

**O CONTRIBUTO DA CT-VROG/SPG PARA A VALORIZAÇÃO DE
RESÍDUOS EM OBRAS GEOTÉCNICAS**

**THE CONTRIBUTION OF CT-VROG/SPG FOR THE WASTE REUSE IN
GEOTECHNICAL WORKS**

Roque, António José, *Comissão Técnica para a Valorização de Resíduos em Obras Geotécnicas da Sociedade Portuguesa de Geotecnia / Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal, aroque@lnec.pt*

RESUMO

A capacidade do meio ambiente para receber os resíduos gerados diariamente pela sociedade em quantidades muito elevadas e crescentes não é infinita, pelo que se vem procurando minimizar a sua produção e implementar políticas de uma gestão sustentável. Num sistema integrado de gestão de resíduos privilegiam-se a sua prevenção e redução, ou, não sendo estas viáveis, a sua reutilização, podendo ainda recorrer-se à reciclagem ou a outras formas de valorização. Ciente da importância do tema em apreço, a Sociedade Portuguesa de Geotecnia (SPG) decidiu criar a Comissão Técnica para a Valorização de Resíduos em Obras Geotécnicas (CT-VROG). Com a presente comunicação, pretende-se divulgar no meio geotécnico nacional as actividades técnicas desenvolvidas pela CT-VROG, que têm por principal objectivo fomentar a aquisição e divulgação de conhecimentos e promover a adopção de políticas de construção sustentável.

ABSTRACT

The capacity of the environment to receive increasingly higher amounts of waste generated daily by society is not endless and therefore, an attempt has been done to minimise its production and to implement sustainable management policies. In an integrated system of waste management, the emphasis must be put on prevention and reduction, or, in case these are not viable, we must encourage policies aiming at reusing or recycling of the waste. The Portuguese Geotechnical Society (SPG), aware of the importance of this subject, has decided to create the Technical Commission for Waste Reuse in Geotechnical Works (CT-VROG). Hence, this paper aims at imparting to the Portuguese geotechnical community the technical activities developed by CT-VROG, of which the main goals are to foster the acquisition and dissemination of knowledge and to promote the adoption of sustainable construction policies.

1. INTRODUÇÃO

Comparativamente com outros países, como por exemplo, a Alemanha, a Dinamarca e a Holanda, que apresentam taxas de valorização em alguns resíduos de cerca de 100%, Portugal ainda se encontra numa situação muito deficitária relativamente a este procedimento. Regista-se, porém, nos últimos anos, um interesse crescente da área da geotecnia pela valorização dos resíduos, existindo já diversos estudos de investigação aplicada a vários resíduos, que foram, inclusivamente, utilizados em obras geotécnicas. As perspectivas futuras são de que a utilização dos resíduos nas obras geotécnicas continue a aumentar, em resultado de uma maior sensibilização dos diferentes intervenientes (instituições de I&D, produtores e utilizadores de resíduos e projectistas) para as questões relacionadas com a protecção do meio ambiente e para as políticas de construção sustentável.

Por se tratarem de materiais que só muito recentemente começaram a ser aplicados nas obras geotécnicas, são da maior importância os projectos de demonstração, pelo que na fase actual, as instituições de I&D, em parceria com os produtores e com os utilizadores, devem liderar estes estudos e promover uma ampla divulgação dos conhecimentos técnico-científicos adquiridos. Estes projectos de demonstração têm a grande vantagem de permitir a abordagem dos aspectos relacionados com os processos construtivos (procedimentos de construção adequados, controlo de qualidade da construção e instrumentação) e com a avaliação do desempenho ambiental e mecânico (observação e monitorização a longo prazo). Paralelamente, importa produzir legislação adequada e incentivadora da utilização dos resíduos em obra, penalizar quer a sua deposição em aterros de resíduos quer a extracção de materiais naturais (não renováveis), e criar uma plataforma que facilite o encontro entre os produtores de resíduos e os utilizadores (disponibilização de informação em sistemas de informação geográfica e criação de mercados de gestão de resíduos). Por último, importa divulgar os conhecimentos técnico-científicos adquiridos e promover acções de formação junto dos técnicos directamente ligados à valorização de resíduos em obras geotécnicas.

Ciente da importância do tema em apreço, a Sociedade Portuguesa de Geotecnia (SPG) decidiu criar em 2003 a Comissão Técnica para a Valorização de Resíduos em Obras Geotécnicas (CT-VROG).

