemplo: tijolos, telhas, vigas de madeira, portas ou janelas;
- A valorização de RCD, através da triagem e reciclagem também em obra e/ou em outros locais. São objeto de triagem em obra com vista ao seu encaminhamento, por fluxos e fileiras de materiais, para reciclagem ou outras formas de valorização. Por exemplo, através de triagem e britagem de betão resultam britas e areias; o metal e o

plástico podem ser fundidos e utilizados como substitutos ou acessórios aos materiais primários, etc;

- A deposição de RCD em aterro, como última opção, devendo esta ser preterida, sempre que possível. Em suma, a deposição de RCD em aterro somente deverá ser permitida após a submissão a triagem e quando não há possibilidade de se proceder à reciclagem dos mesmos.

Assim, levando em consideração a necessidade de preenchimento de todos estes requisitos, poderemos considerar a seguinte utilização para um dos mais frequentes detritos, usualmente, levados a vazadouro:

- Solos e Rochas:
 - Utilização em obra:

Preferencialmente devem ser reutilizados no trabalho de origem de construção, reconstrução, ampliação, alteração, reparação, conservação, reabilitação, limpeza e restauro, bem como em qualquer outro trabalho de origem que envolva processo construtivo, abreviadamente designado por obra de origem.

- Em outros locais:

Quando não sejam reutilizados na respetiva obra de origem podem ser utilizados noutra obra sujeita a licenciamento ou comunicação prévia, na recuperação ambiental e paisagística de pedreiras (DL n.º 270/2001, de 6 de Outubro, com a redação proferida pelo DL n.º 340/2007, de 12 de Outubro), na cobertura de aterros destinados a resíduos (DL n.º 152/2002, de 23 de Maio) ou, ainda, em local licenciado pela Câmara Municipal (nos termos do art.º 1º do DL n.º 139/89, de 28 de Abril).

Quanto à gestão dos resíduos em estaleiro, deverão obedecer a determinados requisitos técnicos mínimos, como sejam:

- ✓ Vedação;
- ✓ Sistema de controlo de admissão;
- ✓ Sistema de pesagem com báscula;

- ✓ Sistema de combate a incêndios;
- ✓ Zona de armazenagem/triagem coberta, com piso impermeabilizado, sistemas de recolha e drenagem de águas pluviais, de lavagem e de derrames, dotado de separadores de óleos e gorduras, quando aplicável;
- ✓ Utilização de contentores adequados e identificados para o armazenamento seletivo de resíduos perigosos, incluindo resíduos de alcatrão, e para papel ou cartão, madeiras, metais, plásticos, vidro, cerâmicas, resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos, embalagens, betão, alvenaria, materiais betuminosos e de outros materiais destinados a reutilização, reciclagem ou outras formas de valorização.

O Decreto-Lei n.º 210/2009, de 3 de Setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de Junho estabelece o regime de constituição, gestão e funcionamento do Mercado Organizado de Resíduos (MOR), bem como as regras aplicáveis às transações neles realizadas e aos respetivos operadores. Este diploma vem ainda suprir as necessidades de regulação no âmbito do acompanhamento e controlo, por parte da administração, das atividades das entidades gestoras de mercados organizados de resíduos, assim como da articulação entre as plataformas eletrónicas dos mercados organizados e a plataforma SIRAPA (Sistema Integrado de Registo da Agência Portuguesa do Ambiente).

Já o Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, o qual estabelece a terceira alteração do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, transpondo a Diretiva n.º 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro de 2008, relativa aos resíduos, prevê, no seu enquadramento legislativo, o seguinte:

- Reforço da prevenção da produção de resíduos e fomentar a sua reutilização e reciclagem, promover o pleno aproveitamento do novo mercado organizado de resíduos, como forma de consolidar a valorização dos resíduos, com vantagens para os agentes económicos,

bem como estimular o aproveitamento de resíduos específicos com elevado potencial de valorização;

- Clarifica conceitos-chave como as definições de resíduo, prevenção, reutilização, preparação para a reutilização, tratamento e reciclagem, e a distinção entre os conceitos de valorização e eliminação de resíduos, prevê-se a aprovação de programas de prevenção e estabelecem-se metas de preparação para reutilização, reciclagem e outras formas de valorização material de resíduos, a cumprir até 2020, como por exemplo, a obrigatoriedade de reutilizar, pelo menos, 5% de materiais reciclados em obras públicas;
- Incentivo à reciclagem que permita o cumprimento destas metas, e de preservação dos recursos naturais, prevista a utilização de pelo menos 5% de materiais reciclados em empreitadas de obras públicas;
- Definição de requisitos para que substâncias ou objetos resultantes de um processo produtivo possam ser considerados subprodutos e não resíduos;
- Critérios para que determinados resíduos deixem de ter o estatuto de resíduo;
- Introduzido o mecanismo da responsabilidade alargada do produtor, tendo em conta o ciclo de vida dos produtos e materiais e não apenas a fase de fim de vida, com as inerentes vantagens do ponto de vista da utilização eficiente dos recursos e do impacte ambiental.

➤ Decreto-Lei n.º 45/2008, de 11 de março

A sua gestão adequada contribui para a preservação dos recursos naturais, quer ao nível da Prevenção, quer através da Reciclagem e Valorização, além de outros instrumentos jurídicos específicos, constituindo simultaneamente o

reflexo da importância deste sector, encarado nas suas vertentes, ambiental e como sector de atividade económica, e dos desafios que se colocam aos responsáveis pela execução das políticas e a todos os intervenientes na cadeia de gestão, desde a Administração Pública, passando pelos operadores económicos até aos cidadãos, em geral, enquanto produtores de resíduos e agentes indispensáveis da prossecução destas políticas.

O Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho procede, ainda, à alteração dos seguintes diplomas: Decreto-Lei n.º 366-A/97, de 20 de dezembro, Decreto-Lei n.º 111/2001, de 6 de abril, Decreto-Lei n.º 153/2003, de 11 de julho, Decreto-Lei n.º 196/2003, de 23 de agosto, Decreto-Lei n.º 3/2004, de 3 de janeiro, Decreto-Lei n.º 190/2004, de 17 de agosto, Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de março e Decreto-Lei n.º 210/2009, de 3 de setembro.

Para além dos Decretos-Lei acima referidos o das Especificações do LNEC, existem ainda muitos outros documentos legislativos sobre a matéria, como sejam:

- Decreto-Lei n.º 45/2008, de 11 de março
- Portaria n.º 242/2008 de 18 de março
- Regulamento (CE) n.º 1013/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de junho
- Regulamento (CE) n.º 1379/2007 da Comissão de 26 de novembro
- Regulamento (CE) n.º 669/2008 da Comissão de 15 de julho
- Regulamento (CE) n.º 308/2009 da Comissão de 15 de abril
- Regulamento (CE) n.º 413/2010 da Comissão de 12 de maio
- Regulamento (CE) n.º 1418/2007 da Comissão de 29 de novembro
- Regulamento (CE) n.º 740/2008 da Comissão de 29 de julho
- Regulamento (CE) n.º 967/2009 da Comissão de 15 de outubro de 2009

- Regulamento (CE) n.º 837/2010 da Comissão de 23 de setembro de 2010
- Regulamento (UE) n.º 664/2011 da Comissão de 11 de julho de 2011
- Regulamento (UE) n.º 135/2012 da Comissão de 17 de Fevereiro de 2012

De acordo com a hierarquia de prioridades estabelecida pela UE, para a gestão dos resíduos, a prioridade em obra é sempre a reutilização e triagem dos resíduos. Nos casos em que não possa ser efetuada a triagem dos RCD na obra ou em local afeto à mesma, o respetivo produtor é responsável pelo seu encaminhamento para um operador de gestão de resíduos, licenciado.

Para os resíduos cuja triagem e tratamento são realizados fora de obra, são necessárias guias de acompanhamento dos RCD (GARCD) para o transporte, que se regem pela Portaria n.º 417/2008, de 11 de Junho. O Anexo I desta Portaria é utilizado quando os RCD são provenientes de um único produtor/detentor e se houver mais do que um movimento de resíduos por dia. O Anexo II utiliza-se quando os RCD são provenientes de mais do que um produtor/detentor da mesma obra por dia.

Para que se possa potenciar a utilização dos RCD em obra, deverá levar-se em linha de conta que após a triagem, os materiais podem, inclusivamente, ser britados *in situ*, com uma unidade móvel apropriada para o efeito. É de salientar que para haver esta britagem no local da obra é necessário um estaleiro com grandes dimensões, sendo esta uma das grandes dificuldades para a maioria das obras. Também a obra em si tem que ser de grandes dimensões, não sendo esta uma metodologia aplicável a pequenas obras.

De acordo com Gonçalves (2007), uma unidade móvel de britagem pode produzir, com recurso aos crivos primário e secundário, 70 a 120 m³/h de agregados a partir de RCD – tipicamente provenientes de betão armado – com granulometria extensa 0/56 mm, após separação de metais.

Porém, para que os processos de reciclagem e reutilização, tenham a sua eficácia maximizada, é fundamental fazer uma demolição seletiva, uma vez que esta torna estes processos mais eficazes.

Os resíduos resultantes da demolição primária têm que ser reduzidos no seu tamanho de modo a facilitar o transporte para a reciclagem. Para o efeito usam-se pulverizadores de betão, hidráulicos e/ou mecânicos (usualmente denominadas de tesouras), para facilitar a separação das armaduras de aço do betão. Por outro lado, o facto desta operação ser executada no local, reduz custos de transporte, contaminação dos materiais e das zonas circundantes, degradação das vias de circulação adjacentes, etc.

A qualidade final dos reciclados está em muito dependente dos métodos utilizados no desmantelamento/demolição da infraestrutura que lhe deu origem, sendo particularmente importante a eficácia da triagem efetuada.

Relativamente ao potencial de valorização dos RCD, é sobejamente reconhecido que estes contêm percentagens elevadas de frações reutilizáveis e/ou recicláveis, apresentando um potencial de valorização significativo, o qual atinge, em alguns Países, níveis superiores a 80 %. Vejamos os casos da Holanda, da Bélgica ou da Dinamarca, pautando-se a Península Ibérica por uns meros 5% a 10%. Por outro lado, a Alemanha ou o Reino Unido, tentam seguir o exemplo do norte, mantendo-se, no entanto, a uns significativos 40% dos primeiros.

Quantidades crescentes de materiais reciclados estão a ser usados na construção, em todo o mundo, como suplemento dos agregados naturais (*por exemplo*: britas, areias e cascalhos). São, no entanto, ainda muito díspares as percentagens de reaproveitamento atualmente existentes nos diversos países da EU. Destacam-se aqui alguns exemplos (Chaves, 2009):

- **Alemanha:** 50 milhões de ton/ano de agregados reciclados, num total de 650 milhões de toneladas, representando, desta forma, uma percentagem de 7,7%. Mesmo assim, 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 à sua eliminação.

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 resíduos.

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 quantidades menores de tais materiais. Estas medidas vêm favorecer o encaminhamento de resíduos de construção não separados para plantas de 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.

- **França:** A gestão de resíduos de construção é parte integral dos padrões legais franceses, por exemplo, nem sempre existem destinos livres disponíveis para as especialidades da construção; algumas cidades não têm soluções previstas para os resíduos industriais.

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.

Os custos de gestão de resíduos representam, aproximadamente, entre 3 e 5% dos custos totais de construção.

- **Reino Unido:** 55 milhões de ton/ano dum total de 200 milhões de toneladas de agregados, aos quais equivale uma percentagem de 27,5%.
- **Estados Unidos da América:** 250 a 300 milhões de ton/ano, correspondentes a uma taxa de valorização de 20 a 30%.
- **Dinamarca e Holanda:** nestes países as taxas de valorização atingem os 90 a 95%, sendo casos a observar e exemplos a seguir.

No caso particular da Dinamarca, praticamente não existem problemas em termos do escoamento dos resíduos de construção processados e reciclados estando, de uma forma geral, o *marketing* dos RCD recicláveis em sintonia com o dos materiais primários. Desta forma, a maior parte dos centros de processamento e reciclagem transacionam tanto materiais primários como reciclados.

A Dinamarca implementou já todas as diretivas europeias, naquilo que aos resíduos se refere. Na área da construção e na área da gestão de resíduos, a Dinamarca tem uma das taxas mais elevadas de reciclagem na Europa (conjuntamente com a Holanda). Este país, está, atualmente, mais preocupado com a qualidade da gestão, do que com a sua quantidade.

A Dinamarca tem sido um instrumento muito eficaz no aumento da reciclagem dos RCD, considerando que as suas taxas internas de reciclagem aumentaram de 25% para 92% desde a década de noventa.

Foram implementadas algumas regras, destacando-se o facto de, no caso dos projetos de reconstrução e/ou de reabilitação, o sistema de tratamento de resíduos tem de ser complementado com um método próprio para a reconstrução, já que os tipos de resíduos e o tipo de separação destes,

assim como a reciclagem a aplicar dependem da natureza da desconstrução e das técnicas de demolição empregues.

Nos projetos de desconstrução, modernização e reparação também é necessário obter informações gerais sobre o edifício, de forma a permitir determinar o tipo e composição dos materiais utilizados na construção, facilitando, desta forma, a sua reutilização.

Os resíduos resultantes de projetos de construção de edifícios podem ser englobados nas seguintes categorias:

- Resíduos resultantes de ações de desconstrução e de demolição;
 - Resíduos resultantes de trabalhos de construção, como sejam os restos de materiais utilizados;
 - Embalagens de material de construção;
 - Lixo gerado pelos trabalhadores.
-
- **Portugal e Espanha:** em 2008, as taxas rondavam uns meros 5% a 10%.

De momento em Portugal, há pouca ou nenhuma separação e/ou reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (RCD), podendo, no entanto, verificar-se que existe, cada vez mais, maior preocupação relativa às questões ambientais e, conseqüentemente, na sua reutilização.

Em Portugal a demolição seletiva é utilizada quando se pretende obter RCD com viabilidade de aplicação imediata, utilizando-se nos outros casos a demolição global, que consiste na destruição simultânea de toda a edificação, de onde resulta um resíduo muito heterogéneo e onde a separação se faz posteriormente, com custos muito superiores àqueles que resultariam de uma demolição com separação seletiva a montante.

Só na Região Metropolitana de Lisboa, nos anos de 2006 e 2007, estimava-se uma produção de cerca de 1 milhão de toneladas por ano.

Para além do que foi referido, alguns fluxos de RCD, principalmente os resultantes de demolições, são por vezes integrados nos circuitos de reciclagem (ex. metais). O ferro e o aço são os materiais que mais são separados e reciclados através de operadores de sucatas, pelo simples facto de serem facilmente valorizáveis. Ainda assim, o destino mais comum – para mais de 90% dos RCD – é o aterro ou mesmo deposição ilegal.

São vários os fatores que contribuem para este cenário, como por exemplo a falta de destinos adequados para os mesmos. Estes fatores, em conjunto, encorajam práticas ilegais.

A fiscalização às transgressões que ainda proliferam é também insuficiente.

A responsabilidade de tratamento de resíduos recai sobre os produtores de resíduos (dono de obra e construtores) e transmite-se para as empresas de recolha e de tratamento.

Em Espanha, os RCD provêm, principalmente, da demolição de edifícios, de projetos de desenvolvimento residencial e urbanístico e de materiais deixados ao abandono no final de projetos de construção. Estes resíduos são, em geral, designados de “lixo” e, segundo a legislação espanhola, ficam a cargo de cada região autónoma. No caso dos resíduos resultantes de pequenas remodelações habitacionais a responsabilidade é das Câmaras Municipais.

Os RCD são produzidos em grandes quantidades e em volumes superiores aos dos resíduos domésticos. Em geral, os RCD acabam por ser depositados em aterros autorizados. O custo subjacente à recolha de resíduos torna qualquer operação ecológica pouco competitiva, com

exceção da reciclagem. Isto contribui para uma rápida lotação da capacidade, tanto dos aterros municipais, como dos aterros especializados.

No pior dos cenários, o tratamento de RCD não é sujeito a nenhum tipo de controlo, tendo isto consequências ecológicas e paisagísticas.

Os diferentes tipos de RCD são recolhidos e transportados para aterros autorizados, sendo que somente pouco mais de 5% são encaminhados para reciclagem ou reutilização.

No entanto, na União Europeia (contribuído para isso alguns países em que a implementação destes cuidados ainda é vista como uma não necessidade), a maior parte dos resíduos municipais são enviados para deposição em aterros (45 %). Apesar disso, uma percentagem cada vez mais elevada de resíduos municipais é objeto de reciclagem ou compostagem (37 %) ou incineração com valorização energética (18 %).

