

Aplicação sustentável de RCD em infraestruturas rodoviárias

Construção de trecho experimental no Ecoparque do Ambigroup, com aplicação de Resíduos de Construção e Demolição nas camadas granulares.

Fig.1 Materiais estudados



(a) Betão britado misto



(b) Mistura betuminosa britada



(c) mistura de 70% de ABGE calcário com 30% de mistura betuminosa fresada



(d) ABGE calcário

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e o Instituto Superior Técnico (IST) têm estado a desenvolver um projeto de investigação, apoiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), a concretizar ao longo de três anos, intitulado SUPREMA – Aplicação Sustentável de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) em Infraestruturas Rodoviárias, que pretende contribuir para a generalização da aplicação sustentável de RCD em pavimentos rodoviários, através da melhoria do conhecimento relativo ao desempenho do comportamento mecânico e ambiental destes materiais, quando colocados como agregados em camadas não ligadas de pavimentos.

O principal resultado esperado com o desenvolvimento deste projeto é a elaboração de recomendações práticas para projeto e construção de pavimentos rodoviários com a utilização de RCD, que incluirão um guia para a aplicação de misturas betuminosas fresadas como materiais granulares não ligados em camadas de sub-base e de leito de pavimento.

Assim, no âmbito do presente projeto foi construído um trecho experimental no novo Ecoparque do Ambigroup, presentemente em construção e destinado a atividades de reciclagem de materiais com diferentes origens (máquinas elétricas e eletrónicas, madeira, construção e demolição), localizado na zona sul da área metropolitana de Lisboa, Seixal, contemplando a aplicação de diferentes RCD nas camadas não ligadas, devidamente instrumentadas e cujo comportamento se pretende observar ao longo do tempo.

Os materiais aplicados nas quatro secções do trecho experimental foram selecionados a partir de diferentes resíduos, referindo-se RCD britado (mistura de betão e de cerâmica, Figura 1a), RCD de mistura betuminosa (britada e fresada, Figuras 1b e 1c) e agregado calcário,

como material de referência (Figura 1d). As quatro secções foram instrumentadas com extensómetros e células de carga, colocados ao nível das camadas granulares não ligadas, incluindo a fundação, e a camada betuminosa.

Todos estes materiais foram submetidos a ensaios laboratoriais de identificação e caracterização geométrica, física, mecânica, química e ambiental das suas principais propriedades, segundo as normas aplicáveis a misturas não ligadas e tendo em consideração as especificações portuguesas LNEC para a utilização de agregados reciclados: LNEC E 473, relativa à aplicação em camadas granulares não ligadas de pavimentos, e LNEC E 474, para aplicações em aterro e camada de leito do pavimento.

Os constituintes dos agregados grossos presentes em cada RCD foram identificados e classificados de acordo com a metodologia da norma EN 933-11, através da separação manual dos diferentes componentes, com exceção feita às partículas flutuantes (Quadro 1).

A zona selecionada para a construção do trecho experimental está localizada a norte do parque industrial, e corresponde à ocupação dos arruamentos junto à zona da entrada, segundo uma extensão de cerca de 90 metros e uma largura de seis metros em perfil transversal da faixa de rodagem, tendo sido disponibilizados pelo Ambigroup os meios materiais, técnicos e humanos para a sua concretização. A Figura 2 apresenta a geometria da implantação de cada uma das secções do trecho experimental em planta e em perfil transversal.

O pavimento do trecho experimental é constituído por uma camada em materiais granulares (MG) com 0,30 m de espessura, construída com os RCD e o material de referência, e por uma camada de mistura betuminosa (MB) constituída por macadame betuminoso do tipo AC 20 Reg 50/70 (MBD), com espessura média de 0,07 m, sendo que a seleção deste ▶



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



TÉCNICO
LISBOA

SEMINÁRIO

Aplicação sustentável de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) em infra-estruturas rodoviárias



suprema

Projeto PTDC/ECM/100931/2008
Aplicação Sustentável de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) em Infraestruturas Rodoviárias

LNEC • Lisboa
1 de julho de 2013
9:00 às 17:30

INFORMAÇÕES

Correspondência e pedidos de esclarecimento devem ser dirigidos a:

LNEC | Apoio à Organização de Reuniões
Av. de Brasil 101 | 1700-066 LISBOA
tel.: 21 844 34 83 | fax: 21 844 30 14 | cursos@lneec.pt

Quadro 1

Materiais	Constituintes						
	FL [cm ³ /kg]	Rc [%]	Ru [%]	Ra [%]	Rb [%]	Rg [%]	X [%]
Betão Britado Misto	0,6	68	17	1,9	13	0,3	0,1
Mistura Betuminosa Britada	0,0	19	10	69	1,89	0,0	0,0
Mistura Betuminosa Fresada	0,0	0,1	17	83	0,0	0,0	0,0

Legenda: **FL** - Material flutuante em volume | **Rc** - Betão, produtos de betão e argamassas | **Ru** - Agregados não ligados, pedra natural, agregados tratados com ligantes hidráulicos | **Ra** - Material betuminoso | **Rb** - Elementos de alvenaria de materiais argilosos (tijolo, ladrilhos, telhas, etc.), elementos de alvenaria de silicatos de cálcio e betão celular não flutuante | **Rg** - Vidro | **X** - Outros materiais não granulares (por ex. solos argilosos), plástico, borracha, metais (ferrosos e não ferrosos), matérias não flutuantes e estuque.