Com a presente comunicação, pretende-se divulgar no meio geotécnico nacional as actividades técnicas desenvolvidas pela CT-VROG e pelos seus Grupos de Trabalho (GT), as quais têm por principais objectivos: a) fomentar a aquisição e divulgação de conhecimentos; b) promover a adopção de políticas de construção sustentável; c) envolver em rede os seus membros e estes interagirem com intervenientes externos; e d) potenciar a elaboração de projectos de inovação. Entre as principais acções da Comissão para o quadriénio 2008-2012 destacam-se a elaboração de uma publicação, a georreferenciação dos resíduos e a disponibilização da informação em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), e a realização de conferências.

2. ORIGEM E HISTÓRICO DA COMISSÃO TÉCNICA

O Grupo de Trabalho para a Valorização de Resíduos em Obras Geotécnicas (GT-VROG) foi criado no mandato da Direcção da SPG do quadriénio 2000-2004, na sequência de um pedido do Presidente do *Technical Committee TC 3 – Geotechnics of Pavements* da *International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, Prof. António Gomes Correia, à SPG, para que esta Sociedade colaborasse num inquérito e no *Workshop sobre Use of processed materials in pavements and transportation earthworks*, que se realizaria em Praga, a 24 de Agosto de 2003.

Tendo a Direcção da SPG manifestado interesse na iniciativa, no final do ano de 2002 promoveu a criação de um GT sobre o tema. A primeira reunião do GT decorreu a 24 de Março de 2003, com a designação inicial de Grupo de Trabalho para a Valorização de Resíduos e Subprodutos Industriais nas Obras Geotécnicas. Só a partir da reunião de 14 de Abril de 2003, o GT se passou a designar por Grupo de Trabalho para a Valorização de Resíduos em Obras Geotécnicas.

O GT-VROG era constituído por 16 membros e o seu Coordenador, o Inv. Fernando Pardo de Santayana, do LNEC. Na primeira reunião decidiu-se que se realizariam duas acções concretas: a) um inquérito sobre o estado actual da valorização dos resíduos em obras geotécnicas em Portugal; e b) um seminário.

O inquérito decorreu durante o ano de 2003 e foi enviado a entidades produtoras de resíduos e a entidades potencialmente utilizadoras de resíduos, tendo os questionários respectivos sido adaptados a cada um destes dois grupos de entidades. Ainda que não se tenha registado uma adesão significativa, as principais conclusões foram apresentadas por Pardo de Santayana e Fortunato (2004). Os resultados deste inquérito foram igualmente apresentados no *Workshop* realizado em Praga, pelo Inv. Eduardo Fortunato, do LNEC, com o título: *Portuguese actions to promote the use of processed materials in geotechnical applications*.

A segunda acção prevista, a realização do evento, foi concretizada com a organização de um Seminário sobre Valorização de Resíduos em Obras Geotécnicas, na U. do Minho, Guimarães, a 15 de Março de 2004.

No quadriénio 2004-2008, o GT-VROG passou a designar-se Comissão Técnica para a Valorização de Resíduos em Obras Geotécnicas (CT-VROG). A CT-VROG era constituída por 17 membros e o seu Coordenador, o Inv. António José Roque, do LNEC.

Tendo em consideração que a CT-VROG tem por finalidade fomentar a aquisição e divulgação de conhecimentos e promover a adopção de políticas de construção sustentável, os objectivos definidos para o quadriénio foram os seguintes:

- elaborar uma publicação com os principais conhecimentos e experiências existentes a nível nacional e internacional sobre a utilização de resíduos em obras geotécnicas;
- proceder à inventariação e georreferenciação dos resíduos produzidos no país potencialmente valorizáveis em obras geotécnicas, com a disponibilização da informação em SIG;
- promover a cooperação entre as entidades interessadas na implementação de políticas de construção sustentável;
- organizar conferências para divulgação dos conhecimentos actuais por especialistas nacionais e internacionais.

Para além de se terem iniciado os trabalhos referentes aos dois primeiros objectivos e de se ter incentivado particularmente a cooperação entre as entidades representadas na CT-VROG, organizaram-se duas palestras e um seminário. As palestras foram proferidas pelo Prof. Miguel Celemín, da U. de León (Espanha), sobre *Los residuos en la construcción de infraestructuras viárias*, no Centro de Congressos do LNEC, a 3 de Fevereiro de 2005 e no Auditório da Escola de Engenharia da U. do Minho, a 4 de Fevereiro de 2005. Foi abordado o estado da arte do tema em Espanha, mencionando-se os aspectos normativos e as actividades relevantes e fez-se igualmente referência a experiências similares na Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE). O Seminário versou sobre a Valorização de Resíduos em Infraestruturas de Transportes e Obras Geotécnicas - Aplicação a Agregados Siderúrgicos Inertes para a Construção (ASIC) e decorreu no Auditório do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, a 10 e 11 de Dezembro de 2007.