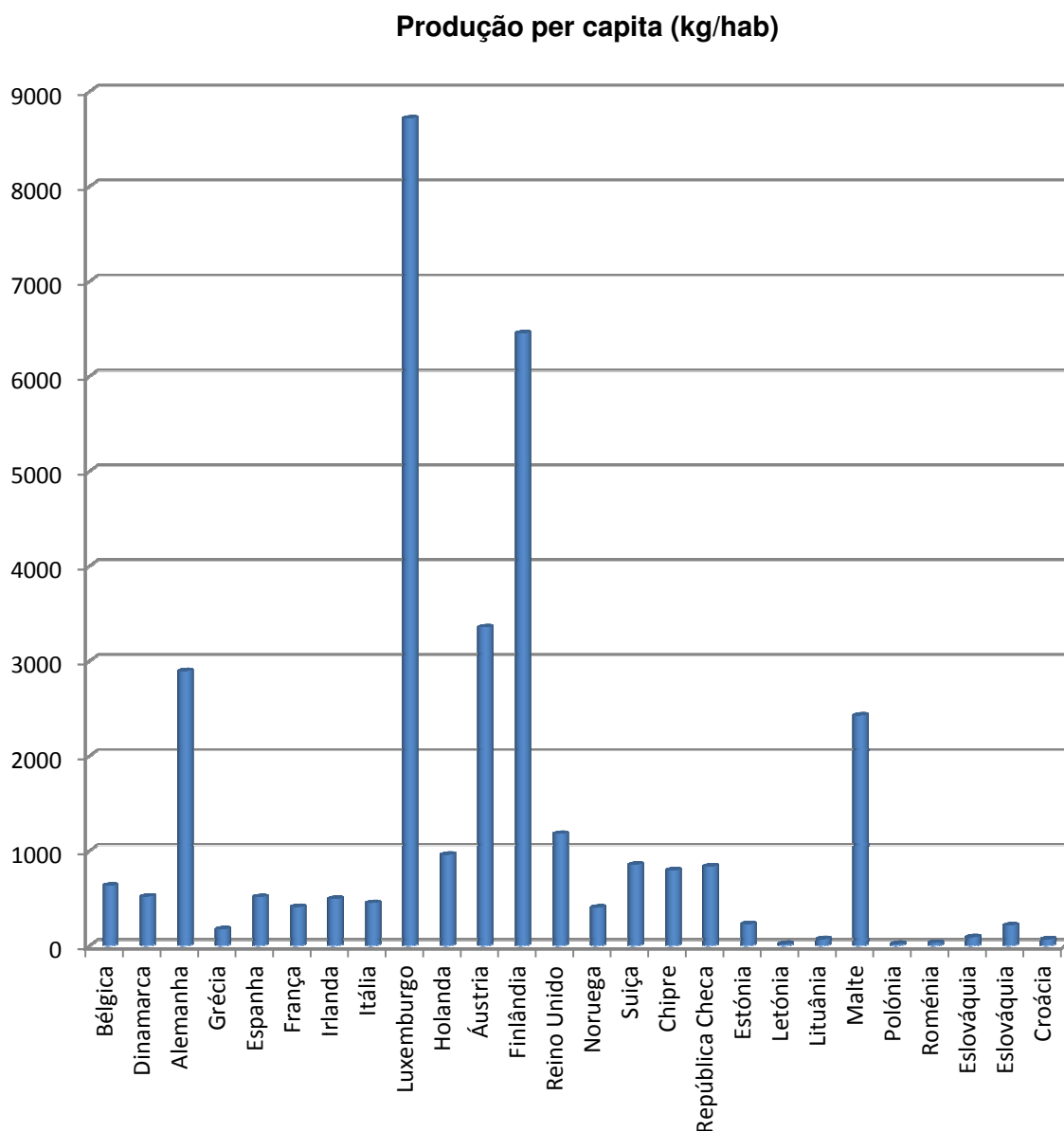
Apresentamos de seguida alguns dados referentes à produção de resíduos por parte dos países da EU (quadro 3.2 e gráfico 3.2), assim como relativos ao seu reaproveitamento. Pode aí constatar-se que existe uma enorme dispersão de valores relativos à produção de RCD, a qual apresenta valores mais avultados em alguns dos países mais ricos.

Para o efeito, foram considerados os valores médios da década dos anos 90, do século XX, tendo sido considerados, para efeitos de população, os censos de 1995.

Quadro 3.2 – Produção média de RCD na UE (por país e per capita) (Gonçalves, 2007).

PAÍS	Produção Média de RCD (ton)	Percentagem do contributo	População em 2005 (Milhões hab)	Produção per capita (kg/hab)
Bélgica	6.559	1,32%	10,4	631
Dinamarca	2.787	0,56%	5,4	516
Alemanha	23.858	4,80%	82,5	2.892
Grécia	1.898	0,38%	11,1	171
Espanha	22.000	4,42%	43,0	512
França	24.300	4,89%	59,9	406
Irlanda	2.012	0,40%	4,1	491
Itália	26.226	5,27%	58,5	448
Luxemburgo	4.359	0,88%	0,5	8.717
Holanda	15.604	3,14%	16,3	957
Áustria	27.500	5,53%	8,2	3.354
Finlândia	33.545	6,75%	5,2	6.451
Reino Unido	70.625	14,20%	60	1.177
Noruega	1.840	0,37%	4,6	400
Suiça	6.393	1,29%	7,5	852
Chipre	555	0,11%	0,7	793
República Checa	8.486	1,71%	10,2	832
Estónia	294	0,06%	1,3	226
Letónia	39	0,01%	2,3	17
Lituânia	231	0,05%	3,4	68
Malta	970	0,20%	0,4	2.424
Polónia	668	0,13%	38,2	17
Roménia	623	0,13%	21,7	29
Eslováquia	477	0,10%	5,4	88
Eslováquia	427	0,09%	2	213
Croácia	290	0,06%	4,4	66
TOTAL	497.288		467,2	1.064

Gráfico 3.2 – Produção média de RCD na UE, per capita

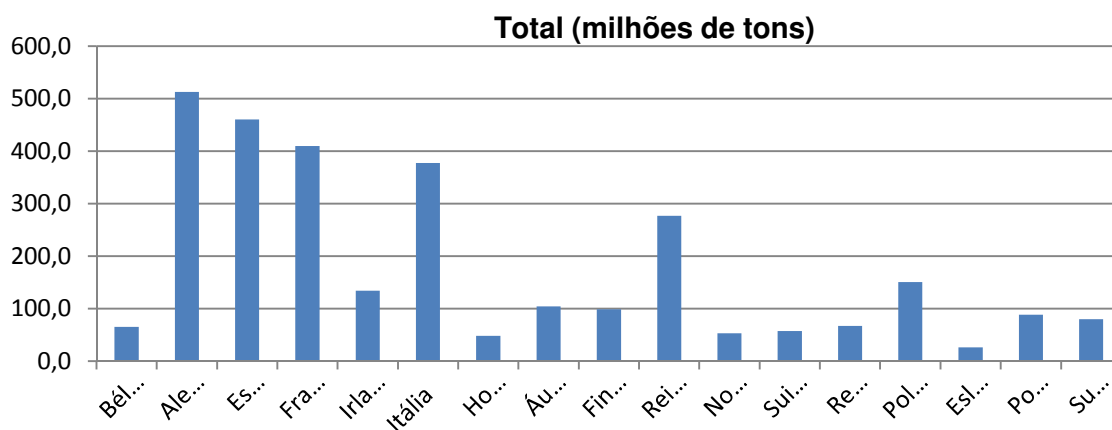


Podemos ainda verificar a tipologia dos agregados produzidos (ver quadro 3.3), assim como a baixa percentagem de reutilização que alguns dos países apresentam. Este quadro permite verificar os baixos índices de aproveitamento assim como fazer uma análise das correções que grande parte destes países terão que implementar, caso pretendam tornar-se mais competitivos nesta matéria. No gráfico 3.3, pode verificar-se em quais dos países a produção de agregados é mais intensa.

Quadro 3.3 – Produção de agregados (em milhões de tons) na UE em 2005, por tipologia. (Pestana, 2008)

PAÍS	Areia (milhões de tons)	Agregados Grossos Naturais (milhões de tons)	Agregados Recicladoss (milhões de tons)	Agregados Artificiais (milhões de tons)	Total (milhões de tons)	Contribuição Total (milhões de tons)
Bélgica	13,9	38,0	12,0	1,2	65,1	2,2%
Alemanha	263,0	174,0	46,0	30,0	513,0	17,0%
Espanha	159,0	300,0	1,3	0,0	460,3	15,3%
França	170,0	223,0	10,0	7,0	410,0	13,6%
Irlanda	54,0	79,0	1,0	0,0	134,0	4,5%
Itália	225,0	145,0	4,5	3,0	377,5	12,5%
Holanda	24,0	4,0	20,2	n/a	48,2	1,6%
Áustria	66,0	32,0	3,5	3,0	104,5	3,5%
Finlândia	53,0	45,0	0,5	n/a	98,5	3,3%
R. Unido	124,0	85,0	56,0	12,0	277,0	9,2%
Noruega	15,0	38,0	0,2	n/a	53,2	1,8%
Suíça	46,5	5,3	5,3	n/a	57,1	1,9%
Rep. Checa	25,5	38,0	3,4	0,3	67,2	2,2%
Polónia	104,3	37,7	7,2	1,6	150,8	5,0%
Eslováquia	8,9	16,9	0,2	0,3	26,3	0,9%
Portugal	6,3	82,0	n/a	n/a	88,3	2,9%
Suécia	23,0	49,0	7,9	0,2	80,1	2,7%
TOTAL	1.381,4	1.391,9	179,2	58,6	3.011,1	
	45,9%	46,2%	6,0%	1,9%		

Gráfico 3.3 – Produção de agregados (em milhões de tons) na UE em 2005 (Pestana, 2008).

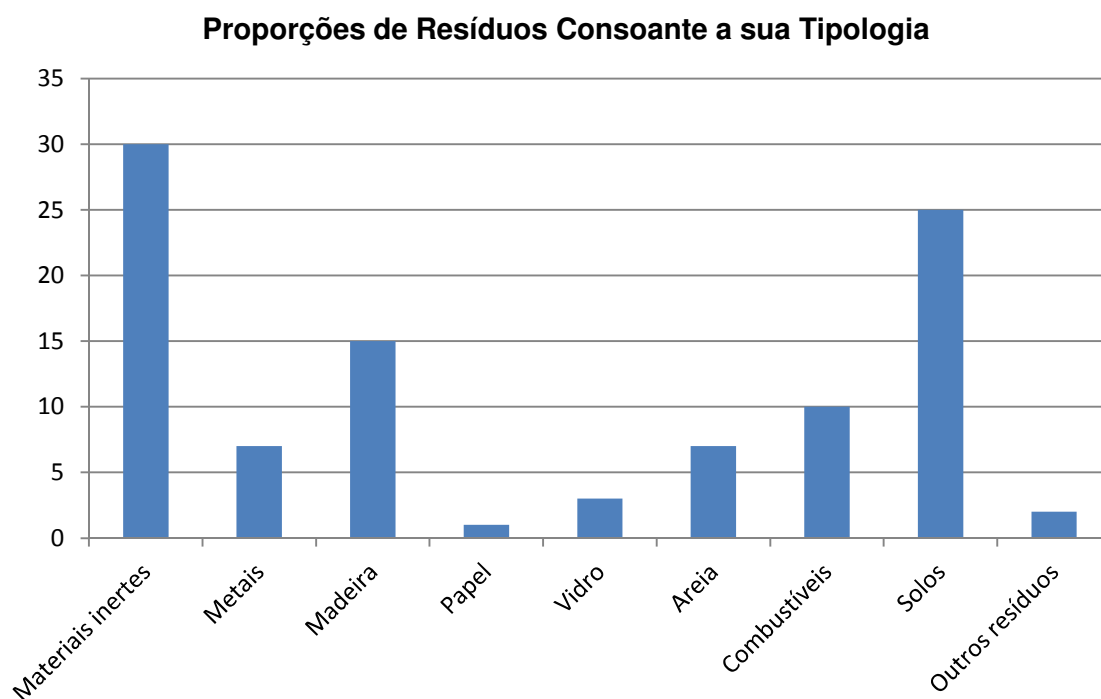


Os resíduos produzidos, podem ainda ser quantificados quanto à sua origem e quanto à sua reutilização como agregados. O quadro 3.4 e o gráfico 3.4 permitem ter uma ideia mais concreta das suas origens e da sua reutilização.

Quadro 3.4 – Composição média dos RCD na UE e seu reaproveitamento (Martinho e outros, 2008)

COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS	PROPORÇÕES	REAPROVEITÁVEIS PARA AGREGADOS
Materiais inertes	30	Sim
Metais	7	Não
Madeira	15	Não
Papel	1	Não
Vidro	3	Sim
Areia	7	Sim
Combustíveis	10	Não
Solos	25	Não
Outros resíduos	2	?

Gráfico 3.4 – Composição média dos RCD na UE e seu reaproveitamento, consoante a sua tipologia (Martinho e outros, 2008)



É por demais referido, por diversas fontes, o facto do atual destino, preferencialmente dado, aos RCD produzidos em Portugal, ser o aterro, (com valores muito próximos dos 100% dos resíduos de vidros e isolamentos a irem para este destino). Também os inertes, os plásticos e os resíduos de estrada atingem valores a rondar os 85% de deposição em aterro, percentagem que evidencia a necessidade de maior sensibilização junto dos responsáveis por esta gestão, sejam estes produtores, empreiteiros, donos de obra ou projetistas.

Quanto aos ainda habituais destinos dos RCD em Portugal, são estimadas as percentagens em massa de seguida referidas, para a Reutilização, Reciclagem, Incineração e Aterro por cada uma das frações desses resíduos.

Quadro 3.5 – Percentagem dos destinados que se estimam aconteçam em Portugal, em percentagem de reutilização (Chaves, 2009)

COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS	REUTILIZAÇÃO	RECICLAGEM	INCINERAÇÃO	ATERRO
Betão, tijolos, azulejos, alvenarias	15	-	-	85
Madeira	10	30	30	30
Papel, cartão	-	20	30	50
Vidro	-	-	-	100
Plástico	-	10	5	85
Metais	10	60	-	30
Isolamentos	-	-	-	100
Solos, pedras	40	-	-	60
Resíduos de betuminoso	10	-	-	90
Outros resíduos	-	10	5	85

No nosso país tem-se observado um grande esforço na procura da harmonização futura de procedimentos que ajudarão os decisores a enveredar pelo reaproveitamento dos resíduos, através da sua reciclagem. Esta evolução só por si já se pode considerar como indutora do bom aproveitamento das oportunidades de reutilização que se detetem.

Por outro lado, tratando-se de materiais já suficientemente estudados (embora apresentem alguma heterogeneidade, motivo pelo qual obriga, sempre, à sua caracterização) e disponíveis no mercado da construção, pode afirmar-se que os agregados resultantes de RCD revelam um potencial de oportunidades muito considerável, com significativas melhorias económicas e ambientais.

Em Portugal, foram já utilizadas com sucesso, em grandes obras de demolição, estas técnicas como sejam o caso da Expo 98, de uma fábrica de adubos do Barreiro, da Fábrica da Portucel Recicla em Mourão, do Estádio da Luz em Lisboa, de uma fábrica em Rio Maior, do antigo Hotel Estoril Sol, de alguns exemplos do Parque Escolar, ou de Troia, sendo este último exemplo, aquele sobre o qual nos debruçamos aqui, uma vez que foi um perfeito exemplo de como se deve reciclar no local, com enormes vantagens económicas, e ambientais.

4 – ESTUDO DO CASO – TROIARESORT

4.1 - A DEMOLIÇÃO

Imediatamente após a data da aprovação dos Planos Urbanísticos de Troia, a Sonae dá início ao seu projeto, com as demolições de alguns edifícios, considerados obsoletos para o projeto pretendido, e com os preparativos para a implosão das Torres 04 e 06.