► material para aplicação na camada betuminosa foi da responsabilidade do dono de obra. Os métodos construtivos adotados foram similares em todo o trecho experimental. A Figura 3 mostra os equipamentos utilizados nas operações de espalhamento dos materiais granulares, Figura 3(a), rega da camada granular, Figura 3(b) e compactação dos materiais granulares e betuminosos, Figuras 3(c) e (d), respetivamente.

Durante a construção da camada granular procedeu-se ao controle dos valores do grau de compactação e do teor em água através da realização de ensaios *in situ*. Para além da fundação, foram também realizados ensaios de carga com FWD durante a construção das camadas não ligadas. Em cada secção do trecho experimental foram selecionados dois locais a instrumentar (Figura 4), onde se colocaram os seguintes equipamentos: I) extensómetros horizontais, na base da camada betuminosa; II) extensómetros verticais, no topo do aterro de fundação do pavimento; III) células de carga, no topo do aterro de fundação do pavimento.

A instrumentação foi realizada durante a construção das camadas, tendo obrigado a cuidados específicos de instalação e de movimentação de pessoas e máquinas. Anote-se que o posicionamento final de toda a instru-

mentação foi georreferenciado. No passeio, ao lado de cada uma das secções do trecho experimental, zona central, foram construídas quatro caixas de visita para localização dos terminais dos cabos de ligação aos sistemas de aquisição de dados de cada uma das secções.

Na Figura 5 apresenta-se, a título exemplificativo, alguma da instrumentação aplicada no trecho experimental, no topo da fundação (Figuras 5(a) e (b)) e na base da camada betuminosa (Figuras 5(c) e (d)). Apresenta-se ainda a colocação do termómetro para avaliação da temperatura no interior da camada betuminosa (Figura 5(d)).

Durante a construção do trecho experimental foram realizados ensaios de carga com o deflectómetro de impacto (FWD), sobre a camada de materiais granulares e sobre a camada final de mistura betuminosa, após a conclusão da construção. Posteriormente foram levadas a cabo novas campanhas de ensaios de carga, de modo a avaliar o comportamento dos materiais aplicados sob diferentes condições de temperatura e humidade. Os resultados obtidos nestas avaliações bem como os decorrentes da caracterização geométrica, física e ambiental dos RCD em apreço, realizadas no âmbito do projeto de investigação SUPREMA, serão apresentados em Seminário que terá lugar a 1 de julho de 2013 no LNEC.

Fig.3 Diferentes fases da construção do trecho experimental

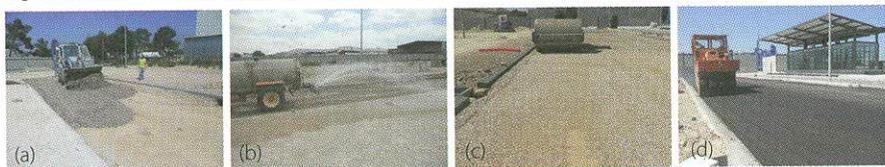
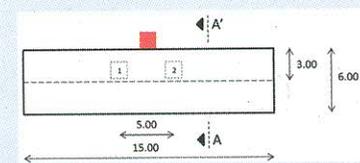


Fig.5 Instrumentação das secções experimentais, no topo do aterro de fundação e na base da camada betuminosa

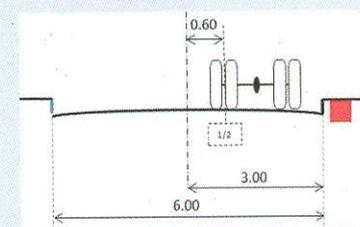


Fig.2 Geometria de implantação das secções do trecho experimental

Planta



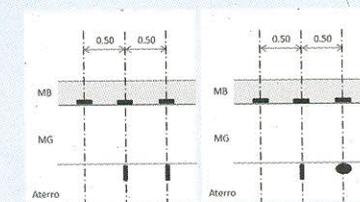
Perfil transversal



Legenda:

- Caixa de visita (terminal de instrumentação)
- 1 local a instrumentar

Fig.4 Instrumentação das secções experimentais



Legenda:

- Extensómetro vertical
- Extensómetro horizontal
- célula de carga
- MB - Camada de misturas betuminosas
- MG - Camada de materiais granulares