



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



TÉCNICO
LISBOA

SEMINÁRIO

Aplicação sustentável de **R**esíduos de **C**onstrução e **D**emolição (RCD)
em infra-estruturas rodoviárias

IMPORTÂNCIA DA VALORIZAÇÃO DE RCD EM PORTUGAL PARA A INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO

Arlindo F. Gonçalves

Isabel M. Martins





Índice

- Enquadramento
- Legislação
- Legislação específica
 - Especificações LNEC
- Normalização
- Projetos de investigação
- Teses
- Casos de estudo
- Produção de RCD
- Constrangimentos e futuro



ENQUADRAMENTO



Enquadramento

- O reaproveitamento de materiais provenientes de estruturas antigas para enchimento ou como agregado desempenhava já um papel importante no tempo dos Romanos.

A reutilização era uma prática comum e necessitava de pessoal especializado.





Enquadramento

- No séc. I a.C. os legisladores romanos estabeleceram a *Lex Municipii Tarentini*, que permaneceu praticamente inalterada até o século VI d.C., na qual era prevista a reutilização de materiais de construção.



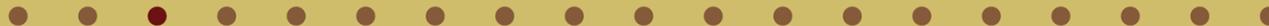
Enquadramento



- Ponte Cestio – Roma (43d.C.) – ponte em arco de alvenaria de pedra reconstruída no séc. IV usando pedras do pórtico do Teatro de Marcelo.



LEGISLAÇÃO





Legislação

Resíduos de construção e demolição

“Resíduo proveniente de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação e demolição e da derrocada de edificações”



Legislação

Lista Europeia
de Resíduos
(LER)

Portaria 209/2004

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

Existem RCD enquadrados noutros capítulos (ex^o embalagens)



Legislação

Enquadramento
jurídico

Regime geral de gestão de resíduos

- Decreto-lei 73/2011

Regime específico

- Decreto-lei 46/2008



Legislação

- Decreto- Lei 73/2011
 - 3ª alteração ao Decreto-Lei 178/2006
 - Transpõe a Diretiva-Quadro de Resíduos 2008/98/CE

Clarificação de conceitos

Fim do estatuto de resíduo

Conceito de subproduto

Nova hierarquia de gestão de resíduos



Legislação

- **Clarificação de conceitos**

Decreto-Lei 178/2006

«**Reutilização**» a reintrodução, sem alterações significativas, de substâncias, objetos ou produtos nos circuitos de produção ou de consumo de forma a evitar a produção de resíduos

Decreto-Lei 73/2011

«**Reutilização**» qualquer operação mediante a qual produtos ou componentes que não sejam resíduos são utilizados novamente para o mesmo fim para que foram concebidos



Legislação

- **Conceito de subproduto** (Art.º 44º-A)

Podem ser considerados subprodutos e não resíduos quaisquer substâncias ou objetos resultantes de um processo produtivo cujo principal objetivo não seja a sua produção quando verificadas as condições indicadas no diploma.



Legislação

- **Fim do estatuto de resíduo** (Art.º 44º-B)

Pode aplicar -se a determinados resíduos quando tenham sido submetidos a uma operação de valorização, incluindo a reciclagem, e satisfaçam critérios específicos a estabelecer nos termos das condições indicadas no diploma.



Legislação

- Estabelece metas para RCD até 2020:

“... b) Um aumento mínimo para 70 % em peso relativamente à preparação para a reutilização, a reciclagem e outras formas de valorização material



Legislação

- Para a concretização das metas

“sempre que tecnicamente exequível, é obrigatória a utilização de pelo menos 5 % de materiais reciclados ou que incorporem materiais reciclados em empreitadas de construção e de manutenção de infra -estruturas ao abrigo do Códigos dos Contratos Públicos”

ESTES MATERIAIS RECICLADOS DEVEM SER CERTIFICADOS





LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA



Enquadramento

- Os RCD constituem cerca de 1/3 dos resíduos produzidos sendo por isso um fluxo prioritário
 - União Europeia - 850 milhões de toneladas



Legislação específica

- Heterogeneidade dos materiais e dos níveis de perigosidade
- Dificuldade de controlo e fiscalização do desempenho ambiental das empresas do sector
- Deposições ilegais





Legislação específica

- **Decreto-Lei 46/2008**
 - Estabelece as regras relativas às operações de gestão de resíduos de RCD
 - articulado com o Código dos Contratos Públicos e o Regime Jurídico da Urbanização e Edificação.
 - Estabelece as regras técnicas relativas à utilização de RCD.