Nesta fase que coincidiu no tempo com os preparativos para a implosão das Torres 04 e 06, foram demolidos muitos outros edifícios, quer na UNOP 1, quer na UNOP 2, nomeadamente:

- | ➤ UNOP 1 | ➤ UNOP 2 |
|----------------------------------|----------------------------------|
| • O Bar e a Capela | • Anfiteatro |
| • A Discoteca | • Balneários |
| • O Cinema | • Piscina do Bico das Lulas |
| • O Pavilhão de Animação | • Cafetaria |
| • Os Sanitários | • Casa das Máquinas |
| • A Cervejaria | • Construções em ruínas |
| • A Sala de Jogos | • Piscina da Galé |
| • O Troiamar 1 | • Secção de Transportes |
| • O Troiamar 2 | • Self Service da Galé |
| • O Clube Náutico | • Zona de Serviços da Galé |
| • O Reservatório de Água | • Instalações de Pessoal |
| • O Supermercado | • Lavandaria Lince Azul |
| • O Depósito de Combustível | • Self Service |
| • A antiga Central Telefónica | • E os Pavimentos pré-fabricados |
| • E os Pavimentos pré-fabricados | |

Em meados de 2005 têm início os trabalhos preparatórios para a implosão das Torres 04 e 06 e o início dos trabalhos de reconversão, os quais trarão uma nova imagem à anteriormente conhecida Troia. Estávamos a 8 de Setembro de 2005 e é esse momento histórico que marca, na verdade, o início da construção do Empreendimento Troia Resort. Toda a Península se transforma num gigantesco estaleiro de obras, onde são tidos os maiores cuidados ao nível do impacte ambiental.

A Sonae, sempre um passo à frente dos seus mais diretos concorrentes, estava já sensibilizada para as questões ambientais, constituindo este empreendimento um dos mais significativos exemplos da implementação dessa política, existindo, simultaneamente, o óbvio objetivo de garantir a qualidade final associada ao menor custo. Para além das duas torres, foram ainda demolidos muitos outros edifícios, tendo em todos eles sido efetuada a triagem e separação por tipos de resíduos, originando uma taxa de reutilização, proveniente destas demolições, a rondar os 94%, percentagem essa que baixaria para os cerca de 92%, quando combinada com a fase de construção, sendo esta percentagem acrescida de cerca de 5%, quando levados em consideração os materiais transportados para reciclagem e valorização fora da obra. A parcela mais significativa coube aos RCD, resultantes do betão, das alvenarias, dos rebocos e dos pavimentos pré-fabricados, com especial ênfase para os produzidos a partir do betão.

A figura 4.1 permite-nos ver o início da demolição do PT8 (Posto de Transformação nº 8), o qual fazia parte dos edifícios a demolir em 2ª fase, já que para a sua demolição seria, previamente, necessário construir e equipar aquele que o viria a substituir.

Foram produzidos e reutilizados cerca de 110.000 m³ de agregados, com os consequentes e muito significativos impactes financeiros e ambientais, tendo sido dado um perfeito exemplo da forma como se podem reaproveitar os RCD, com as vantagens que a seguir se apresentam.

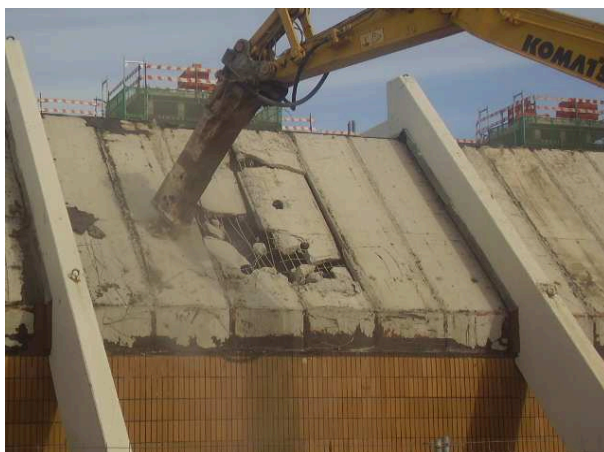


Figura 4.1 - A demolição do PT 8 (Contacto, 2007)

Simultaneamente, procedeu-se à demolição de muitos outros edifícios de menor cêrcea, como anteriormente listados, mantendo os mesmos cuidados de triagem dos materiais seus.

Embora a implosão das 2 torres estivesse marcada para o dia 11 de Setembro de 2005, o facto desta data ter uma associação, algo infeliz, com o anteriormente ocorrido nas Twin Towers, nos Estados Unidos da América, foi antecipada para o dia 8 do mesmo mês, objetivo para o qual foi necessário um grande esforço adicional por parte das empresas envolvidas na demolição e na implosão das duas torres, contando-se, no referido evento, com a presença de uma centena de pessoas convidadas pelo eng^o Belmiro de Azevedo (presidente do Grupo Sonae), entre as quais se contava o então primeiro-ministro, José Sócrates.

4.1.1 – A gestão e a valorização dos RCD no Troiaresort

4.1.1.1 - A remoção e a triagem de resíduos

Na verdade, o processo das demolições, em Troia, inicia-se muito antes da preparação para a implosão das Torres 04 e 06. Este processo inicia-se no Verão de 2003, com a construção do primeiro morcegário da Europa (a figura 4.3 permite verificar as condições em que estes noctívagos se encontravam alojados na Torre 04. A figura 4.2 permite visualizar a fase de desfardamento da Torre 04).



Figura 4.2 - O desfardamento da Torre 06 (Contacto, 2005)

Pretendeu-se, com a construção deste edifício, retirar todos os “morcegos rabudos” que ocupavam a Torre 04, alojando-os nesta nova “torre” construída propositadamente para alojar estes noctívagos, dando ênfase às preocupações ambientais manifestadas pela Sonae. Embora se tenha construído este edifício propositadamente para alojar estes mamíferos alados, poder-se-ia dizer que eles não aceitaram, de bom ânimo, a troca de residência, tendo “desertado” para a Serra da Arrábida, imediatamente após o seu realojamento, tendo, posteriormente, regressado àquela que passaria a ser a sua nova residência, da qual, aparentemente, não mais saíram.



Figura 4.3 - Os Morcegos Rabudos (Contacto, 2005)

Porém, após todos estes preparativos, é só no verão de 2005 que os trabalhos preparatórios para as demolições a executar avançam para o terreno.

Inicia-se o desfardamento das torres a demolir, operação que, no caso da Torre 04, se mostra muito mais pacífica que o caso da Torre 06, uma vez que, contrariamente à primeira, esta tinha já vãos exteriores, grande parte dos vãos interiores, alcatifas, roupeiros, casas de banho, etc, em contraponto com a primeira que, para além da estrutura e dos pré-fabricados das “testas” das varandas, tinha executadas umas parcas centenas de metros quadrados de alvenarias. Em suma, iniciam-se então os preparativos para a sua implosão, e a separação seletiva de todos os resíduos, desmontando-se todos os elementos que fossem passíveis de valorização diferenciada e/ou passíveis de projeção aquando da implosão.

Simultaneamente, procede-se ao desfardamento e à demolição de muitos outros edifícios, embora estes, com recurso a métodos mais tradicionais. Em todos eles, é mantido o mesmo critério, mantendo-se o cuidado de, previamente, se fazer uma triagem dos materiais, de forma a garantir a maior taxa possível de aproveitamento, com a correspondente reutilização no empreendimento a construir, na sua reciclagem ou no seu aproveitamento por outras vias, como sejam o reaproveitamento pelas instituições de solidariedade social. São contactadas instituições de solidariedade social, com o intuito de lhes oferecer parte do recheio de alguns destes edifícios, como sejam, mobiliário, colchões, roupas, etc. Só depois de serem retirados todos os elementos de mobiliário, se procede à remoção seletiva dos restantes materiais. São então removidos todos os revestimentos de madeira, louças sanitárias, vidros, coberturas em fibrocimento (estes últimos a participarem significativamente para a parcela não reutilizável e para os resíduos perigosos e, como tal, a ser alvo de tratamento específico).

Em suma, são removidos todos os materiais que possam ser valorizados separadamente e, por outro lado, aqueles que não contribuam para a qualidade final dos agregados a produzir. Inicia-se então, o processo de demolição propriamente dito, o qual resultaria num amontoado de grandes blocos de betão.

4.1.1.2 - A demolição de estruturas edificadas



Figura 4.4 - A proteção dos pisos com cargas explosivas da Torre 06 (Contacto, 2005)

Uma vez efetuado o desfardamento (retirada de elementos que não interessem ao produto final e com probabilidades de poderem vir a ser projetados no momento da explosão) dos diversos edifícios, inicia-se então a demolição. Para o efeito, recorre-se a equipamentos de corte (vulgarmente denominados de tesouras), martelos acoplados a escavadoras giratórias, bulldozers e camiões para o transporte dos materiais resultantes dessa demolição.



Figura 4.5 - O momento da implosão (8 de setembro de 2005) (autor desconhecido)

Entre os edifícios a demolir, encontram-se, por exemplo, uma fábrica de pré-fabricação de elementos de betão armado aí existente, um anfiteatro, a piscina da Galé, edifícios de serviços associados à piscina e ao parque de campismo, construções em ruínas, cinema, central térmica, estações sobreprensoras, postos de transformação, pavimentos constituídos por peças pré-fabricadas em betão, etc, como anteriormente listado em 4.1.

Porém, alguns dos edifícios a demolir, apenas poderão ser demolidos, após a construção e colocação em serviço daqueles que virão, posteriormente, substituí-los, como sejam os casos da central sobreprensora, da central térmica e dos diversos postos de transformação, principal motivo pelo qual as demolições se prolongariam até início de 2007, assim como a utilização dos agregados conseguidos desta forma.



Figuras 4.6 a 4.9 – As fases da implosão da Torre 06 (Contacto, 2005)

A demolição das duas torres (Torres 04 e 06) foi realizada por implosão e obedeceu a um criterioso estudo prévio feito por uma empresa inglesa da especialidade, a qual viria, quase de seguida, a entrar em processo de falência, não tendo, no entanto, abandonado a profissional postura a que nos habituou desde o início do processo, até ao dia da implosão. Tal estudo, pretendia não só garantir a segurança na execução dos trabalhos, mas também garantir que os resíduos resultantes pudessem produzir, posteriormente, bons agregados, com o intuito da sua reutilização futura. As figuras 4.6 a 4.9 elucidam-nos sobre a sequência dos rebentamentos que provocariam o derrube da Torre 06.

Na figura 4.10, podem encontrar-se parte dos resíduos provocados pela demolição da Torre 04. Para o efeito, procedeu-se à abertura de carotes em elementos estruturais principais dos dois edifícios, onde, posteriormente, viriam a ser introduzidas as cargas detonadoras, (Gelamonite) criteriosamente calculadas e, cujos rebentamentos sequenciais (com desfasamentos de décimos de segundo) provocariam o colapso controlado dos dois edifícios. Em simultâneo com a colocação das cargas, procedeu-se à proteção do edifício adjacente à Torre 04 (o atual Troialagoa), assim como dos elementos estruturais a que estão associadas as cargas, de forma a garantir que o impacto destas teria o resultado pretendido.



Figura 4.10 - Resíduos resultantes da Torre 04
(Contacto, 2005)

Na fase que antecedeu a implosão das duas torres, foi solicitado ao ISQ que procedesse à monitorização dos edifícios adjacentes às torres a demolir (trabalho esse realizado pelo Laboratório de Ruído e Vibrações do ISQ), para verificar o impacto que as ondas de carácter impulsivo, provocadas pelo processo de implosão, poderiam originar nos edifícios adjacentes. Simultaneamente, foi também solicitado, a uma empresa de peritagens, um levantamento das patologias existentes nos edifícios contíguos às duas torres, levantamento este que permitiu, após a implosão, verificar qual o impacto provocado por esta. Uma vez efetuado novo levantamento, foi possível fazer uma comparação com o anteriormente efetuado e, identificou-se, desta forma, a progressão das patologias existentes, ou o aparecimento de novas. As figuras 4.11 e 4.12 mostram alguns dos equipamentos que permitiram verificar as vibrações sentidas nos edifícios adjacentes nos momentos das explosões.

Ambos os resultados se mostraram satisfatórios, tendo-se verificado, no primeiro caso que a velocidade das ondas propagadas se encontrava bastante abaixo dos limites de segurança para edifícios de betão armado, facto para o qual contribuiu o tipo de solos em presença (areias pouco compactas).

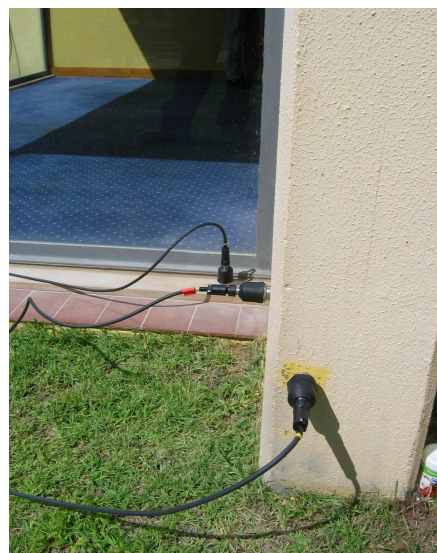


Figura 4.11 e 4.12 – A instrumentação dos edifícios adjacentes às torres a demolir (Contacto, 2005)

No segundo caso, o recurso às peritagens, permitiu verificar que existiu um insignificante número de fissuras que sofreram pequena evolução, tendo-se aberto algumas novas fissuras, embora de cariz pouco, ou nada, significativo.

Nesta fase, procedia-se já à britagem selecionada dos produtos resultantes dos restantes edifícios, previamente demolidos, existindo ainda muitos outros marcados para sofrer o mesmo fim.

No caso particular da Torre 04, constatou-se existir, na sua proximidade, uma cabo elétrico de grande secção, o qual alimentava alguns dos edifícios a demolir e, simultaneamente, parte de alguns daqueles que se pretendiam manter. Como medida cautelar, foram transportados alguns milhares de m³ de agregados, entretanto produzidos, os quais foram colocados, de forma criteriosa, com o objetivo de proteger a integridade do cabo em causa.

Posteriormente, foi detetada a existência de um grande número de estacas de betão (aproximadamente 200 unidades) nas proximidades do edifício que viria a ser reforçado e reestruturado para a construção do atual Hotel/Casino (veja-se figura 4.13), as quais foram cortadas a cerca de 1,00 metros da superfície, com recurso a escavação em seu redor e posterior utilização de fio diamantado, tendo sido, também estas, alvo de britagem para reutilização.



Figura 4.13 - Cabeças de estacas removidas para britagem (Contacto, 2006)

Foram necessários mais de três meses para tratar a totalidade dos resíduos resultantes das duas torres, após o qual estes ficaram em condições de poderem ser reutilizados, o que aconteceu em início de 2006.

Foram, também, necessários largos meses para tentar sanear todos os resíduos encontrados dispersos ao longo da península. O dia (e nos dias antecedentes) da implosão das Torres 04 e 06, foi colocado em prática um plano de segurança (como se pode verificar nas figuras 4.14 e 4.15) que visava minimizar as eventuais questões que pudessem colocar em perigo as pessoas, assim como os bens materiais, tendo sido efetuado um cordão de segurança em torno das torres a demolir, com uma larga faixa de segurança.



Figura 4.14 - Cordão de segurança (Contacto, 2005)



Figura 4.15 - Controlo de cordão de segurança (Contacto, 2005)

Este momento, foi alvo de enorme mediatismo, quer televisivo, quer através das centenas de convidados e das dezenas de pequenas embarcações então fundeadas no rio, com o único propósito de assistir à queda das Torres 04 e 06.

Ainda posteriormente à fase das demolições da UNOP 1 e da UNOP 2, foi solicitado, pelo Dono de Obra, que se procedesse à demolição de diversas infraestruturas existentes na UNOP 3, mais propriamente, aos diversos edifícios que tinham servido como infraestruturas do antigo Parque de

Campismo, à semelhança do ocorrido com os diversos montes de detritos encontrados nas diversas parcelas (UNOP), tendo estes contribuído bastante para os resultados finais os diversos edifícios existentes no espaço que outrora tinha dado lugar ao Parque de Campismo de Troia, os quais se encontravam agora bastante deteriorados e vandalizados. As figuras 4.16 a 4.20 são perfeitamente elucidativas da quantidade de pequenos edifícios que aí se encontravam, tendo sido objeto de atos de vandalismo nos anos que antecederam a fase das demolições.