3. A CT-VROG PARA O QUADRIÉNIO 2008-2012

A CT-VROG foi convidada pela actual Direcção da SPG para continuar a desempenhar as suas funções durante o quadriénio 2008-2012. Seguidamente apresentam-se os membros que a constituem, os objectivos traçados, as acções desenvolvidas e as actividades realizadas no seio dos GT.

3.1. Constituição

Uma parte significativa dos membros da CT-VROG para o quadriénio 2008-2012 transitou do mandato anterior. Presentemente, a CT-VROG é constituída por 26 membros, em representação

de universidades, laboratórios do estado, administração pública central, associações profissionais, empresas produtoras de resíduos e empresas utilizadoras de resíduos. No Quadro 1 apresentam-se as entidades representadas na Comissão, classificadas por tipo de actividade e com a indicação dos membros que as representam.

Quadro 1 – Constituição da CT-VROG no Quadriénio 2008-2012

| TIPO DE ACTIVIDADE | ENTIDADE | REPRESENTANTE |
|-------------------------|-------------------------------------|---|
| Ensino/Investigação | LNEC | Inv. António José Roque (Coordenador da CT-VROG) |
| | | Dr.ª Alexandra Frias |
| | | Inv. Eduardo Fortunato |
| | | Eng.º Nuno Charneca |
| | FEUP | Prof.ª Maria de Lurdes Lopes |
| | U. de Aveiro | Prof. Claudino Cardoso |
| | U. do Minho | Prof. António Gomes Correia |
| | C. para a Valorização de Resíduos | Prof. Fernando Castro |
| Reguladora | Agência Portuguesa do Ambiente | Eng.ª Natália Faísco |
| | | Eng.ª Anabela Borges |
| | | Eng.ª Joana Sabino |
| Associação Profissional | Assoc. Prof. de Proj. e Consultores | Eng.º Alfredo Nunes |
| Dono de Obra | BRISA | Eng.ª Maria Dora Baptista |
| | Estradas de Portugal | Dr. Bernardo Monteiro |
| | REFER | Dr.ª Elsa Claro |
| Construtora | Mota-Engil | Eng.º Jorge Santos |
| | Teixeira Duarte | Eng.º Agripino Fonseca |
| Produtor/Operador | Águas de Portugal/EGF | Eng.º Artur Cabeças |
| | Ambigroup/Demotri | Eng.º Pedro Curto |
| | Associação Port. de Fundação | Prof. Carlos Silva Ribeiro |
| | Assimagra/Gestilamas | Eng.ª Célia Marques |
| | EDP | Eng.º Fernando Caldas Vieira |
| | Lipor | Dr. Abílio Almeida |
| | Siderurgia Nacional | Eng.º António Cavalheiro |
| | Valorpneu | Eng.º Paulo Silva |
| | Valorsul | Eng.º Carlos Dinis de Sousa |

3.2. Objectivos

Para o quadriénio vigente mantêm-se os objectivos do quadriénio anterior, com o propósito de ser concretizada a edição da publicação e terminada a georreferenciação dos resíduos e a sua disponibilização em SIG.

3.3. Acções Desenvolvidas

A primeira acção foi aprovar a lista dos resíduos com potencial interesse para os trabalhos a desenvolver pela CT-VROG. No Quadro 2 apresentam-se os resíduos seleccionados e a produção anual estimada para cada fluxo de resíduos.

Tendo por base os resíduos que figuram na lista apresentada, foi constituído um GT para estruturar o índice da publicação a editar pela CT-VROG. O documento, que terá por título *Valorização de Resíduos em Obras Geotécnicas. Caracterização e Medidas para o Desenvolvimento do Sector*, está estruturado em cinco partes principais: Parte A – Conceitos Gerais; Parte B – Materiais, Resíduos e Aplicações; Parte C – Georreferenciação dos Resíduos e Disponibilização da Informação em SIG; Parte D – Medidas e Estratégias; e Parte E – Considerações Finais e Recomendações. A Parte B, dedicada à caracterização de cada um dos

Contribuições Recentes para o Projecto, a Construção, a Exploração e a Reabilitação

resíduos listados no Quadro 1, é constituída pelas secções seguintes: Origem e processamento; Volume e localização; Características ambientais; Características químicas e mineralógicas; Características físicas; Características hidráulicas; Características mecânicas; Aplicações; e Casos de obra.