Legislação específica

- **Decreto-Lei 46/2008**
 - Cria condições para a gestão dos RCD que privilegiam a prevenção da produção e da perigosidade, o recurso à triagem obrigatória na origem, à reciclagem e a outras formas de valorização

Legislação específica

- O Decreto-Lei 46/2008 prevê que o projeto de execução de obras públicas seja acompanhado de um Plano de Prevenção e Gestão de RCD (PPG), que assegura o cumprimento dos princípios de gestão de RCD

RCD provenientes de um único produtor/detentor

I - Identificação do transportador

| | | | |
|---------------------------------|------|---|--|
| Nome: | | Morada: | |
| Localidade: | | Concelho: | |
| Código Postal: | CAB: | NIB: | |
| Tel.: | Fax: | E-mail: | |
| Matrícula do Camião ou Tractor: | | Matrícula do Bloqueio ou Semi-Bloqueio: | |

Data: / /

Assinatura do Motorista:

II - Identificação da obra

| | | |
|----------------|-------------|-----------|
| Nome: | | |
| Morada: | | |
| Alvará nº: | Localidade: | Concelho: |
| Código Postal: | Tel.: | Fax: |

III - Identificação do Produtor ou detentor

| | |
|----------------|-------------------------------------|
| Nome: | |
| Morada: | Localidade: |
| Concelho: | Alvará ou Título de registo do IRL: |
| Código Postal: | Tel.: |
| Fax: | |

IV - Classificação* e quantificação dos RCD e identificação do respectivo destinatário

| Movimento | Códigos LEB | Quantidade (ou m³) | Destinatário | Assinatura do Destinatário |
|-----------|-------------|--------------------|--------------|----------------------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |

* De acordo com o Portaria nº 205/2004, de 1 de Março. Emissão Técnica de Resíduos



ESPECIFICAÇÕES LNEC





Especificações LNEC

- O Decreto-Lei 46/2008 estabelece que a utilização de RCD em obra, na ausência de normas técnicas aplicáveis, fica sujeita ao cumprimento das especificações LNEC.

Especificações LNEC

- LNEC E 471 - Utilização de agregados reciclados grossos em betões de ligantes hidráulicos

NP EN 12620



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

ESPECIFICAÇÃO LNEC

Documentação normativa

GUIA PARA A UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS GROSSOS EM BETÕES DE LIGANTES HIDRÁULICOS

Esta Especificação anula e substitui a Especificação LNEC E 471/2006.

GUIDE POUR L'UTILISATION DES GRANULATS RECYCLÉS GROS DANS LES BÉTONS

OBJET

Ce document établit les exigences minimales que les granulats recyclés gros objet de la norme EN 12620 doivent satisfaire pour leur utilisation dans le béton.

GUIDE FOR THE USE OF COARSE RECYCLED AGGREGATES IN CONCRETE

SCOPE

This document establishes the minimum requirements that the coarse recycled aggregates covered by EN 12620 must comply with in order to be used in concrete.

E 471 - 2009

CI/SfB

q4-p9 (A/v)

CDU 691.327.691.322.004.8(083.74)