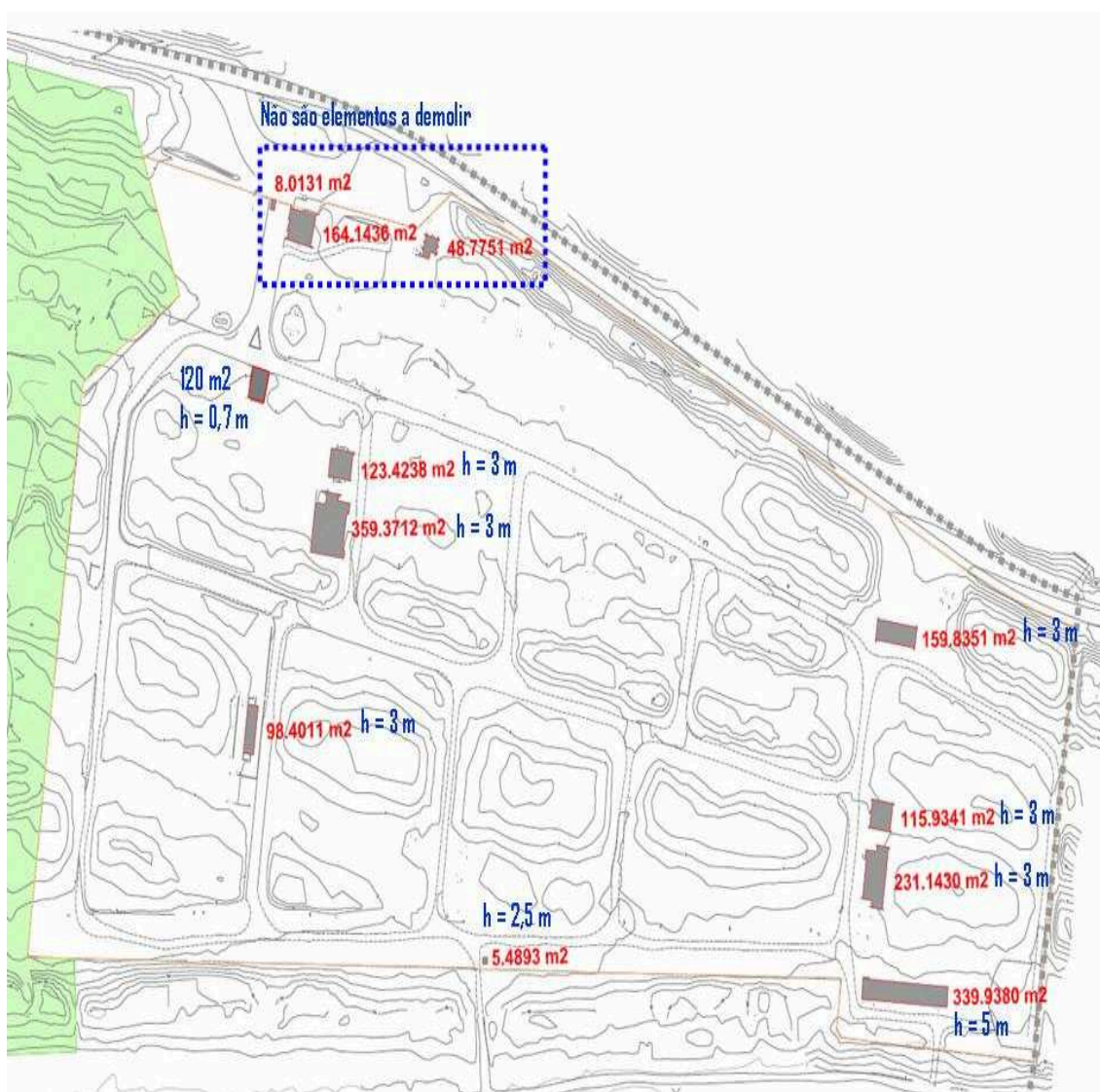


Figura 4.16 - Planta de localização dos edifícios existentes no espaço do anterior Parque de Campismo (Troiaresort, 2007)



Figuras 4.17 e 4.18 – Exemplos de antigos edifícios existentes no espaço do anterior Parque de Campismo (Refeitório e Instalações Sanitárias das Senhoras) (Troiaresort, 2007)



Figuras 4.19 e 4.20 – Exemplos de antigos edifícios existentes no espaço do anterior Parque de Campismo (Instalações Sanitárias dos Homens) (Troiaresort, 2007)

Na fase de demolições, foram produzidos cerca de 108.600 m³ de resíduos, tendo sido reaproveitados, como agregados, em obra cerca de 106.000 m³, como se poderá constatar no quadro 4.2, tendo sido ínfima a percentagem de resíduos transportados a vazadouro, numa insignificante percentagem a rondar os 0,3%. Nesta fase, foi a parte relativa aos MRCD aquela que mais contribuiu para o material a transportar a vazadouro, tendo sido, por seu lado, o aço de construção, aquele que mais contribuiu para a percentagem relativa ao material a reaproveitar fora do local da obra. Tais factos, são facilmente identificados neste quadro, podendo, inclusivamente, tirar-se algumas conclusões no quadro 4.2 e gráfico 4.1, quanto à percentagem de reaproveitamento total conseguido na fase das demolições.

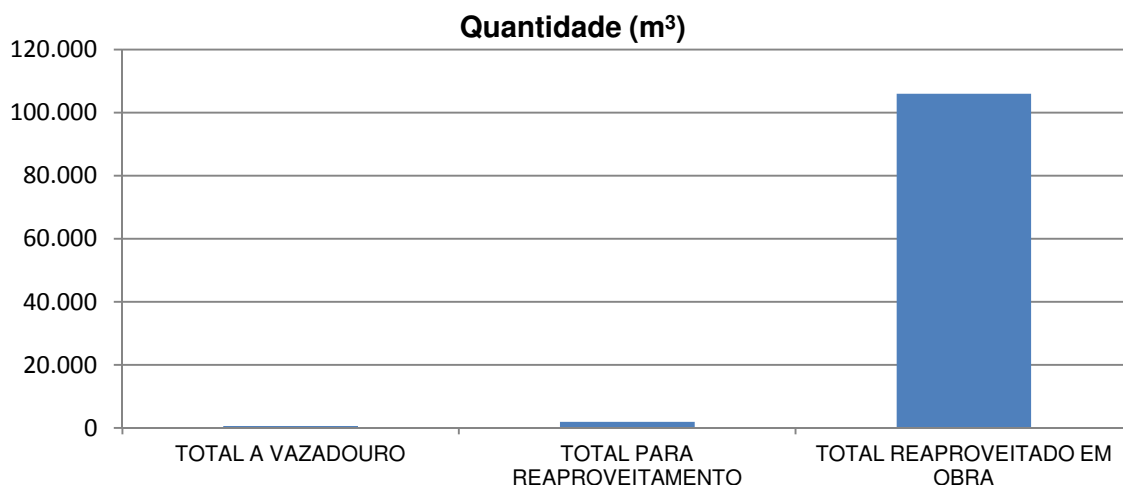
Quadro 4.1 – Quantidade de resíduos produzidos na fase de demolição, por tipologia

DESIGNAÇÃO DO RESÍDUO E SEU DESTINO	Quantidade (kg)	Percentagem
PARA TRANSPORTE A VAZADOURO LICENCIADO		
Fibrocimento	57.565	
Telas Asfálticas	65.500	
Alcatifas	61.542	
Gesso cartonado	30.704	
MRCO	262.406	
Total a vazadouro	477.717	0,31%
PARA REAPROVEITAMENTO		
Aço de construção	5.980.846	
Madeira	1.684.043	
Vidro	618.223	
Total a reaprovar	8.283.111	5,31%
PARA REUTILIZAÇÃO EM OBRA		
Inertes	147.369.890	
Total reutilizado em obra	147.369.890	94,39%
TOTAL GERAL	156.130.718	

Quadro 4.2 – Quantidade de resíduos produzidos na fase de demolição e seu reaproveitamento

DESIGNAÇÃO DO RESÍDUO E SEU DESTINO	Quant. (kg)	Quant. (m ³)	Percentagem
Total a Vazadouro	477.717	562	0,31%
Total para Reaproveitamento	8.283.111	1.970	5,31%
Total Reaproveitado em Obra	147.369.890	106.024	94,39%
TOTAL GERAL	156.130.718	108.556	

Gráfico 4.1 – Quantidade de resíduos produzidos na fase de demolição e seu reaproveitamento



4.1.1.3 – O taqueamento e a britagem de RCD

Uma vez demolidos os edifícios, foi necessário reduzir a dimensão dos grandes blocos de betão, de forma a facilitar o seu transporte para a zona de tratamento (embora esta distasse, no máximo, umas parcas centenas de metros dos edifícios, alvo de demolição, mais distantes) e, simultaneamente, permitir a sua colocação no equipamento que viria a produzir o agregado final. Nesta fase de taqueamento (operação de redução da dimensão dos blocos), é separada a maior parte dos elementos de aço, resultante das armaduras de constituição do betão armado, com recurso a “tesouras”.

Depois dos elementos a britar se encontrarem com as dimensões adequadas para poderem ser colocados na britadeira de maxilas e, uma vez britados, passam ainda por um tapete à saída desta, no qual se encontra incorporado um eletroímã de grandes dimensões. Este acessório efetuou a separação final do aço ainda existente, nos agregados resultantes da operação de britagem, garantindo desta forma que o agregado final se encontra limpo deste elemento e, conseqüentemente, em condições para se poder reutilizar.

Na fase que antecedeu a britagem e ainda na fase de elaboração dos estudos finais do projeto de construção, foram estabelecidas algumas regras, no tocante ao tipo de agregados pretendidos, tendo-se estabelecido que se pretendiam as seguintes frações: materiais de granulometria extensa entre 0 e 50mm e parcela de britas entre 50 a 80 mm, isentas de finos, cuja separação era conseguida com o auxílio de peneiros acoplados à britadeira. Também os materiais de granulometria extensa, foram ainda divididos em duas frações, uma que resultaria apenas de elementos constituídos por betão e outra que teria como base de constituição elementos de betão, alvenaria, rebocos e pequena percentagem de cerâmicos, tendo sido com esta última que se procedeu ao ensaio que se realizaria posteriormente.

De acordo com Gonçalves (2007), as centrais fixas apresentam maior capacidade de produção (600 ton/h ou mais) do que as centrais móveis (120 a 200 ton/h). Porém, o facto de serem centrais permanentes e, por isso,

necessitarem de uma grande área para a sua instalação, constitui, “*per se*”, um elevado investimento, sobre o qual é ainda necessário recorrer a um estudo prévio quanto à viabilidade da sua construção, à qual, caso se verifique ser viável, acrescerão ainda os custos de transporte dos materiais, quer anteriormente à sua britagem, quer para o posterior local de aplicação. Estas centrais, por poderem incorporar equipamentos com mais potência, permitem processos de melhor qualidade, nomeadamente a britagem, a separação de impurezas e a crivagem. Como principal vantagem, desta resultam, normalmente, produtos reciclados de qualidade superior e mais diversificados de que os produzidos em centrais móveis, considerando os meios, mais facilmente, disponíveis.

As centrais móveis têm como principal vantagem, sobre as centrais fixas, a flexibilidade, podendo ser instaladas junto ao local de demolição, reduzindo assim os custos de transporte dos RCD. Além disso, são centrais com custos menores, de mais rápida instalação podendo apresentar-se em vários tamanhos. As figuras 4.21 a 4.23 dão-nos uma imagem de uma central de britagem móvel em pleno funcionamento.



Figura 4.21 a 4.23 – A britagem (Contacto, 2006)

No caso em estudo, foram obtidos rendimentos médios da ordem dos 60 m³/h (± 100 ton/h), sendo este número largamente ultrapassado quando se procedia à britagem de elementos de menor dureza, como, por exemplo, alvenarias ou mistura de alvenarias e rebocos. Estes rendimentos representariam cerca de 1.820 horas de trabalho de britagem, para se conseguirem obter os cerca de 109.200 m³ que resultaram de todas as

demolições efetuadas, acrescidas das sucessivas necessidades de manutenção do equipamento de britagem, substituições dos tapetes, etc.

4.2 - O PROJETO DE RECONVERSÃO URBANÍSTICA E SUA CALENDARIZAÇÃO

4.2.1 – O reaproveitamento dos RCD

A Área de Desenvolvimento Turístico de Troia (ADT) apresenta uma superfície total de 1.057 hectares, distribuída por 9 Unidades Operativas (UNOP). Para estas 9 UNOP (UNOP 1 a UNOP 9), o projeto previa 15.300 camas, das quais 3.163 em equipamentos hoteleiros e o restante em apartamentos e Moradias Turísticas, incluindo Courts de Ténis, campos de Golf, etc. A figura 4.24 dá-nos uma pequena ideia da dimensão do projeto para aí elaborado e da ocupação que então se pretendia para a península de Troia.



Figura 4.24 - A Área de Desenvolvimento Turístico de Troia (Troiaresort, 2006 – UNOP 1 a UNOP 8)

Porém, com a entrada na grande recessão europeia, (embora com grande sucesso inicial nas vendas) o empreendimento em causa, foi apenas parcialmente executado, tendo-se apostado fortemente na melhoria da qualidade ambiental daquela região e na qualidade do produto final a apresentar aos potenciais clientes. Posteriormente (e muito recentemente), um projeto, então negociado com o Grupo Pestana, no qual este último ficaria detentor de 80% desta parcela (tendo, posteriormente, a Sonae cedido a sua quota parte, ficando assim a totalidade da parcela em causa – UNOP 5 - sob a

alçada do Grupo Pestana), são construídas mais infraestruturas, mais umas dezenas de Moradias Ecológicas, prevendo-se, ainda, para esse espaço a construção de um Hotel e de mais umas dezenas de Moradias Unifamiliares.

Na realidade, o Projeto de Reconversão da Península de Troia iniciou-se com uma remodelação minimalista dos apartamentos existentes, dos quais (após a sua aquisição) a Sonae era detentora de elevada percentagem e os restantes adquiridos num formato de *time sharing*. Durante a sua remodelação, foi sempre política da Sonae, garantir o melhor destino possível a todo e qualquer mobiliário aí existente e, para o cumprimento desse objetivo, era parte integrante dos diversos projetos e contratos de remodelação, a entrega desse mobiliário a instituições de solidariedade social. Todas estas remodelações foram executadas no período de inverno, sendo a sua comercialização realizada no início dos períodos balneares seguintes, com enorme sucesso nas vendas.

Estas remodelações ocorrem no período de 1999 a 2005, tendo, os trabalhos de maior volume, culminado com os apartamentos da Banda F, na qual foram remodelados 70 apartamentos, vendidos a um ritmo superior a uma unidade por dia, demonstrando-se, dessa forma, o potencial sucesso deste empreendimento.

Simultaneamente com a remodelação dos apartamentos, são também efetuadas algumas melhorias nos hotéis existentes (Magnóliamar, Rosamar e Túlipamar), coexistindo estas com a construção do Bowling e dos elevadores panorâmicos destes hotéis.

Uma vez remodelados e comercializados todos os apartamentos das bandas existentes, é chegado o momento de dar luz verde ao grande projeto e principal objetivo da Sonae, aquando da aquisição daquela península: garantir um novo Algarve às portas de Lisboa.

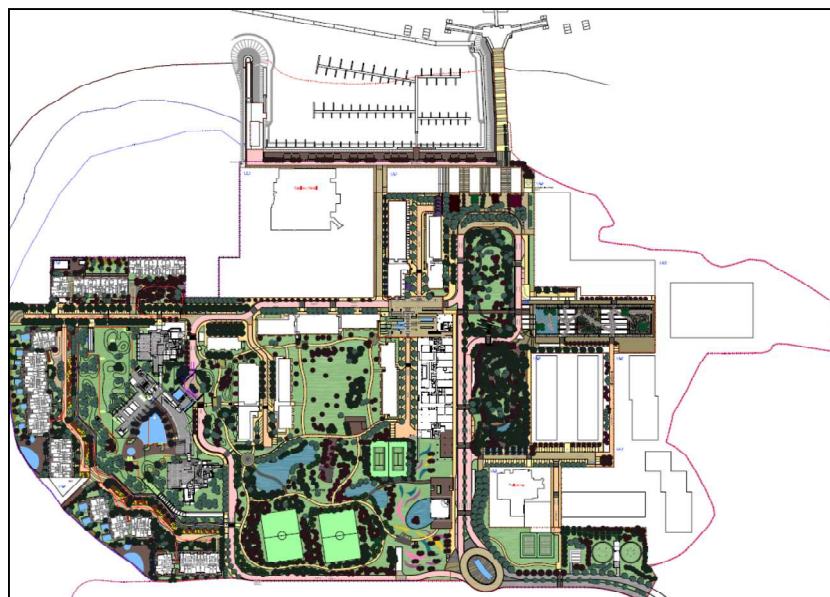


Figura 4.25 - Planta da UNOP 1 (Unidade Operativa de Planeamento e Gestão) (Troiaresort, 2006)

Para o efeito, é necessário aumentar a oferta do número de apartamentos de férias, assim como a disponibilidade de alojamento, em regime de hotelaria, tentando garantir um cliente alvo de média/alta sociedade, com forte aposta no mercado externo. Podemos, a partir da figura 4,25, ficar com uma pequena ideia da dimensão do projeto da UNOP 1, a qual representa a área mais densa, no que se refere à construção.