Quadro 2 – Lista de Resíduos Aprovada pela CT-VROG para o Quadriénio 2008-2012

| RESÍDUOS (CÓDIGO LER*) (LER – Lista Europeia de Resíduos (Portaria 209/2004, de 3 de Março)) | PRODUÇÃO ANUAL (x 10 ³ t) |
|---|---|
| <i>Resíduos da exploração de minas e pedreiras (01)</i> | |
| Escombros de pedreira (01 04 08) | 14 000 |
| Lamas de pedreira geradas na produção de agregados (01 04 12) | 1 000 |
| Lamas do corte e polimento de rochas ornamentais (01 04 13) | |
| <i>Resíduos de processos térmicos (10)</i> | |
| Escórias da combustão do carvão (10 01 01) | 35 |
| Escórias de aciaria (10 02 01) | 250 |
| Resíduos da fundição de peças ferrosas/não ferrosas (10 09/10 10) | 75 |
| <i>Resíduos não especificados em outros capítulos da LER (16)</i> | |
| Pneus usados(16 01 03) | 100 |
| <i>Resíduos de construção e demolição (17)</i> | |
| Betão (17 01 01) | 7 500 |
| Tijolo (17 01 02) | |
| Ladrilhos, Telhas e Materiais cerâmicos (17 01 03) | |
| Misturas de betão, tijolos, ladrilhos telhas e materiais cerâmicos (17 01 07) | |
| <i>Resíduos de instalações de gestão de resíduos e de estações de tratamento de água para consumo humano (19)</i> | |
| Escórias de incineração de resíduos sólidos urbanos (19 01 12) | 175 |
| Lamas das Estações de Tratamento de Água para consumo humano (19 09 02) | 25 |

Para cada fluxo de resíduos apresentado no Quadro 1 foi constituído um GT com membros da CT-VROG e nomeado o seu Coordenador. Os GT podem, porém, integrar elementos que não sejam membros da CT-VROG, como já acontece no *Grupo de Trabalho para a Valorização dos Resíduos de Construção e Demolição em Obras Geotécnicas*.

Por se entender no seio da CT-VROG que um dos instrumentos que mais pode contribuir para o aumento da utilização dos resíduos é a existência de um mercado organizado que possibilite o encontro da procura e da oferta destes produtos, a CT-VROG também criou um GT para georreferenciar os resíduos e disponibilizar a informação em SIG.

No intuito de interagir com entidades com actividades afins às da CT-VROG, a Comissão estabeleceu contacto, no final de 2009, com o *Cluster* centroHabitat - Plataforma para a Construção Sustentável, criado em Outubro de 2007 e que envolve presentemente mais de 50 instituições associadas, entre empresas, autarquias, entidades do tecido científico-tecnológico, entre outras. Perspectiva-se que as duas entidades venham a colaborar conjuntamente na organização de workshops que envolvam em rede os seus membros e potenciem a elaboração de projectos de inovação; na realização conjunta de conferências e de cursos; e na divulgação dos eventos organizados pelas duas entidades em conjunto ou individualmente.

Uma outra acção que a CT-VROG tem em curso diz respeito ao desenvolvimento do portal (www.spgeotecnia.pt/ctvaloresiduos). Presentemente, está concluído o mapa do portal e o logótipo e em elaboração os respectivos conteúdos. Deseja-se que o portal constitua um espaço

de partilha de informação relacionada com a valorização de resíduos em obras geotécnicas e de divulgação das iniciativas da Comissão.

No actual mandato, a CT-VROG já organizou um Seminário, abordado em pormenor na secção desta comunicação dedicada à disseminação da informação.

3.4. Actividades Desenvolvidas no Âmbito dos Grupos de Trabalho

Nesta secção apresenta-se uma síntese dos trabalhos desenvolvidos pelos GT da CT-VROG, tendo por base as comunicações publicadas nas Actas do Seminário sobre *Valorização de Resíduos em Obras Geotécnicas. Caracterização e Medidas para o Desenvolvimento do Sector*, que teve lugar na U. de Aveiro, em Setembro de 2009.