ISSN 0870-8592

DEZEMBRO DE 2009

| ÍNDICE | Pág. | 2 REFERÊNCIAS NORMATIVAS |
|--|------|---|
| 1 OBJECTO | 1 | Nesta Especificação é feita referência aos seguintes documentos normativos: |
| 2 REFERÊNCIAS NORMATIVAS | 1 | EN 933-1:1997+A1:2005 – Tests for geometrical properties of aggregates. Part 1: Determination of particle size distribution. Sieving method. |
| 3 ENQUADRAMENTO GERAL | 2 | EN 933-3:1997+A1:2003 – Tests for geometrical properties of aggregates. Part 3: Determination of particle shape. Flakiness index. |
| 3.1 Processamento e armazenamento dos resíduos de construção e demolição | 2 | EN 933-11:2009 – Tests for geometrical properties of aggregates. Part 11: Classification test for the constituents of coarse recycled aggregate. |
| 3.2 Condições gerais de utilização | 2 | EN 1097-2:1998+A1:2006 – Tests for mechanical and physical properties of aggregates. Part 2: Methods for the determination of resistance to fragmentation. |
| 3.3 Aspectos ambientais | 2 | EN 1097-6:2000+A1:2005 – Tests for mechanical and physical properties of aggregates. Part 6: Determination of particle density and water absorption. |
| 3.4 Reacção alcali-silica | 3 | EN 1367-4:2008 – Tests for thermal and weathering properties of aggregates. Part 4: Determination of drying shrinkage. |
| 4 CLASSIFICAÇÃO DOS AGREGADOS | 3 | EN 1744-1:2009 – Tests for chemical properties of aggregates. Part 1: Chemical analysis. |
| 5 PROPRIEDADES E REQUISITOS MÍNIMOS | 3 | EN 1744-5:2006 – Tests for chemical properties of aggregates. Part 5: Determination of acid soluble chloride salts. |
| 6 REGRAS DE APLICAÇÃO | 3 | EN 1744-6:2006 – Tests for chemical properties of aggregates. Part 6: Determination of the influence of recycled aggregate extract on the initial setting time of cement. |
| 6.1 Agregados reciclados ARB1 e ARB2 | 3 | EN 12457-4:2002 – Characterisation of waste. Leaching Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges. Part 4: One stage batch test at liquid to solid ratio of 10 l/kg for materials with particle size below 10 mm (without or with size reduction). |
| 6.2 Agregados reciclados ARC | 6 | |
| 7 CONTROLO DA QUALIDADE | 6 | |
| 8 BIBLIOGRAFIA | 6 | |

1 OBJECTO

A presente Especificação fornece recomendações e estabelece requisitos mínimos para a utilização de agregados reciclados grossos abrangidos pela norma NP EN 12620 no fabrico de betões de ligantes hidráulicos.

Os agregados reciclados a que se refere esta Especificação provém de resíduos de obras de construção, reabilitação e demolição de edifícios ou outras estruturas de engenharia civil, adiante designados por resíduos de construção e demolição.

Esta Especificação faz parte de um conjunto de especificações LNEC – E 471, E 472, E 473 e E 474 – que estabelece as condições de utilização de materiais provenientes de resíduos de construção e demolição em obras de engenharia civil.

Especificações LNEC

- LNEC E 472 – Reciclagem de misturas betuminosas a quente em central



LN3C LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

ESPECIFICAÇÃO LNEC
 Documentação normativa

GUIA PARA A RECICLAGEM DE MISTURAS BETUMINOSAS A QUENTE EM CENTRAL

Esta Especificação anula e substitui a Especificação LNEC E 472-2006.

GUIDE POUR LA RECYCLAGE DES MÉLANGES BITUMINEUXES À CHAUD EN USINE

OBJET

Ce document classeifie les agrégats d'enrobés d'après la EN 13108-8 et présente une orientation pour son utilisation dans la production d'enrobés recyclés.

GUIDE FOR THE PRODUCTION OF RECYCLED HOT MIX ASPHALT

SCOPE

This document classifies reclaimed asphalt materials covered by EN 13108-8 and provides guidelines for their use in hot mix recycled asphalt.

| ÍNDICE | Pág. |
|--|------|
| 1 OBJECTO..... | 1 |
| 2 REFERÊNCIAS NORMATIVAS..... | 1 |
| 3 ENQUADRAMENTO GERAL..... | 2 |
| 4 CONDIÇÕES GERAIS DE UTILIZAÇÃO..... | 2 |
| 4.1 Aspectos ambientais..... | 2 |
| 4.2 Manuseamento e armazenamento das misturas betuminosas recuperadas..... | 2 |
| 4.3 Centrais de fabrico..... | 2 |
| 5 IDENTIFICAÇÃO DAS MISTURAS BETUMINOSAS RECUPERADAS..... | 3 |
| 6 REGRAS DE APLICAÇÃO, PROPRIEDADES E REQUISITOS MÍNIMOS..... | 3 |
| 7 FORMULAÇÃO DA MISTURA RECICLADA..... | 4 |
| 8 CONTROLO DA QUALIDADE..... | 4 |
| 9 BIBLIOGRAFIA..... | 4 |

1 OBJECTO

A presente Especificação fornece recomendações e estabelece requisitos mínimos para o fabrico e aplicação de misturas betuminosas recicladas a quente em central, utilizando misturas betuminosas recuperadas.