É em Janeiro de 2006 que se dá início à construção do primeiro dos muitos edifícios a construir e, é precisamente nesta altura que se dá a primeira utilização dos agregados resultantes da britagem em curso: trata-se do Edifício de Apartamentos da Marina, composto por 78 apartamentos de alta qualidade e de uma dezena de lojas, as quais se pretendia que viessem a ser utilizadas com forte orientação para a restauração, de forma a garantir os serviços mínimos necessários à manutenção da clientela da península.

Simultaneamente, procedia-se já à dragagem para a construção da atual Marina de Troia, operação essa que contava com a presença assídua dos Roazes Corvineiros (mais vulgarmente conhecidos como Golfinhos do Rio Sado), ou não fossem eles os melhores fiscais das alterações que aí se pretendiam introduzir.

Após o início destas obras, são iniciadas as Infraestruturas da UNOP 1 e dos Apartamentos da Praia, representando estes últimos 211, dos 454 fogos construídos de novo, nesta fase dos trabalhos. A primeira destas obras é aquela onde o nosso estudo vai ser mais incisivo e a segunda aquela que representa o maior investimento da Sonae, no cômputo geral das obras aí edificadas, representando, aproximadamente, 10% do investimento global então despendido.

Ainda no decurso do ano de 2006, dá-se, também, início à construção do Edifício Central (atual Edifício Ácala), composto por mais 70 apartamentos de elevada qualidade e mais dezasseis lojas; da Remodelação do Rosamar (atual Aqualuz-Troiamar); do novo Cais de Ferries, deslocado para a zona do Soltróia, aproximadamente a 6 kms a Sul de Troia e, posteriormente, à remodelação do Cais de Embarque de Setúbal, entre muitas outras obras de menor envergadura.

Em 2007, são iniciadas as empreitadas de Remodelação do Magnoliamar (atual Aqualuz - Troiario); a Remodelação do Túlipamar (atual Aqualuz - Troialagoa); das Infraestruturas da UNOP 2 (outra das obras em destaque) e das Moradias da UNOP 2 e do Club House, sendo deixados para iniciar em 2008, projetos como os Lagos da UNOP 1 e da UNOP 2 e o Paisagismo das destas duas UNOP, representando, no seu computo geral, um investimento a rondar os 350 milhões de €.

Nesta fase de construção, foram produzidos cerca de 22.100 m³ de resíduos (representando, aproximadamente, 27.000 ton), dos quais foram reaproveitados, como agregados, aproximadamente, 3.100 m³, tendo sido reaproveitados em obra um total de cerca de 13.600 m³, como se poderá constatar no quadro 4.3, tendo sido, nesta fase, percentualmente, mais significativa a percentagem de resíduos a vazadouro (uma percentagem a rondar os 26,0%). Porém, como veremos mais à frente, a pequena quantidade de resíduos produzidos nesta fase (quando comparada com a fase das

demolições), esta percentagem pouco influenciará os resultados finais da globalidade do projeto.

Para este resultado, da fase de construção, foi preponderante a descoberta (e reaproveitamento) das areias contaminadas na obra dos Apartamentos da Marina, as quais representam mais de 50% do total de resíduos produzidos. Estas foram alvo de tratamento, quer através do seu periódico revolvimento (para garantir a sua oxigenação), quer através da introdução de matéria orgânica, tendo, desta forma, permitido a sua utilização no paisagismo, como terra vegetal, decorridos, praticamente, dois anos do seu saneamento. Este foi, também um fator importante para a elevada percentagem de resíduos produzidos nesta obra, a qual, de outra forma assumiria um modesto quinto lugar na produção de resíduos, deixado o seu primeiro lugar para a obra dos Apartamentos da Praia, considerando a dimensão desta última. Os quadros 4.3, 4.4 e gráfico 4.2 permitem-nos ficar com uma ideia bastante real da quantidade de resíduos produzidos por tipologia e por obra. No quadro 4.5 e gráfico 4.3, estendemos essa informação ao reaproveitamento dos resíduos assim obtidos.

Quadro 4.3 – Quantidades e percentagens de resíduos produzidos na fase de construção, por tipologia (Sousa, 2009)

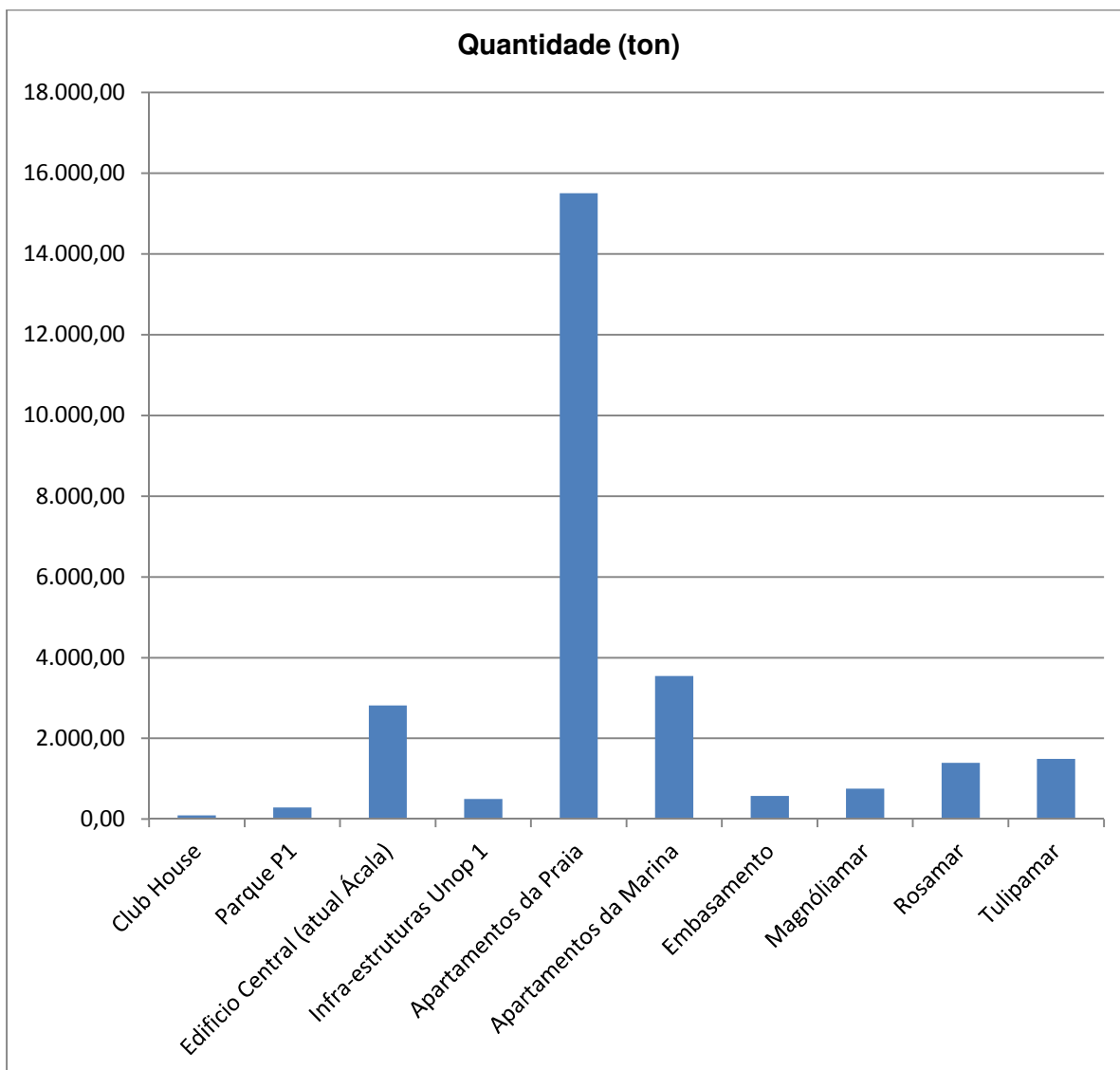
DESIGNAÇÃO DO RESÍDUO E SEU DESTINO	Quant. (kg)	Percentagem
Para transporte a vazadouro licenciado		
Águas contaminadas com óleo	2.169	0,03%
Betumes	2.360	0,03%
Embalagens Compósitas	53.410	0,76%
Embalagens contendo Substâncias Perigosas	6.016	0,09%
Materiais de construção contendo amianto	62.200	0,88%
Materiais de Isolamento	66.720	0,95%
Mistura de Embalagens	5.880	0,08%
Misturas Betuminosas contendo Alcatrão	1.327	0,02%
MRCO	6.028.228	85,54%
RCD Contendo Substâncias Perigosas	452	0,01%
REEE	400	0,01%
Gesso Cartonado	400.420	5,68%
Resíduos contendo Hidrocarbonetos	1.320	0,02%

DESIGNAÇÃO DO RESÍDUO E SEU DESTINO	Quant. (kg)	Percentagem
Resíduos Silvícolas	83.580	1,19%
RSU	328.306	4,66%
Suspensões Aquosas c/ Tinta e outras Subst. Perigosas	1.055	0,01%
Tubagens	3.800	0,05%
Total a vazadouro	7.047.643	26,13%
Para Reaproveitamento exterior à obra		
Madeira	615.890	58,35%
Cabos Elétricos	1.730	0,16%
Embalagens de Metal	1.931	0,18%
Ferro	367.192	34,79%
Papel/ Cartão	25.745	2,44%
Plástico	39.303	3,72%
Vidro	3.721	0,35%
Total para reaproveitamento exterior à obra	1.055.512	3,91%
Para Reutilização em obra		
Inertes	3.510.497	18,61%
Mistura Betuminosas	366.432	1,94%
Solos /Areias contaminadas	14.500.526	76,86%
Solos e rochas	487.980	2,59%
Total reaproveitado em obra	18.865.435	69,95%
TOTAL GERAL	26.968.590	

Quadro 4.4 – Percentagem de resíduos produzidos, por obra, na fase de construção (Sousa, 2009)

QUANTIDADE DE RESÍDUOS PRODUZIDOS		
Obra	Quantidade (ton)	Percentagem
Club House	96,43	0,36%
Parque P1	292,45	1,08%
Edifício Central (atual Ácala)	2.815,53	10,44%
Infra-estruturas Unop 1	499,82	1,85%
Apartamentos da Praia	15.499,33	57,47%
Apartamentos da Marina	3.546,09	13,15%
Embasamento	571,43	2,12%
Magnóliamar	758,44	2,81%
Rosamar	1.394,86	5,17%
Tulipamar	1.494,21	5,54%
TOTAL	26.968,59	

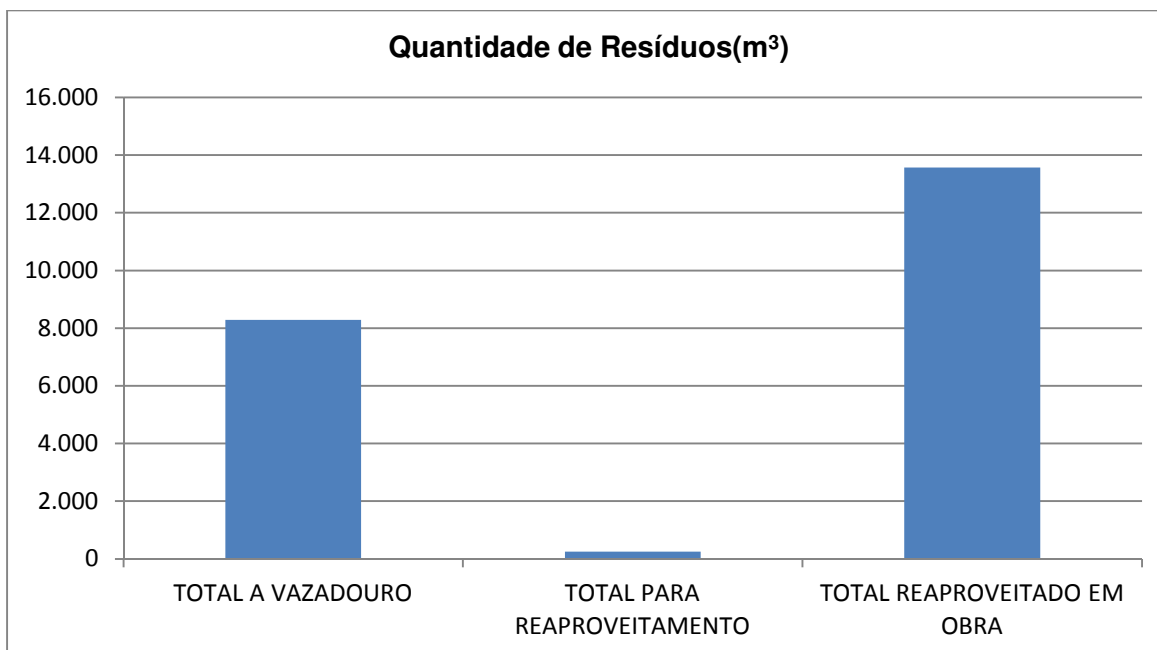
Gráfico 4.2 – Percentagem de resíduos produzidos, por obra, na fase de construção (Sousa, 2009)



Quadro 4.5 – Quantidades totais de resíduos produzidos na fase de construção e tipo de reaproveitamento (Sousa, 2009)

DESIGNAÇÃO DO RESÍDUO E SEU DESTINO	Quant. (kg)	Quant. (m ³)	Percentagem
Total a Vazadouro	7.047.643	8.291	26,13%
Total para Reaproveitamento	1.055.512	251	3,91%
Total Reaproveitado em Obra	18.865.435	13.574	69,95%
Total Reaproveitado como Agregados	4.364.909	3.142	16,19%
TOTAL GERAL	26.968.590	22.117	

Gráfico 4.3 – Quantidades totais de resíduos produzidos na fase de construção e tipo de reaproveitamento (Sousa, 2009)

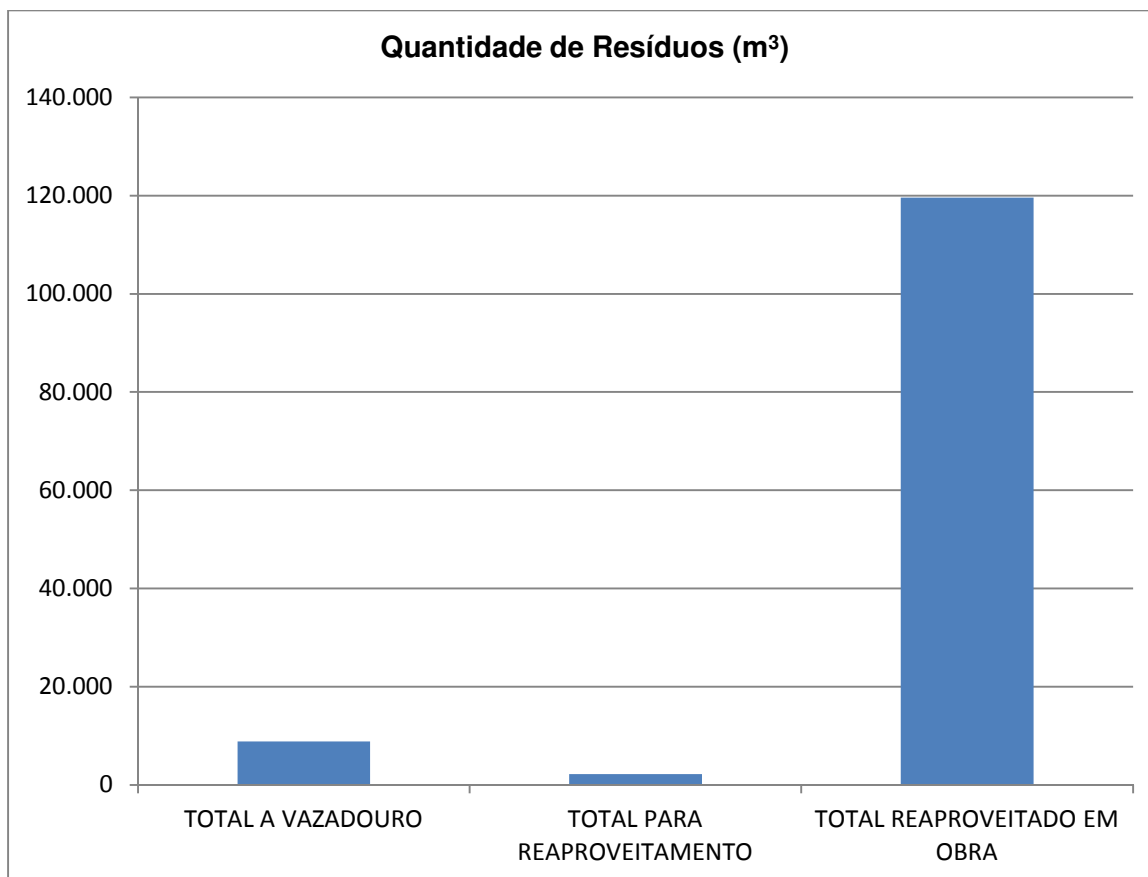


Pode, dos dados abaixo (quadro 4.6 e gráfico 4.4), constatar-se que, no computo geral, foram produzidos 130.669 m³ de resíduos, dos quais foram reaproveitados, como agregados 109.162 m³, tendo sido reaproveitados em obra um total de 119.594 m³, representando, no computo geral, uma significativa percentagem de cerca de 91,5%, tendo sido transportados a vazadouro, a pequeníssima percentagem cerca de 6,8% e os restantes 1,7% transportados para posterior reaproveitamento noutros locais. Em suma, poderemos considerar uma percentagem de reaproveitamento global a rondar os 93%.