Grupo de Trabalho para o Enquadramento Legislativo da Valorização de Resíduos (Ana Paula Simão – Coordenadora, Anabela Borges e Joana Sabino)

A comunicação apresenta os instrumentos legais para a valorização de resíduos, e outros instrumentos, como os referentes ao planeamento e de índole económico-financeira. Ao nível do enquadramento legal geral salienta-se a instituição do Regime Geral de Gestão de Resíduos (RGGR), a criação da Comissão de Acompanhamento de Gestão dos Resíduos (CAGER), a introdução de um novo regime económico e financeiro da gestão dos resíduos e as disposições que visam simplificações administrativas, tal como o procedimento simplificado de licenciamento de operações de gestão de resíduos, em vigor desde a publicação do Decreto-Lei n.º 178/2006. Chama-se igualmente a atenção para a nova Directiva Quadro dos Resíduos, Directiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro. Relativamente ao enquadramento legal específico merece especial importância a referência à legislação para o fluxo dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD), publicada no Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de Março.

No âmbito dos instrumentos de índole económico-financeira é mencionada a introdução da Taxa de Gestão de Resíduos (TGR), a qual tem a função de desincentivo à eliminação e de fomento das metas nacionais, contribuindo para a concretização do princípio da hierarquia de gestão de resíduos. O regime económico-financeiro dos resíduos contempla ainda um instrumento de índole voluntária, materializado no Mercado Organizado dos Resíduos (MOR).

Grupo de Trabalho para o Enquadramento Normativo da Valorização de Resíduos (Elsa Claro – Coordenadora, Bernardo Monteiro, Dora Baptista, Eduardo Fortunato e Maria de Lurdes Lopes)

De acordo com os autores, atendendo a que os materiais provenientes dos resíduos diferem dos materiais tradicionais, há a necessidade de os enquadrar, seleccionando, do acervo existente, as normas que melhor se aplicam para os caracterizar, não só em termos de produto, como em relação aos ensaios a realizar para definir as suas características. O conjunto normativo apresentado, que regula a utilização de agregados reciclados em obras geotécnicas, inclui a Directiva dos Produtos da Construção (Decreto-Lei n.º 4/2007, de 8 de Janeiro), normas europeias (NE) de produto (4 no total), NE de ensaios de caracterização de resíduos (28), normas portuguesas (1), especificações LNEC (5), entre outras.

Grupo de Trabalho para a Georreferenciação dos Resíduos e Disponibilização da Informação em SIG (Ana Paula Simão, António Gomes Correia, António José Roque, Bernardo Monteiro, Célia Marques, Fernando Castro, Nuno Charneca e Maria Dora Baptista)

Refere-se a importância de ser conhecida a localização de produtores, operadores e utilizadores de resíduos e agregados reciclados, bem como de caracterizar, de uma forma integrada e

georreferenciada, todos estes produtos. Para ser dada resposta a esta necessidade, o GT deu início à análise dos requisitos técnicos e funcionais de uma plataforma de SIG que respondesse cabalmente, e de forma simplificada, à análise deste tipo de informação.

A partir da localização georreferenciada de produtores, operadores e utilizadores, pretende-se implementar num SIG distribuído na internet, funcionalidades que permitam aferir: i) que tipo de resíduos ou agregados reciclados estão disponíveis; ii) onde estão localizados; e iii) em que quantidades estão disponíveis. Um sistema desta natureza implica necessariamente uma actualização frequente da informação disponibilizada, pelo que foi considerada útil a partilha de informação com o Sistema Integrado de Registo da Agência Portuguesa do Ambiente (SIRAPA), disponível em: <http://sirapa.apambiente.pt>. Esta partilha de informação será analisada futuramente pelo GT, em conjunto com a APA.

Grupo de Trabalho para a Valorização das Lamas das Estações de Tratamento de Água para Consumo Humano em Obras Geotécnicas (António José Roque – Coordenador e Artur João Cabeças)

Com base nos elementos recolhidos na bibliografia, os autores apresentaram as propriedades ambientais e geotécnicas das lamas das ETA, concluindo que se tratam de resíduos que não constituem uma fonte de poluição importante para solos, águas superficiais e subterrâneas e que depois de compactados, apresentam: a) permeabilidade muito baixa, viabilizando a sua aplicação na construção de camadas de confinamento dos sistemas basais e de cobertura final dos aterros de resíduos; b) baixa deformabilidade e razoável resistência ao corte, viabilizando a sua aplicação na construção de aterros estruturais de infraestruturas de transportes e obras geotécnicas, e de aterros de preenchimento no tardo de estruturas de suporte; e c) peso volumico inferior ao dos solos naturais, viabilizando a sua aplicação na construção de aterros estruturais leves sobre materiais de baixa resistência mecânica e elevada compressibilidade.