As misturas betuminosas recuperadas a que se refere esta Especificação estão abrangidas pela EN 13108-8 e provêm de obras de construção, reabilitação, conservação e demolição de pavimentos rodoviários e aeroportuários, adiante designados por resíduos de construção e demolição. Estas misturas podem ser constituídas por misturas betuminosas fresadas, por placas retiradas de camadas de pavimentos posteriormente desagregadas e/ou britadas, ou por materiais excedentários da produção de misturas betuminosas.

Esta Especificação faz parte de um conjunto de especificações LNEC – E 471, E 472, E 473 e E 474 – que estabelece as condições de utilização de materiais provenientes de resíduos de construção e demolição em obras de engenharia civil.

E 472 - 2009

CI/SIB

59 | (A)vi

CDU 625.8.061.004.8(083.74)

ISSN 0870-8592

DEZEMBRO DE 2009

2 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Nesta Especificação é feita referência aos seguintes documentos normativos:

EN 933-1:1997+A1:2005 – Tests for geometrical properties of aggregates. Part 1: Determination of particle size distribution. Sieving method.

EN 1426:2007 – Bitumen and bituminous binders. Determination of needle penetration.

EN 1427:2007 – Bitumen and bituminous binders. Determination of softening point. Ring and ball method.

EN 12597:2000 – Bitumen and bituminous binders. Terminology.

EN 12697-1:2005 – Bituminous mixtures. Test methods for hot mix asphalt. Part 1: Soluble binder content.

EN 12697-3:2005 – Bituminous mixtures. Test methods for hot mix asphalt. Part 3: Bitumen recovery: Rotary evaporator.

EN 12697-4:2005 – Bituminous mixtures. Test methods for hot mix asphalt. Part 4: Bitumen recovery: Fractionating column.

EN 12697-14:2000+AC:2001 – Bituminous mixtures. Test methods for hot mix asphalt. Part 14: Water content.

EN 12697-42:2005 – Bituminous mixtures. Test methods for hot mix asphalt. Part 42: Amount of coarse foreign matter in reclaimed asphalt.

EN 13043:2002+AC:2004 – Aggregates for bituminous mixtures and surface treatments for roads, airfields and other trafficked areas.

EN 13108-1:2006+AC:2008 – Bituminous mixtures. Material specifications. Part 1: Asphalt concrete.

EN 13108-7:2006+AC:2008 – Bituminous mixtures. Material specifications. Part 7: Porous asphalt.

EN 13108-8:2005 – Bituminous mixtures. Material specifications. Part 8: Reclaimed asphalt.

LNEC E 471-2009 – Guia para a Utilização de Agregados Reciclados Grossos em Betões de Ligantes Hidráulicos.

LN3C
 Av. Brasil, 101, 1700-066 LISBOA PORTUGAL
 Tel: (+351) 21 844 30 11
 info@lne3c.pt www.lne3c.pt





Especificações LNEC

- LNEC E 473 – Agregados reciclados em camadas não ligadas de pavimentos

EN 13242
EN 13285



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

ESPECIFICAÇÃO LNEC

Documentação normativa

GUIA PARA A UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS REICLADOS EM CAMADAS NÃO LIGADAS DE PAVIMENTOS

Esta Especificação anula e substitui a Especificação LNEC E 473-2006.

GUIDE POUR L'APPLICATION DES GRANULATS RECYCLÉS DANS LES COUCHES DE CHAUSSÉES NON LIÉES

OBJET

Ce document établit les exigences que les granulats recyclés objet des EN 13242+A1 et EN 13285 doivent satisfaire pour leur utilisation dans les couches fondation et de base non liées.