Quadro 4.6 – Quantidades totais de resíduos produzidos no empreendimento e percentagens de reaproveitamento

DESIGNAÇÃO DO RESÍDUO E SEU DESTINO	Quant. (kg)	Quant. (m ³)	Percentagem
Total a Vazadouro	7.525.360	8.853	6,78%
Total para Reaproveitamento	9.338.623	2.222	1,70%
Total Reaproveitado em Obra	166.235.325	119.594	91,52%
Total Reaproveitado como Agregados	151.734.799	109.162	83,54%
TOTAL GERAL	183.099.308	130.669	

Gráfico 4.4 – Quantidades totais de resíduos produzidos no empreendimento e seu reaproveitamento em obra



4.2.2 – A caracterização dos agregados britados obtidos

Em Janeiro de 2006, a Contacto (empresa de construção então detida pela Sonae e empresa escolhida para gerir todo o processo de construção e reconstrução de Troia), subcontrata à Jaop (empresa que, em formação de consórcio com a João Jacinto Tomé para as especialidades elétricas, viria a executar as obras de Infraestruturas da UNOP 1 e da UNOP 2) a execução do trecho experimental, no qual se pretendia verificar a capacidade de utilização destes agregados nas bases e sub-bases nas dezenas de kms quadrados de pavimentos a executar. Este ensaio, acompanhado pela empresa especializada Geoplano (a qual elaborou todos os ensaios “*in situ*” e em laboratório), foi levado a cabo em Janeiro de 2006, tendo-se, para o efeito, recolhido 4 amostras de RCD, com granulometria de 0-50mm, com recurso a agregados resultantes de betão, alvenaria e rebocos.

De acordo com Martinho, Martinho e Gonçalves (2008), para a caracterização dos RCD, foram efetuados os seguintes ensaios laboratoriais de identificação e caracterização geotécnica:

- Análise Granulométrica (NP EN 933 – 1) – Este ensaio permitiu avaliar a distribuição ponderal por dimensão, das partículas de ABGE.
- Limites de Atterberg (NP143-1969) – Permitiu definir os limites de liquidez e plasticidade dos materiais, avaliando o seu comportamento quando na presença de água.
- Massa Volúmica e Absorção de Água (EN 1097-6) – Parâmetro determinado com o objetivo de definir os pesos específicos dos ABGE, para a fração granulométrica maior que 19mm, tendo em vista a correção do ensaio Proctor Modificado.
- Azul de Metileno (NP EN 933 - 9) – Este ensaio permitiu avaliar a qualidade dos finos, no que respeita à sua plasticidade e capacidade para absorver o azul de metileno.
- Equivalente de areia (NP EN 933-8) – Este ensaio permitiu exprimir de forma convencional a quantidade e a qualidade de elementos finos plásticos existentes.
- Compactação - tipo Proctor Modificado (LNEC E197-1966) – Este ensaio permitiu definir o peso específico aparente máximo e o teor de humidade ótimo, afeto a estes materiais, para obter um grau de compactação que se assume ser o máximo. A compactação relativa obtém-se a partir da relação estabelecida entre o valor da baridade seca máxima e a baridade “*in situ*”.

Apesar da diferente composição das amostras obtidas, não foi constatada qualquer diferença significativa na resistência à fragmentação destas, motivo pelo qual este não foi um parâmetro para a exclusão de qualquer uma das amostras. Apesar da composição, naturalmente, heterogénea e, sendo um material cuja características geométricas, após britagem, revela alguma instabilidade comportamental, foi possível obter uma curva e distribuição das diferentes frações compatível com o seu fuso.

4.2.3 – O controlo de qualidade

A caracterização estrutural, quer do solo de fundação, quer das camadas constituintes dos pavimentos, é um importante processo aquando da construção, reabilitação ou manutenção de infraestruturas rodoviárias. Esta caracterização baseia-se na capacidade de carga do solo ou do pavimento, cujo melhor indicador são as deflexões a que este se sujeita, ou seja, os deslocamentos que a superfície em estudo sofre quando submetida a uma carga. Porém, os agregados provenientes de RCD apresentam componentes que, tendencialmente, interferem com os métodos de controlo usualmente utilizados. Como exemplo, refira-se os Gama-densímetros, cujo princípio de funcionamento passa pela emissão de radiações gama sobre o agregado aplicado em camada, revelando forte irregularidade analítica quando deteta, por exemplo, elementos metálicos no seio do agregado (por exemplo: parafusos, pregos, arame ou pedaços de aço de construção). Estes elementos encontram-se com frequência no seio dos RCD e a sua eliminação na origem torna-se por vezes difícil, uma vez que se encontram fortemente ligados às frações britadas (Martinho e outros, 2008).

Ainda de acordo com a mesma fonte, têm também vindo a ser utilizados métodos de controlo construtivo das camadas de pavimento, alternativamente aos métodos que utilizam a radiação como elemento de avaliação do grau de compactação. A compactação das plataformas dos pavimentos é determinada com base na deformação provocada pela aplicação de uma carga definida sobre uma área específica. O método utilizado tem por base o princípio dos ensaios de carga com placa, mas evidencia a sua versatilidade pelo facto de se tratar de um equipamento ligeiro, facilmente transportado e operado por um único técnico. Pelo facto de utilizar como princípio de cálculo, a deformação da camada construída, não depende da natureza do material aplicado e, neste caso, não sofre interferência pela presença de objetos metálicos no seio do agregado aplicado. O equipamento em causa é o Defletómetro de Impacto Portátil (DIP), internacionalmente designado por *Light Weight Deflectometer* (LWD).

A medição destas deflexões é o princípio básico dos ensaios de carga. Estes podem ser destrutivos ou não destrutivos, consistindo, os primeiros, na recolha de amostras no local, as quais serão, posteriormente, analisadas e caracterizadas em laboratório. Os segundos são ensaios que não danificam a superfície do pavimento e que se realizam no local, ou seja *in situ*.

Os ensaios não destrutivos consistem na aplicação de uma carga na superfície do solo ou da camada do pavimento em estudo e na medição da deflexão correspondente, em um ou mais pontos. A carga aplicada tem o objetivo de simular o tráfego que irá transitar nessa superfície. Ainda relativamente aos ensaios não destrutivos podem considerar-se dois grupos de principais: ensaios com equipamentos: ou, com recurso a carga rolante, produzida por uma massa em movimento, como é o caso do ensaio de carga com utilização da viga Benkelman, ou ensaios, com equipamentos, em que a carga é pontual, produzida, num local fixo, como é o exemplo do defletómetro de impacto, com medição em 1 até 9 geofones.

De acordo com Martinho e outros (2008), sendo o módulo de deformabilidade um bom indicador do desempenho do material, os equipamentos de ensaios *in situ* apresentam a vantagem de permitir estimá-los nas condições reais de campo os quais são extremamente difíceis de reproduzir em laboratório.

O controlo deste Módulo de Deformabilidade pode incluir a realização de ensaios de Garrafa de Areia, de Carga com Placa (ECP), com Defletómetro de Impacto Pontual – DIP (tipo PRIMA 100), ou ainda com Defletómetro de Impacto Pesado (FWD – Falling Weight Deflectometer) (ver figuras 4.26 a 4.29).



Figuras 4.26 a 4.29 – Equipamentos de controlo de compactação (Garrafa de Areia, Núcleo-densímetro, Carga com placa e Defletómetro de Impacto Portátil) (autor desconhecido)

4.2.4 – Execução do troço experimental

De acordo com a informação de Martinho, Martinho e Gonçalves (2008), os materiais a aplicar (ABGE – Agregados Britados de Granulometria Extensa) foram homogeneizados e humidificados em stock, previamente à sua colocação em camada. O transporte foi efetuado por camiões e espalhado por um trator de rastros com bulldozer, de modo a obter-se uma plataforma uniforme com cerca de 25cm de espessura. Este espalhamento foi efetuado uniformemente e sem a ocorrência de segregação.

Em simultâneo com o espalhamento dos agregados, foi disponibilizado um elemento, cuja principal função era a de remover, da camada, eventuais elementos estranhos que possam ter remanescido, quer sejam agregados de maiores dimensões que as pretendidas, elementos metálicos, ou mesmo eventuais pedaços de madeira, de forma a garantir a integridade da estrutura do pavimento.

Posteriormente a esta fase de espalhamento da camada, procedeu-se à compactação da mesma, recorrendo-se a um cilindro, com pneus/rolo, de 14 toneladas. Nesta fase, realizaram-se ensaios de baridade “*in situ*” após cada duas passagens de cilindro (uma ida e uma volta), de modo a avaliar os graus de compactação obtidos. Ao final de seis passagens de cilindro, a camada apresentava uma espessura próxima da desejada (20cm). A superfície da plataforma apresentava-se uniforme e estável.

Obtiveram-se compactações relativas insatisfatórias, dado que os valores se apresentaram, genericamente, inferiores ao valor tido como limite mínimo (98%) para camadas de sub-base e base.

Observou-se, um incremento dos graus de compactação obtidos, com o aumento do número de passagens de cilindro, sendo no entanto insuficiente, para atingir os valores pretendidos.

Os teores de humidade oscilaram entre os 11,9 e os 12,4%, revelando uma satisfatória aproximação ao valor ótimo de referência, demonstrando, por parte do agregado, comportamento uniforme ao longo do processo de compactação.

Tendo como referência os 95% de compactação, observa-se que este patamar é ultrapassado com a aplicação de mais de 6 passagens de cilindro.

4.2.5 – Recomendações para a execução

Em face dos resultados obtidos, sustenta-se a hipótese de as insuficientes compactações dependerem, não integralmente do ABGE (Agregado Britado de Granulometria Extensa), mas principalmente da estabilidade da camada de base em areia. Assim, sugere-se que, previamente à aplicação do ABGE se proceda a um efetivo adensamento das referidas areias de base facilitando a estabilidade geral do aterro ou, preferencialmente, à aplicação de uma manta geotêxtil entre a fundação do pavimento (fundo de caixa) e a camada de sub-base.

Por outro lado, deve referir-se que, face à granulometria do agregado em causa, este revela um comportamento semelhante a um material granular pouco coesivo, pelo que, após compactações iniciais mais intensas (2 a 4 passagens), deve-se imprimir um regime menos intenso, promovendo a continuidade da estabilização e igualmente o “fecho” da camada ou, através da utilização de um cilindro de pneus, na fase final (Martinho, Martinho e Gonçalves, 2008).

Da análise laboratorial efetuada ao agregado após o processo de compactação, verificou-se que não ocorreram significativas alterações granulométricas, embora se registasse uma ligeira redução dimensional no sector inferior da curva granulométrica. Também, ao nível do Ensaio de Equivalente de Areia, não foi registada forte alteração dimensional, tendo-se observado uma ligeira redução deste valor de 72% para 68%.

Fruto dos resultados obtidos com o ensaio anteriormente realizado, tomou-se uma decisão: aplicar-se-iam os agregados de granulometria extensa, resultantes da britagem de elementos de betão nas camadas de sub-base e nas camadas de base os elementos de granulometria extensa resultantes de betão, alvenarias e rebocos, uma vez que esta última fração apresenta um maior índice de finos e, conseqüentemente, permite que a camada fique mais “fechada”. Porém, a insuficiência (comparativamente com os primeiros) deste tipo de agregados, obrigou a fazer a correção de alguns agregados resultantes de betão, de forma a contribuir com mais finos na sua composição, fração da qual estes careciam.

4.3 - A APLICAÇÃO DOS AGREGADOS NOS ARRUAMENTOS DA UNOP 1 E DA UNOP 2

A aplicação de agregados resultantes da demolição iniciou-se ainda antes do início do Verão de 2006, no decurso da execução do edifício de Apartamentos da Marina. Estando prevista a cota do piso de estacionamento 0,50 metros abaixo da linha de água, aquando da maré cheia e, estando-se em presença de areias monogranulares e, conseqüentemente, bastante permeáveis, deparámo-nos com alguns problemas de níveis freáticos elevados. Como solução expedita, foram aí utilizados cerca de 4.000 m³ de agregados, (britas, entre os 50 e os 100mm), conseguidas pela via do reaproveitamento dos materiais provenientes das demolições.

Com recurso a vários poços filtrantes e a uma espessa camada destes materiais, foram conseguidas as condições necessárias para se proceder à

betonagem de uma laje de 0,50 m de espessura, que garantirá “*per se*” as subpressões resultantes destes níveis aquíferos. Foi aqui conseguida a primeira utilização, com sucesso, dos RCD resultantes das demolições de Troia.

Aquando da escavação para as fundações deste edifício, foram detetadas areias fortemente contaminadas por hidrocarbonetos, tendo sido removidas cerca de 10.000 m³ de areias nestas condições. Na fase em que nos encontrávamos (início do ano de 2006), os materiais contaminados por este tipo de produtos, tinham ainda um destino privilegiado: a nossa vizinha Espanha, embora com elevadíssimos custos, decorrentes deste transporte a vazadouro. Considerando a distância temporal a que nos encontrávamos do início das empreitadas de Paisagismo, da UNOP 1 e da UNOP 2, foi aí decidido, (em nossa opinião, sabiamente) que estas areias poderiam ser reaproveitadas, apenas com base na referida disponibilidade temporal, na disponibilidade de espaço (o qual era conseguido, com alguma facilidade, em Troia) e na disponibilidade de algum tempo de equipamento. Todas estas disponibilidades, permitiram o revolvimento periódico das areias o qual, associado à introdução de alguma matéria vegetal, permitiu a libertação dos hidrocarbonetos e, simultaneamente, o enriquecimento das suas características como terra vegetal. Desta forma, conseguiu-se uma significativa poupança com o transporte a vazadouro, assim como uma significativa poupança na aquisição de terra vegetal, permitindo, assim, utilizar este material quando fosse dado início às plantações.

Posteriormente, inicia-se a sua utilização no então designado Impasse 4 (atual Rua da Aroeira), entre o edifício que posteriormente viria a ser o Centro de Congressos, Hotel e Casino, detido pela Amorim (fruto de negociação entre esta e a Sonae) e a Banda F, onde futuramente (fruto de mais algumas remodelações e adaptações) viriam a ser instaladas a GNR e a Infratróia (empresa público/privada que faz a gestão das Infraestruturas de Troia).

Para o efeito, foram, previamente, removidos todos os pavimentos existentes, os quais foram, também eles, alvo de britagem para posterior reutilização, tendo-se conseguido, com recurso a maxilas mais apertadas (fração até 50 mm) agregados de excelente qualidade, uma vez que todos os arruamentos eram compostos por elementos pré-fabricados de betão. Uma vez aplicada a camada de sub-base a efetuadas as necessárias seis passagens de cilindro, com a correspondente humidificação dos agregados, procedeu-se à execução de ensaios de compactação, cujos resultados variaram entre os 94% e os 96%. De seguida, executou-se a camada de base, tendo-se obtido resultados semelhantes aos da camada subjacente. As figuras 4.30 a 4.32 permitem-nos visualizar a aplicação das camadas de sub-base e de base.



Figuras 4.30 a 4.32 – Execução de um arruamento com recurso a R CD (Contacto, 2007)

Este arruamento, fruto das obras de reforço e construção do Centro de Conferências, do Hotel e do Casino (este último a ser executado apenas em 2010, embora a sua estrutura tivesse sido concluída até 2008), ficou a aguardar a sua conclusão, de forma a minimizar os efeitos dos equipamentos de grande porte sobre as calçadas que iriam revesti-lo. Constatou-se, ao longo do tempo, que este, embora sujeito a gruas de cerca de 100 toneladas (necessárias para aplicação dos painéis pré-fabricados das fachadas deste edifício), apenas apresentava pequenas deformações, as quais eram mais evidentes após a ocorrência de chuvas, não apresentando qualquer tipo de rotura. Estava feito o mais importante ensaio a que se poderia proceder, para a adequabilidade da aplicação dos RCD, embora, neste arruamento, pelo facto de algumas das infraestruturas apresentarem cotas bastante próximas da sua rasante final, foi alvo de tratamento específico, tendo sido utilizado aí uma base tratada com cimento, conseguido através da adição de 200 kg de cimento por cada m³ de agregados reciclados, mistura que veio a dar alguma rigidez ao

pavimento, a aumentar a sua capacidade de carga, reduzindo-se, desta forma, a sua deformabilidade.