É indicado que no país, as lamas das ETA foram aplicadas na construção da camada de confinamento do sistema de cobertura final de um aterro de resíduos e na cobertura diária de resíduos colocados em aterro.

Grupo de Trabalho para a Valorização das Cinzas de Fundo da Combustão do Carvão em Obras Geotécnicas (Claudino Cardoso – Coordenador e Fernando Caldas Vieira)

É referido que, na gestão dos produtos da combustão de carvão em centrais termoeléctricas, foi encontrada solução para as cinzas volantes, com a sua incorporação na indústria cimenteira e de fabrico do betão, não se verificando o mesmo para as cinzas de fundo. Para estas, que representam 10% das cinzas volantes, começou por se procurar a sua valorização em obras geotécnicas. É referida a aplicação destes materiais na base e sub-base de um pavimento de uma via rodoviária num trecho experimental construído na Central Termoeléctrica de Sines, tendo os resultados mostrado o bom comportamento dos mesmos. Apesar dos bons resultados obtidos e da apresentação das conclusões do estudo numa sessão promovida para o efeito junto dos potenciais interessados (autarquias, empresas de construção rodoviária, e Estradas de Portugal), não se registou uma procura significativa do material. Com base na experiência adquirida, os autores fizeram uma leitura retrospectiva e identificaram os factores de insucesso, bem como as medidas a implementar para reverter a situação. Presentemente as cinzas de fundo estão a sofrer um tratamento de moagem em instalações cimenteiras e a ser incorporadas em cimento, como constituinte minoritário em betão, ao abrigo da norma das pozolanas.

Grupo de Trabalho para a Valorização dos Resíduos de Construção e Demolição em Obras Geotécnicas (Eduardo Fortunato – Coordenador, Agripino Fonseca, Maria de Lurdes Lopes e Pedro Curto)

Na abordagem às dificuldades associadas à aplicação do Decreto-Lei n.º 46/2008, na perspectiva de um produtor, é referido que o mercado de operadores que efectivamente realizam

a valorização de RCD é bastante reduzido, sendo os resíduos depositados maioritariamente em aterro. Este facto deve-se a vários factores, dos quais se destacam: a) a reduzida taxa para a deposição de RCD em aterro comparativamente com a taxa existente para a deposição de outros resíduos inertes (2€/t para RCD e 5€/t para outros inertes, mesmo que semelhantes); b) a dificuldade em colocar no mercado estes materiais com preços competitivos; c) a utilização destes materiais ainda suscita algumas dúvidas quanto à sua qualidade, apesar de alguns já apresentarem as suas características normalizadas.

Na Holanda, mais de 95% dos RCD são reutilizados e reciclados em obras de construção. Os principais instrumentos económicos que têm promovido a reciclagem neste país incluem, entre outros: o apoio à investigação, aos projectos de demonstração, e ao desenvolvimento de especificações e orientações para a utilização de materiais reciclados; as políticas relativas à utilização dos solos e as restrições à extracção de materiais naturais; o estabelecimento de elevadas taxas sobre a deposição em aterro; e a proibição da deposição de RCD em aterro.

É salientada a grande importância que assumem os projectos de demonstração quando se trata de questões como o estabelecimento do processo construtivo, a caracterização estrutural e a avaliação do comportamento a longo prazo. Uma das principais aplicações dos RCD é na obtenção de agregados, através de britagem de betão, que podem ser utilizados, por exemplo, em camadas de apoio de infraestruturas de transporte. As alvenarias de tijolo e outros materiais cerâmicos (telhas, azulejos, outros mosaicos cerâmicos e porcelanas) podem ser utilizados em aterros. O GT, para além de apresentar uma lista de obras geotécnicas realizadas no estrangeiro onde foram utilizados os RCD, com maior predominância das rodoviárias, também apresenta quatro casos de obra portugueses.