GUIDE FOR THE USE OF RECYCLED AGGREGATES IN UNBOUND PAVEMENT LAYERS

SCOPE

This document establishes the requirements that recycled aggregates covered by EN 13242+A1 and EN 13285 must comply with in order to be used in unbound sub-base and base pavement layers.

ÍNDICE Pág.

| | |
|---|---|
| 1 OBJECTO..... | 1 |
| 2 REFERÊNCIAS NORMATIVAS..... | 1 |
| 3 ENQUADRAMENTO GERAL..... | 2 |
| 3.1 Processamento e armazenamento dos resíduos de construção e demolição..... | 2 |
| 3.2 Aspectos ambientais..... | 2 |
| 4 CLASSIFICAÇÃO DOS AGREGADOS..... | 2 |
| 5 PROPRIEDADES E REQUISITOS MÍNIMOS..... | 2 |
| 6 REGRAS DE APLICAÇÃO..... | 3 |
| 7 CONTROLO DA QUALIDADE..... | 3 |
| 8 BIBLIOGRAFIA..... | 4 |

1 OBJECTO

A presente Especificação fornece recomendações e estabelece requisitos mínimos para a utilização de agregados reciclados, abrangidos pela EN 13242+A1, em camadas não ligadas (base e sub-base) de pavimentos rodoviários, conforme previsto na EN 13285.

Os agregados reciclados a que se refere esta especificação provêm de resíduos de obras de construção, reabilitação ou demolição de edifícios, infra-estruturas de transportes ou outras estruturas de engenharia civil, adiante designados por resíduos de construção e demolição. Estes agregados podem ser constituídos por betões britados, agregados provenientes de camadas de pavimento não ligadas, alvenarias e misturas betuminosas.

Esta especificação faz parte de um conjunto de especificações LNEC – E 471, E 472, E 473 e E 474 – que estabelece as condições de utilização de materiais provenientes de resíduos de construção e demolição em obras de engenharia civil.

E 473 - 2009

CI/SfB

pfs | (A)pr

CDU 691.322.004.8.625.71.8(083.74)

ISSN 0870-8592

DEZEMBRO DE 2009

2 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Nesta Especificação é feita referência aos seguintes documentos normativos:

- EN 933-1:1997+A1:2005 – Tests for geometrical properties of aggregates. Part 1: Determination of particle distribution. Sieving method.
- EN 933-5:1998+A1:2004 – Tests for geometrical properties of aggregates. Part 5: Determination of percentage of crushed and broken surfaces in coarse aggregate particles.
- EN 933-9:2009 – Tests for geometrical properties of aggregates. Part 9: Assessment of fines. Methylene blue test.
- EN 933-11:2009+AC:2009 – Tests for geometrical properties of aggregates. Part 11: Classification test for the constituents of coarse recycled aggregate.
- EN 1097-1:1996+A1:2003 – Tests for mechanical and physical properties of aggregates. Part 1: Determination of the resistance to wear (micro-Deval).
- EN 1097-2:1998+A1:2006 – Tests for mechanical and physical properties of aggregates. Part 2: Methods for the determination of resistance to fragmentation.
- EN 1744-1:2009 – Tests for chemical properties of aggregates. Part 1: Chemical analysis.
- EN 12457-4:2002 – Characterisation of waste. Leaching Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges. Part 4: One stage batch test at liquid to solid ratio of 10 l/kg for materials with particle size below 10 mm (without or with size reduction).
- EN 13242:2002+A1:2007 – Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and road construction.
- EN 13825:2003 – Unbound mixtures. Specification.



MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES

LNEC
Av. Brasil, 101, 1700-066 LISBOA PORTUGAL
Tel: (+351) 21 844 30 11
lnecc@lnecc.pt www.lnecc.pt



Especificações LNEC

- LNEC E 474 – Materiais reciclados em aterros e camada de leito de infraestruturas de transporte



ESEPECIFICAÇÃO LNEC

Documentação normativa

GUIA PARA A UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS RECICLADOS PROVENIENTES DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM ATERRO E CAMADA DE LEITO DE INFRA-ESTRUTURAS DE TRANSPORTE

E 474 - 2009

| | | |
|--------|-----------------------|-------|
| CV/SFB | p/s | (A/v) |
| CDU | 691.322.004.8(083.74) | |
| ISSN | 0870-8592 | |

DEZEMBRO DE 2009

Esta Especificação anula e substitui a Especificação LNEC E 474-2006.