Posteriormente, foi tomado o mesmo procedimento para todos os arruamentos (sempre que os prazos para a sua conclusão o permitisse), com exceção da aplicação de cimento na mistura, uma vez que os resultados se mostraram bastante satisfatórios, sem que fosse necessário onerar a aplicação destes agregados: aplicação de camadas de sub-base e base e, só após libertação desses arruamentos, por parte dos equipamentos necessários à construção e/ou remodelação dos muitos edifícios envolventes, se aplicariam os revestimentos finais, sendo estes, na sua grande maioria, compostos por calçada de granito de 5 a 7 cm e, conseqüentemente, facilmente deterioráveis com a passagem destes pesados equipamentos.

De uma forma geral, no decurso da execução dos arruamentos da UNOP 1 (zona de maior concentração de construção), grande parte dos agregados de 50 a 80 mm, sem finos, foram aplicados nos inúmeros poços e valas drenantes previstos em projeto, executados nas margens das vias, sendo o seu objetivo facilitar a drenagem pluvial, uma vez que as cotas altimétricas da península não permitem que esta se faça, maioritariamente, por gravidade, obrigando à instalação de diversas estações elevatórias, permitindo com estes órgãos de drenagem, minimizar o recurso às Estações Elevatórias Pluviais.

Aquando da adjudicação do Edifício Central (atual Ácala), o projeto previa, para aí, a necessidade de ser realizada uma vibro-compactação das areias da sua base, (à semelhança do processo, nesta fase, ainda em curso, dos edifícios de Apartamentos da Praia). Porém, face aos resultados obtidos nestes últimos e à maior distância do edifício, anteriormente referido, em relação à água (conseqüentemente, com menor grau de risco), decidiu-se substituir esta vibro-compactação por uma camada de agregados provenientes das demolições. Para a tomada desta decisão, foram importantes: a experiência adquirida no edifício de Apartamentos da Marina - pelas cotas das suas fundações, muito mais baixas que as do Ácala e pela maior distância à linha de

água deste último – assim como pela experiência dos resultados práticos obtidos com a vibro-compactação da base dos edifícios de Apartamentos da Praia. Assim, neste edifício, foi aplicada uma camada geral de cerca de 0,20 metros de espessura de agregados resultantes da britagem, após compactação das areias de base, com recurso a rega intensa. Uma vez aplicados os agregados, estes foram, também, alvo de compactação, desta feita, com recurso a cilindro de pequeno porte, sem vibração associada, considerando a simultânea execução da escavação para as inúmeras fundações diretas previstas no projeto, cujas paredes foram contidas com recurso à aplicação de betão pobre (veja-se as figuras 4.33 e 4.34). Uma vez aplicados e compactados os agregados, procedeu-se à aplicação da camada de betão de limpeza, para permitir a execução posterior das armaduras do ensoleiramento geral para aí previsto. Foram aí consumidos cerca de 8.500 m³ de agregados.



Figuras 4.33 e 4.34 – Aplicação de agregados provenientes de RCD nas fundações do Ácala (Contacto, 2006)

De forma a dar aplicabilidade a todos os agregados produzidos, levando em consideração os bons resultados até aí obtidos, foram ainda efetuados ensaios com aplicação destes agregados em sub-bases, com recurso prévio a manta de geotextil, de forma a minimizar a penetração dos agregados na cama de areia. Para o efeito, foi, previamente, corrigida a curva granulométrica destes materiais, com a incorporação de finos (no caso particular, bago de arroz e pó de pedra). Os resultados nestes pavimentos, após sujeição a elevadas cargas de equipamentos pesados, foram também bastante satisfatórios, tendo-se obtido índices de compactação muito semelhantes aos primeiros.

Foram consumidos cerca de 56.000 m³ de agregados na execução dos arruamentos da UNOP 1 e da UNOP 2, tendo esta última contribuído com 60% deste consumo.

Para além das utilizações até aqui referidas, os agregados conseguidos com recurso à britagem dos RCD, foram ainda utilizados com muitos outros fins, nomeadamente:

- Melhoria do caminho de acesso às ruínas de Troia, onde se gastaram cerca de 5.300 m³;
- Bases de pavimento para os campos de jogos, onde se consumiram, aproximadamente, 2.100 m³;
- Base de pavimento para o acesso ao novo Cais dos Ferries, com um consumo total de cerca de 7.300 m³;
- Base de pavimento do Parque do Domme (atual parque de estacionamento P03), tendo-se aqui consumido cerca de 2.200 m³;
- Base de pavimento do Embasamento (ligação entre os atuais Aqualuz Troiario e Aqualuz Troiamar), tendo-se aqui consumido, aproximadamente, 4.100 m³ de agregados;
- Cerca de 1.800 m³ cedidos pela Sonae ao empreiteiro que estava contratado para a execução da empreitada do Hotel / Casino, propriedade detida pela Amorim Imobiliária, os quais terão servido para melhorar algumas condições de base de pavimento, dada a sua proximidade da linha de água e, conseqüentemente, com problemas de nível freático;
- Cerca de 6.700 m³ na base de pavimento do Edifício de Apartamentos da Marina;
- Aproximadamente, 8.500 m³ no Edifício Central (posteriormente, designado de Edifício Ácala);
- E, por último, foram ainda consumidos, cerca de 15.200 m³ em desvios provisórios; caminhos pedonais de acesso a alguns dos edifícios, bases de guias, etc, perfazendo os cerca de 109.200 m³ de agregados produzidos a partir dos Resíduos de Construção e Demolição, com largas vantagens para todos os intervenientes, quer financeiras, quer

ambientais, quer ainda pelo fator disponibilidade do material necessário à execução destas atividades, cuja alternativa passaria por provocar enorme degradação dos arruamentos de acesso a esta Península.

4.4 – O IMPACTE AMBIENTAL

Com este capítulo, pretende-se demonstrar as enormes vantagens na (re)utilização de materiais recicláveis e da sua importância na redução do impacte ambiental.



Figura 4.35 – Os detritos provenientes das anteriores construções (Contacto, 2006)

A Sonae, na tentativa de erradicar o máximo possível de resíduos resultantes da anterior construção, efetuou ainda uma campanha para a recolha de todos os resíduos detetáveis (ver figura 4.35), os quais se encontravam um pouco por todo o lado, quer à vista, quer formando aquilo a que passamos a designar de “dunas falsas”, ou seja, sob as areias.

Todos os anos são explorados milhões de toneladas de materiais para aproveitamento de inertes, dos quais, uma grande percentagem, virá a ter aproveitamento como “tout-venant”. Tal exploração tem vindo a reduzir significativamente a nossa área florestal, a alterar significativamente a

morfologia das nossas serras, a causar um desagradável impacte e a tornar as nossas paisagens mais desagradáveis aos nossos olhos.

Por acréscimo, fruto dos positivos resultados obtidos (quer técnicos, quer financeiros, quer ainda ambientais) o empreendimento em questão, resultou, também, numa autêntica campanha para remover os detritos de betão que se estendiam ao longo de toda a área arborizada. Estes resíduos, resultantes, principalmente, das obras anteriormente aí edificadas nos anos 70 do séc. XX, representavam milhares de metros cúbicos de material, o qual foi, também ele, reciclado e reaproveitado, embora, função da sua maior heterogeneidade, tivesse sido utilizado, principalmente, em zonas pedonais e em caminhos provisórios.

4.5 – O IMPACTE FINANCEIRO

Pretende-se aqui demonstrar as enormes vantagens na (re)utilização de materiais recicláveis e da sua importância na redução de custos na execução de uma obra de engenharia, quer esta seja uma obra de edificações, quer esta seja uma obra de vias de circulação, sendo este impacte variável em função do tipo de obra em presença, da existência de edificações que, eventualmente, existam a demolir nas proximidades, no espaço disponível, etc.

À data da execução do empreendimento em causa (2006 a 2008), um metro cúbico de “tout-venant”, transportado para Troia, custava cerca de 10,50 €/m³. Este custo era (e ainda é) resultante da dificuldade de acesso a Troia, uma vez que estamos perante uma península, cujo acesso preferencial se dá com recurso a travessia marítima, não podendo estes custos ser menosprezados, uma vez que, a esta data, o custo de um transporte de 25 ton, custava 14,50 € para cada lado. Como alternativa, poderia fazer-se a viagem por terra, acrescentando à viagem por via marítima, mais 95 kms, resultando, também, esta viagem em custos acrescidos, fruto das despesas de combustível, portagens e do tempo despendido nestas. Desprezando-se aqui o fator tempo, uma vez que a alternativa marítima, poderia, também ela (fruto das grandes

filas para aceder aos ferry's, por esta altura) ser extremamente penalizante em termos temporais, concentrando-nos, desta forma, nos fatores combustível e portagens.

4.5.1 – Custo do transporte por via marítima

Uma viagem via marítima, com recurso ao ferry, para transportes desta envergadura, custava então 14,50 € para cada lado, ou seja, 29,00 € por transporte. Considerando que cada transporte não poderia ultrapassar as 25 toneladas e, considerando que um carro de três eixos, pesa, em média, entre 10 a 12 toneladas, estaríamos então limitados a uma média de 14 toneladas de material por carga, o que se traduz em cerca de 8,5 m³ em cada transporte. Em suma, podemos considerar que o custo do tout-venant, entregue em Troia, sairia acrescido de 3,40 €/m³, resultando numa percentagem de cerca de 43,0% do seu real custo entregue na margem norte do Rio Sado.

4.5.2 – Custo do transporte por via terrestre

Por outro lado, uma viagem por terra (considerando que a viagem se faz, preferencialmente, via autoestrada), permitiria efetuar transportes de maiores volumes por carga, nomeadamente, com recurso a semi-reboques, os quais permitem transportes de 22,00 m³. Tal viagem, teria um acréscimo de 95 kms, para cada lado, do qual resultaria um custo médio adicional direto de 47,03 € na deslocação a Troia e 31,35 € no regresso, fruto do maior consumo quando carregado, resultando num sobrecusto de 78,38 €. A acrescer a este custo, deverão somar-se os valores correspondentes às portagens, ou seja, 8,40 € para cada lado, num total de 16,80 €. Teremos assim, um sobrecusto final de 90,18 €, os quais, divididos pelo volume transportado, resultam num sobrecusto de 4,10 €/m³, representando, desta forma, maior custo que a via marítima e, levando em consideração o volume consumido na construção do Troiaresort, como forma de não penalizar demasiado os resultados da apreciação, serão esses aqueles que iremos considerar na comparação com a (re)utilização dos RCD.

4.5.3 – Custo com o transporte de RCD a vazadouro licenciado

À data em causa, o custo de transporte a vazadouro licenciado, para este tipo de resíduos, após separação (a qual também teve que ocorrer para o seu aproveitamento, motivo pelo qual este custo é aqui desprezado), rondava (com ligeiras flutuações, consoante o transportador), os 7,50 €/m³. Este é, também, um custo a levar em consideração, caso não se pretendesse reaproveitar os materiais resultantes das demolições.

4.5.4 – Custo com a britagem dos RCD

Uma vez que a construção do Troiaresort implicaria sempre a demolição dos edifícios referidos no capítulo 2.2, não se entrou aqui em linha de conta com os custos incorridos com as referidas demolições, limitando-se, este estudo aos custos com desmonte (taqueamento), transporte para o local da britagem e consequente britagem, sendo estes os únicos custos que comparam com a solução de aplicação de tout-venant, com recurso a aquisição no exterior (uma vez que o custo de aplicação é igual ao custo de aplicação de RCD, embora, eventualmente, recorrendo-se a maior número de passagens de cilindro). Foram dois os subempreiteiros envolvidos nas demolições e consequentes britagens, dos quais resultam os diferentes preços apresentados nos quadros 4.7 e 4.8 (custos com Desmonte, Transporte e Reciclagem “in situ”).

Quadro 4.7 – Quantidades e custos dos resíduos provenientes da 1ª Fase das Demolições

CUSTOS COM DESMONTE, TRANSPORTE E RECICLAGEM "IN SITU"					
DESCRIÇÃO	Preços	Quantidades (m ³)		Custos	
	Unitários	Parciais	Totais	Parciais	Totais
FASE 1					
UNOP 1					
Betão em superestrutura de outros edifícios					
Desmonte	0,76 €	4.796,79		3.645,56 €	
Transporte	0,14 €	4.796,79		671,55 €	
Reciclagem "in situ"	1,54 €	4.796,79	4.796,79	7.387,06 €	11.704,17 €
Betão em superestrutura das Torres 4 e 6					
Desmonte	6,13 €	14.317,94		87.768,97 €	
Transporte	3,08 €	14.317,94		44.099,26 €	
Reciclagem "in situ"	6,13 €	14.317,94	14.317,94	87.768,97 €	219.637,20 €

CUSTOS COM DESMONTE, TRANSPORTE E RECICLAGEM "IN SITU"					
DESCRIÇÃO	Preços Unitários	Quantidades (m ³)		Custos	
		Parciais	Totais	Parciais	Totais
FASE 1					
UNOP 1					
Alvenarias de outros edifícios					
Transporte	0,08 €	2.080,64		166,45 €	
Reciclagem "in situ"	0,76 €	2.080,64	2.080,64	1.581,29 €	1.747,74 €
Alvenarias das Torres 4 e 6					
Transporte	0,08 €	3.380,83		270,47 €	
Reciclagem "in situ"	0,14 €	3.380,83	3.380,83	473,32 €	743,78 €
UNOP 2					
Betão em superestrutura					
Transporte	0,14 €	21.116,10		2.956,25 €	
Desmonte	0,76 €	21.116,10		16.048,24 €	
Reciclagem "in situ"	1,54 €	21.116,10	21.116,10	32.518,79 €	51.523,28 €
Alvenarias					
Transporte	0,08 €	3.635,00		290,80 €	
Reciclagem "in situ"	0,76 €	3.635,00	3.635,00	2.762,60 €	3.053,40 €
QUANTIDADES TOTAIS DE BETÃO		40.230,83			
QUANTIDADES TOTAIS DE ALVENARIA		9.096,47			
CUSTO TOTAIS DE RCD				288.409,57 €	
CUSTO UNITÁRIO DE RCD (€/m³)				5,85 €	

Quadro 4.8 – Quantidades e custos dos resíduos provenientes da 2ª Fase das Demolições

CUSTOS COM DESMONTE, TRANSPORTE E RECICLAGEM "IN SITU"					
DESCRIÇÃO	Preços Unitários	Quantidades (m ³)		Custos	
		Parciais	Totais	Parciais	Totais
FASE 2					
UNOP'S 1, 2, 3 e 4					
Betão em fundações					
Desmonte	4,00 €	22.696,67		90.786,68 €	
Transporte	3,50 €	22.696,67		79.438,35 €	
Reciclagem "in situ"	5,00 €	22.696,67	22.696,67	113.483,35 €	283.708,38 €
Betão de outras proveniências					
Desmonte (outros edif.)4,00 €	30.313,72		121.254,88	
Betão					
Desmonte (outros edif.)	4,00 €	30.313,72		121.254,88 €	
Transporte (outros edif.)	3,50 €	30.313,72		106.098,02 €	
Reciclagem "in situ" (outros edif.)	5,00 €	30.313,72	30.313,72	151.568,60 €	378.921,50 €

CUSTOS COM DESMONTE, TRANSPORTE E RECICLAGEM "IN SITU"					
DESCRIÇÃO	Preços Unitários	Quantidades (m ³)		Custos	
		Parciais	Totais	Parciais	Totais
FASE 2					
UNOP'S 1, 2, 3 e 4					
Alvenarias					
Transporte	3,50 €	6.824,28		23.884,98 €	
Reciclagem "in situ"	3,00 €	6.824,28	6.824,28	20.472,84 €	44.357,82 €
QUANTIDADES TOTAIS DE BETÃO			53.010,39		
QUANTIDADES TOTAIS DE ALVENARIA			6.824,28		
CUSTO TOTAIS DE RCD					706.987,70 €
CUSTO UNITÁRIO DE RCD (€/m³)					11,82 €

Destes quadros, pode constatar-se que o custo da 1ª fase é muito inferior ao custo resultante da 2ª fase. Tal diferença resulta do facto da 1ª fase contemplar a grande maioria dos edifícios, encontrando-se estes, mais ou menos, concentrados. Quanto à 2ª fase, esta resulta basicamente da remoção das fundações dos diversos edifícios (as quais foram excluídas da 1ª fase, fruto do desconhecimento das quantidades existentes e da real necessidade da sua total remoção), de outros pequenos edifícios inicialmente não considerados e dos avultados “achados” de detritos, em toda a área florestal, fruto da anterior existência da “linha de pré-fabricação” de elementos estruturais, tendo esta resultado “per si” em milhares de metros cúbicos de betão, largados no pinhal de forma quase aleatória, ou simplesmente camuflados sob as areias.