Grupo de Trabalho para a Valorização das Areias de Fundição em Obras Geotécnicas (Carlos Silva Ribeiro – Coordenador, Fernando Castro e Alfredo Nunes)

A areia de fundição é, de acordo com o publicado, uma mistura de uma areia, normalmente de sílica, à qual se adiciona um ligante e aditivos. Cerca de 75% da areia empregue é do tipo areia verde, cujo ligante é uma argila, a bentonite, e o aditivo é pó-de-carvão.

Por falta de alternativa de valorização adequada, as areias de fundição têm sido maioritariamente depositadas em aterros de resíduos, apesar de se conhecer uma vasta gama de possibilidades de valorização em geotecnia, aplicadas em países como França, Alemanha, Reino Unido e Estados Unidos da América.

Grupo de Trabalho para a Valorização dos Resíduos da Exploração de Pedreiras em Obras Geotécnicas (Alexandra Frias – Coordenadora, António José Roque, Célia Marques, Claudino Cardoso e Jorge Santos)

Os processos extractivo e transformador da pedra natural (ornamental e industrial) são responsáveis pela geração de quantidades elevadas de escombros e finos/lamas.

Os estudos geotécnicos realizados com resíduos resultantes da exploração de pedreiras, indicam que se tratam de materiais com potencial poluente baixo e viabilidade técnica para aplicação em obras geotécnicas. Os escombros de pedra, sendo constituídos por blocos rochosos que, na sua maioria, mantêm as características da rocha de origem, podem ser aplicados quase sem restrições, sobretudo se britados, em aterros estruturais de infraestruturas de transporte e obras geotécnicas. Um caso de obra bem sucedido a nível nacional, que o GT referiu, foi o da aplicação de materiais derivados de escombros de mármore na A6: Sub-lanços Évora – Estremoz e Estremoz – Borba, pela empresa Mota-Engil.

O mesmo tipo de aplicação dos escombros de pedreira pode ser atribuída aos finos de pedreiras de granitos, em resultado da baixa compressibilidade e satisfatória resistência ao corte destes materiais. A sua baixa permeabilidade, perspectiva ainda a sua aplicação em aterros de resíduos e no confinamento de terrenos contaminados. Semelhante destino poderão ter as “natas” dos mármore compactadas.

Grupo de Trabalho para a Valorização das Escórias de Aciaria em Obras Geotécnicas (António Gomes Correia – Coordenador, António Cavalheiro, António José Roque e Eduardo Fortunato)

Após descrição detalhada dos aspectos tecnológicos do processamento das escórias de aciaria adoptados na Siderurgia Nacional para que estas sejam transformadas em agregado siderúrgico inerte para a construção, é dedicada particular atenção à apresentação de documentos, guias de utilização e especificações para a utilização de materiais alternativos na indústria da construção. É referido que a nível internacional (Brasil, Espanha, França, Japão, Reino Unido), há exemplos de alterações em especificações desenvolvidas na perspectiva da aplicação dos materiais naturais, para passarem a contemplar valores limite para os materiais alternativos, tornando assim a legislação mais adequada à incorporação destes materiais nas obras geotécnicas.

Há uma secção dedicada à apresentação do processo de investigação e de desenvolvimento para a avaliação do desempenho técnico, económico e ambiental de um novo material. Segundo os autores, quando se pretende avaliar o desempenho técnico e ambiental de um novo produto para o mercado há que se dar prioridade aos ensaios de laboratório relacionados com as propriedades mecânicas e ambientais, bem como aos ensaios de campo. Na avaliação económica, é referido que a criação de mercados de resíduos e de actividades económicas com eles relacionadas são temas que têm vindo a ser discutidos desde há alguns anos, em todo o mundo desenvolvido. É feita referência à importância estratégica da intervenção do estado e do sector público nesta actividade, na qualidade, por exemplo, de legislador, regulador, principal impulsionador e facilitador.

Grupo de Trabalho para a Valorização das Escórias de Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos em Obras Geotécnicas (Maria de Lurdes Lopes – Coordenadora, Abílio Almeida e Carlos Dinis de Sousa)

A incineração dos resíduos sólidos urbanos (RSU) produz dois tipos de resíduos: as cinzas de fundo, vulgarmente designadas por escórias e as cinzas volantes. A não perigosidade das escórias de incineração de RSU associada às suas características físicas, químicas e mecânicas permite, de acordo com o mencionado pelo GT, a sua utilização em obras geotécnicas, como material alternativo aos agregados naturais. Com base nos elementos recolhidos concluíram que a utilização das escórias se afigura como possível em aterro e camada de leito de pavimento e na camada de sub-base de pavimento de baixo tráfego. Refere-se a construção de dois trechos experimentais, um com as escórias produzidas pela Lipor, e outro com as escórias produzidas pela Valorsul, tendo ambos evidenciado a viabilidade da utilização de escórias na camada de sub-base de pavimento de vias rodoviárias.