Na 1ª fase, foi tido um custo médio de 5,85 €/m³ de tout-venant produzido e pronto a aplicar, numa quantidade de 49.327,30 m³ (ver Quadro 4.7).

Na 2ª fase esse custo aumentou para os 11,82 €/m³, numa quantidade de 59.834,67 m³ (como anteriormente visto no quadro 4.8).

Daqui, podemos deduzir um custo médio ponderado, para todo o empreendimento, de 9,12 €/ m³ de agregados produzidos (como se pode constatar no quadro 4.9), para uma quantidade total (antes de britar) de 109.162 m³, dos quais cerca de 15% correspondem a produtos resultantes da britagem de alvenarias e rebocos.

Quadro 4.9 – Quantidades totais provenientes das Demolições e seu custo médio

QUANTIDADE TOTAL DE RCD	Volume (ton) 151.825,85	Volume (m³) 109.162
CUSTO MÉDIO DOS RCD	6,56 €	9,12 €

Pode, daqui constatar-se que, efetivamente a Sonae adotou a solução mais vantajosa, quer economicamente, quer ambientalmente, cujos custos, tendo sido aqui menosprezados, representam um grande impacto nas nossas vidas, assim como nas daqueles que nos sucederão (ver quadro 4.10). De facto, o custo correspondente ao Impacte Ambiental, apenas poderá ser qualificado e dificilmente quantificado.

Quadro 4.10 – Custo total com o reaproveitamento e sua economia

DESCRIÇÃO	Preços Unitários	Quantidades (m³)	Custos (m³)
TRANSPORTE A VAZADOURO	7,50 €	109.162,00	818.715,00 €
AQUISIÇÃO DE TOUT-VENANT	10,50 €		1.146.201,00 €
AGREGADOS RECICLADOS	9,12 €		995.557,44 €
CUSTO TOTAIS DE RCD			995.557,44 €
CUSTO DO SEU NÃO APROVEITAMENTO			1.964.916,00 €
ECONOMIA COM O REAPROVEITAMENTO			969.358,56 €

4.5.5 – Resumo dos custos

Em suma, os custos com a reutilização dos RCD apresentam um valor médio ponderado de 9,12 €/m³, o que resulta num custo total de, aproximadamente, 995.557,00 € (109.162 m³ x 9,12 €/m³), na aplicação dos RCD produzidos em Troia.

Quanto aos custos que existiriam, caso se tivesse optado por adquirir este material em pedra, transportando os produtos da demolição a vazadouro licenciado, seriam de cerca de 818.715,00 € (109.162 m³ x 7,50 €/m³) para transporte a vazadouro, acrescido de cerca de 1.146.201,00 € (109.162 m³ x 10,50 €/m³) da aquisição do material.

Resumindo, a redução de custos com a adoção desta medida, (cuja mitigação do Impacte Ambiental é significativa) ronda os 49,3% do custo que se teria caso se optasse por adquirir material fora, representando uma poupança de cerca de 969.359,00 € (cerca de 2,8% da globalidade do projeto), demonstrando-se, desta forma, a excelente decisão tomada na fase inicial do projeto. A acrescer a esta significativa economia financeira, deverão ser considerados os custos resultantes do impacte que teria a reflorestação de uma qualquer área que tivesse sido “vítima” dos danos necessários à exploração desta significativa quantidade de material.

5 – CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

5.1 – CONCLUSÕES

Através de legislação adequada e de um controlo e monitorização adequados e, através de uma série de medidas económicas aplicadas às várias frações dos resíduos (menores custos para os que mais reciclam), sem esquecer, obviamente, a sensibilização contínua da população, em particular aqueles que, direta ou indiretamente, se encontram mais ligados ao processo, para com as questões da recolha e separação de resíduos e dos problemas do depósito ilegal de resíduos nas cidades e na natureza, consegue-se (e tem-se verificado ao longo dos últimos anos) motivar as entidades envolvidas no processo e promover uma demolição seletiva e uma cuidada separação, no local da demolição.

Para as empresas de construção e demolição, compensará fazer recolha seletiva e separação na obra, pois a alternativa, encaminhar resíduos misturados, é bem mais dispendiosa (como se pode verificar no capítulo 4.5.5 - Resumo dos Custos).

Desta forma, minimiza-se, significativamente, o impacte ambiental, quer através da redução de introdução de materiais novos a incorporar em obra, reduzindo a exploração dos nossos recursos naturais, quer pela redução do número de vazadouros necessários, quer ainda pela redução na emissão de gases para a atmosfera e dos consumos de combustíveis fósseis.

Verifica-se que o reaproveitamento dos RCD, consubstanciado na sua utilização em infraestruturas viárias, permite melhorar o balanço final em vários aspetos, nomeadamente: a redução de consumo de matérias-primas naturais (que não serão repostas); a redução dos volumes de resíduos transportados a depósito definitivo, permitindo assim que estes locais tenham maior vida útil; a redução no consumo de energia utilizada na produção de outros agregados; a redução da poluição e do passivo ambiental; e ainda a redução do custo final do trabalho.

Merece também destaque a conclusão de que é necessário continuar o trabalho de sensibilização dos gestores das várias infraestruturas, das empresas de construção e dos próprios produtores, para que aumentem a sua predisposição para ajuda e incentivo à utilização dos RCD. Uma forma possível de o conseguirem poderá residir na criação de incentivos à utilização deste material (Martinho e outros, 2007). Por exemplo:

- ✓ Atribuindo melhores classificações, quer estejamos a falar de concursos públicos, quer de concursos de entidades privadas, para execução de empreitadas, à apresentação de propostas variantes que contemplem a utilização de RCD;
- ✓ Na eventualidade destas reutilizações estarem já previstas nos cadernos de encargos dos concursos, aos empreiteiros que apresentem as soluções que permitam um maior reaproveitamento, dentro da própria obra, ou noutras que se encontrem em curso nas imediações;
- ✓ A obrigatoriedade de apresentar, conjuntamente com a proposta, um sistema de recolha e de tratamento de resíduos, abrangendo todas as suas frações, discriminando os métodos de recolha e de tratamento, dando informação sobre as empresas de recolha e de tratamento, das suas instalações e, também, demonstrando que o método de tratamento se enquadra na categoria de reciclagem ou de eliminação, minimizando o transporte a vazadouro e/ou aterro;
- ✓ Atribuindo mais valias, (previamente definidas) em função dos benefícios ambientais considerados nas propostas (ou outros), que resultem da reutilização destes agregados processados.

Pode considerar-se que, da recolha de informação obtida, revisão da literatura, estado da arte ao nível europeu e nacional, ainda não existem dados considerados suficientemente fiáveis sobre a produção de RCD, uma vez que ainda se verifica a existência de significativas discrepâncias, variando os

valores estimados, de acordo com as diferentes fontes. Este facto, é perfeitamente justificável, pelo facto de existirem diferentes metodologias de diferentes critérios, adotados como pontos de partida, na recolha e análise dos dados.



Figura 5.1 - A Troia atual (Unop 1) (Contacto, 2008)

Porém, de acordo com a análise da informação mais recente, poder-se-á dizer que a consciência ambiental verificada em Portugal está a caminhar para um enraizamento desta nova realidade, no entanto ainda existe um longo trabalho a ser feito. Verifica-se uma consciência crescente por parte de empresas ligadas ao sector da construção civil. Contudo em empresas de menores dimensões apenas é feita uma gestão de resíduos e não uma gestão integrada de resíduos.



Figura 5.2 - A Troia atual (UNOP 2) (Contacto, 2008)

É assumido como regra, generalizada que a chave para uma menor produção de RCD passa pelo planeamento e preparação de Obra desde a fase de projeto à fase de execução.

Com base no caso particular da Península de Troia e, face aos resultados obtidos, recomenda-se a utilização de RCD em arruamentos secundários, embora a península de Troia (assim como em muitas outras utilizações posteriores) seja um exemplo de que a sua utilização não se encontra condicionada a este fim, (veja-se as figuras 5.1 e 5.2) com graus de compactação relativa menos exigentes (ou não, dependendo do tipo de reciclados em presença).

Por tais motivos, não podemos deixar de referir que, embora não se tendo conseguido graus de compactação relativa superiores a 96%, para seis passagens de cilindro, no caso em estudo, os arruamentos de Troia, após a sua execução, foram sujeitos a significativas cargas (superiores a 13 ton/eixo), fruto das obras aí em curso, não existindo historial de quaisquer assentamentos diferenciais, decorridos que são quatro anos da sua integral conclusão, existindo alguns arruamentos que se encontram em serviço há cinco anos.

De acordo com Martinho, A. & Martinho, F. & Gomes, J. (2011), levando em consideração tais fatores, acredita-se que, fruto da base de assentamento destes agregados, conseguir-se-ão resultados muito mais positivos, permitindo a sua utilização em situações de maior exigência, mesmo que para o efeito, seja necessário proceder à correção da curva granulométrica dos RCD obtidos, através da eventual incorporação de finos, ou de outros materiais que lhe confirmam maior resistência mecânica (por exemplo, escórias). No que se refere ao controle de compactação das camadas espalhadas, também se deverá complementar com a realização de ensaios *in situ* para avaliação da sua deformabilidade.

Por outro lado, o carácter evolutivo que este agregado pode revelar (sob o ponto de vista granulométrico), confere-lhe a necessidade de proceder a uma compactação muito intensa e com teores em água acima do ótimo, de modo a promover uma fragmentação adicional e minimizar eventuais efeitos de colapso, por rotura, do agregado grosso, ao longo do tempo.

Por último, embora os resultados em Troia tenham sido excelentes, considerando os resultados a médio prazo, não se tendo, no entanto, conseguido resultados de compactação relativa superiores a 96%, estes poderiam ter sido superados, caso se tivesse recorrido a ensaios com placa.

Porém, existem ainda outros exemplos em que estas percentagens foram largamente superadas, fruto das exigências do tipo de obra (consequentemente, do Caderno de Encargos), tendo, estes resultados sido conseguidos à custa da utilização de outros tipos de resíduos (*p.ex.* escórias), conseguindo-se, inclusivamente, superar as exigências do Caderno de Encargos, com todas as vantagens anteriormente referidas.

5.2 – PERSPETIVAS FUTURAS

Não podemos, pelos motivos acima descritos, deixar de lançar o desafio de se continuar a promover a demolição e a recolha seletiva de resíduos, de forma a tentarmos aproximar-nos das taxas obtidas por países como a Holanda ou a Dinamarca, permitindo, este acompanhamento, incentivar a elaboração de outros estudos ou teses, os quais ajudarão a que possamos ser, num futuro próximo, mais competitivos e mais sustentáveis. Para que se possa cumprir tal objetivo, contribuirá o facto de, atualmente, o nosso país estar numa fase em que o principal mercado da construção civil passa pela remodelação, sendo este um mercado que poderá contribuir significativamente, para os objetivos pretendidos. A figura 5.3 é um exemplo de como se podem conseguir excelentes resultados, mitigando os custos e o impacto da exploração desenfreada de inertes, recorrendo-se, cada vez mais, à reutilização dos RCD.



Figura 5.3 - A Troia atual (vista geral 1 sobre a UNOP 1) (autor desconhecido)

A título de sugestão para trabalhos futuros, (levando em consideração os excelentes resultados aqui obtidos), salienta-se a importância de manter e reforçar os ensaios laboratoriais efetuados sobre os RCD obtidos através da indústria da construção, quer esta reutilização aconteça em obras privadas, quer em obras públicas, permitindo, desta forma, reforçar as atuais percentagens na sua utilização, assim como as atuais obrigações legais existentes quanto à sua reutilização, originando a maximização da sua aplicação, com todas as vantagens (anteriormente referidas) que tal implica.

Propõe-se ainda o alargamento de estudos laboratoriais a outros materiais, provenientes de outras indústrias, os quais poderão ser utilizados de forma conjunta ou isoladamente em camadas estruturais de arruamentos de baixo tráfego, mas também em vias principais, em fundações de edifícios ou ainda noutras funções, uma vez que estes poderão facilmente cumprir todas as funções de um material proveniente da exploração de pedreira, podendo ainda ser melhorado com a incorporação de outros materiais cuja utilização tem vindo a ser cada vez mais uma rotina nos últimos anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, B. & Teixeira, B. & Gonçalves, B. & Roma, J. – 2006 - Relatório da Geoplano: Caracterização dos RCD e Ensaio de Campo e de Laboratório - Troia: Portugal.
- APA – POLÍTICAS – Resíduos. <http://www.apambiente.p/index.php?ref=168&subref=254>
- Chaves, A & Bicker, A. – 2006 - Relatório do ISQ – Laboratório de Ruído - Medição de vibrações impulsivas - Porto Salvo. Portugal.
- Chaves, R. - 2009. Avaliação da Implementação do Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição.- Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre. 2009 Universidade Nova - Lisboa: Portugal
- Especificações LNEC (E471/2009; E472/2009; E473/2009 e E474/2009)
 - E471-2009 (Guia para a utilização de agregados reciclados grossos em betões de ligantes hidráulicos);
 - E472-2009 (Guia para a reciclagem de misturas betuminosas a quente em central);
 - E473-2009 (Guia para a utilização de agregados reciclados em camadas não ligadas de pavimentos);
 - E474-2009 (Guia para a utilização de materiais reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição em aterro e camada de leito de infraestruturas de transporte).
- Fonseca, R. - 2008 - A Gestão de Resíduos de Construção e Demolição -. CCDRn - Moncorvo: Portugal

- Godinho, C. -. 2011 - Gestão Integrada de Resíduos de Construção e Demolição – Análise de Casos de Estudo -. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre. ISEL - Lisboa: Portugal
- Gonçalves, P. C. M. - 2007 – Betão com Agregados Reciclados – Análise Comentada da Legislação Existente.- Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. IST – Lisboa. Portugal
- Leite, I. - 2007 - Atelier Conceição e Silva: Território e turismo - Jornal dos Arquitetos – nº 227 (Abril-Junho). Portugal.
- Lobo, S. – 2007 - A colonização da linha de costa: da marginal ao «resort» - Jornal dos Arquitetos – nº 227 (Abril-Junho). Portugal.
- Martinho, A. & Martinho, F. & Gomes, J. - 2011 - A Reutilização de RCD (Resíduos da Construção e Demolição) em Operações Urbanísticas – O caso do Troiaresort - Conferência Nacional iiSBE - Lisboa: Portugal.
- Martinho, A. & Martinho, F. & Gomes, J. -. 2011 - A Reutilização de RCD (Resíduos da Construção e Demolição) na Reabilitação Urbana – O bom exemplo do Troiaresort -. Revista Engenharia nº3/4 - Lisboa: Portugal.
- Martinho, F. & Fernandes, M. F. & Gonçalves, J. & Korczak, P. - 2007 - XIV CILA - Congresso Ibero-Latinoamericano del Asfalto -. XIV CILA. Cuba
- Martinho, F. & Jacinto, L. & Gonçalves, J. & Mimoso, P. – 2008 - A Valorização e Reutilização de Resíduos da Construção e Demolição (RCD) em Pavimentos Rodoviários - V Congresso Rodoviário Português - ESTRADA 2008 - Estoril: Portugal.
- Martinho, F. & Martinho, A. & Gonçalves, J. - 2008 - Utilização de Resíduos da Construção e Demolição (RCD) em Arruamentos Urbanos – O caso de Troia - Estoril: Portugal.

- Medeiros, B. & Matos, G. & Ferreira, J. & Martinho, F. – 2011 - Construção da Subconcessão do Baixo Tejo – Frente 1N – Trechos 1 e 2 (Casas Velhas/Palhais) e Viaduto de Berverde. Prémio Destaque Odebrecht
- Pestana, R. - 2008 - Contribuição para o estudo do Comportamento Mecânico de Resíduos de Construção e Demolição Aplicados em Estradas de Baixo Tráfego - Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre. IST. Lisboa: Portugal
- Pinto, I. & Magalhães, A. & Brum, P. - 2010 - Ruínas Romanas de Troia. Troia: Portugal.
- Sousa, J. - 2009.- Relatório Estatístico – Troia Resort Troia: Portugal
- AAVV - 2002 - WAMBUCO (Manual Europeu de Resíduos de Construção de Edifícios) - Dresden University of Technology