Grupo de Trabalho para a Valorização dos Resíduos de Pneus Usados em Obras Geotécnicas (António José Roque – Coordenador, Eduardo Fortunato e Paulo Silva)

Os estudos para a reciclagem de resíduos de pneus usados em obras geotécnicas são praticamente nulos no país. A nível internacional, porém, a avaliação da viabilidade técnica da aplicabilidade de resíduos de pneus usados neste tipo de obras iniciou-se há mais de vinte anos.

A reciclagem de pneus usados em obras geotécnicas é mais frequente na forma não processada, isto é como pneus inteiros, e na gama granulométrica 10-400 mm. As obras geotécnicas em que

os resíduos de pneus usados, inteiros ou processados, são potencialmente aplicáveis são, entre outras, as seguintes: a) infraestruturas de transporte (aterros estruturais, camada de isolamento para limitar a penetração do gelo sob os pavimentos rodoviários, camada de absorção de energia para evitar propagação de vibrações sob vias férreas e camada drenante); b) aterros de resíduos (camada de drenagem de águas pluviais, camada de drenagem e recolha de lixiviados e cobertura diária de resíduos); c) outras (estruturas de suporte e aterros de enchimento no tardoz de estruturas de suporte).

3.5. Disseminação da Informação

A realização de eventos é um meio privilegiado de divulgação dos conhecimentos mais recentes, quer nacionais quer internacionais, pelo que serão iniciativas tomadas regularmente pela CT-VROG.

No actual mandato já foi organizado um Seminário, o terceiro desde que a Comissão começou a sua actividade, sobre *Valorização de Resíduos em Obras Geotécnicas. Caracterização e Medidas para o Desenvolvimento do Sector*, o qual teve lugar nas instalações da U. de Aveiro, a 28 e 29 de Setembro de 2009. Os aspectos de engenharia - ambientais e mecânicos, económicos e sociais, reúnem as principais resoluções saídas do evento promovido conjuntamente com o Departamento de Engenharia Civil da U. de Aveiro. Ao nível de engenharia, as medidas a destacar são as seguintes: i) adaptar a legislação em vigor às especificidades da valorização dos resíduos em obras geotécnicas; ii) simplificar os procedimentos para a permissão da aplicação destes materiais nas obras; iii) produzir normas, especificações e guias de aplicação; iv) promover a caracterização ambiental e geotécnica dos resíduos; e v) promover a realização de projectos de demonstração por instituições de I&D, em associação com os produtores e os utilizadores de resíduos. Do ponto de vista económico há a destacar a necessidade de se: i) criarem plataformas que promovam e facilitem o encontro entre a oferta e a procura; ii) penalizar a exploração de matérias-primas não renováveis e a eliminação dos resíduos em aterro; e iii) bonificar os projectos que prevejam a incorporação de resíduos em obra. Ao nível dos aspectos sociais, e no quadro de uma sociedade que privilegia o desenvolvimento económico sustentável, sensibilizar os projectistas, os empreiteiros e os donos de obra para a importância da incorporação dos resíduos nas obras.

4. PERSPECTIVAS FUTURAS

A continuação dos projectos de investigação e de demonstração, do melhoramento da legislação e da regulamentação, e da disseminação dos conhecimentos na comunidade geotécnica, por um lado, e a percepção do impacte positivo no ambiente e no aumento da qualidade de vida das populações, por outro, contribuirão para demonstrar que a aplicação dos resíduos se pode traduzir por ganhos importantes, quer em termos técnicos quer em termos económicos.

Para quem estiver interessado em participar nos GT da Comissão ou obter mais informação sobre as actividades da CT-VROG, pode contactar directamente os membros da Comissão ou enviar um email para ctvaloresiduos-spg@lnec.pt.

REFERÊNCIAS

Pardo de Santayana, F. e Fortunato, E. (2004). Actividades do Grupo de Trabalho da SPG sobre valorização de resíduos em obras geotécnicas. *Actas do Seminário sobre Valorização de Resíduos em Obras Geotécnicas*. Eds. A. Gomes Correia, F. Pardo de Santayana, A. J. Roque, E. Fortunato, M. L. Lopes, SPG, Guimarães, 11 p.