GUIDE POUR L'UTILISATION DE MATÉRIEAUX RECYCLÉS PROVENANT DE RÉSIDUS DE CONSTRUCTION ET DE DÉMOLITION EN REMBLAI ET EN COUCHE DE FORME D'INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

OBJET

Ce document établit les exigences minimales que les résidus de construction et de démolition doivent satisfaire pour leur utilisation en remblai et en couche de forme d'infrastructures de transport.

GUIDE FOR THE USE OF RECYCLED MATERIALS COMING FROM CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE IN EMBANKMENT AND CAPPING LAYER OF TRANSPORT INFRASTRUCTURES

SCOPE

This document establishes the minimum requirements that construction and demolition waste must comply with in order to be used in embankment and capping layer of transport infrastructures.

| ÍNDICE | Pág. |
|--|------|
| 1 OBJECTO | 1 |
| 2 REFERÊNCIAS NORMATIVAS | 1 |
| 3 ENQUADRAMENTO GERAL | 2 |
| 3.1 Processamento e armazenamento dos resíduos de construção e demolição | 2 |
| 3.2 Condições gerais de utilização | 2 |
| 3.3 Aspectos ambientais | 2 |
| 4 CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS RECICLADOS | 2 |
| 5 PROPRIEDADES E REQUISITOS MÍNIMOS | 3 |
| 6 REGRAS DE APLICAÇÃO | 4 |
| 6.1 Materiais do tipo MAT1 | 4 |
| 6.2 Materiais do tipo MAT2 | 4 |
| 7 CONTROLO DA QUALIDADE | 4 |
| 8 BIBLIOGRAFIA | 4 |

1 OBJECTO

A presente Especificação fornece recomendações e estabelece requisitos mínimos para a utilização de materiais reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição em aterro e camada de leito de infra-estruturas de transporte, nomeadamente rodoviárias, aeroportuárias e ferroviárias.

Os materiais reciclados a que se refere esta Especificação provêm de resíduos de obras de construção, reabilitação e demolição de edifícios, infra-estruturas de transporte ou outras estruturas de engenharia civil, adiante designados por resíduos de construção e demolição.

Esta Especificação faz parte de um conjunto de especificações LNEC – E 471, E 472, E 473 e E 474 – que estabelece as condições de utilização de materiais provenientes de resíduos de construção e demolição em obras de engenharia civil.

2 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Nesta Especificação é feita referência aos seguintes documentos normativos:

- EN 933-9:2009 – Tests for geometrical properties of aggregates. Part 9: Assessment of fines. Methylene blue test
- EN 933-11:2009+AC:2009 – Tests for geometrical properties of aggregates. Part 11: Classification test for the constituents of coarse recycled aggregate.
- EN 1097-1:1996+A1:2003 – Tests for mechanical and physical properties of aggregates. Part 1: Determination of the resistance to wear (micro-Deval).
- EN 1097-2:1998+A1:2006 – Tests for mechanical and physical properties of aggregates. Part 2: Methods for the determination of resistance to fragmentation.
- EN 1744-1:2009 – Tests for chemical properties of aggregates. Part 1: Chemical analysis.
- EN 12457-2:2002 – Characterisation of waste. Leaching. Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges. Part 2: One stage batch test at liquid to solid ratio of 10 l/kg for materials with particle size below 4 mm (without or with size reduction).
- EN 12457-4:2002 – Characterisation of waste. Leaching. Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges. Part 4: One stage batch test at liquid to solid ratio of 10 l/kg for materials with particle size below 10 mm (without or with size reduction).
- LNEC E 196-1966 – Solos. Análise granulométrica.
- LNEC E 471-2009 – Guia para a utilização de agregados reciclados grossos em betões de ligantes hidráulicos.
- LNEC E 472-2009 – Guia para a reciclagem de misturas betuminosas a quente em central.
- LNEC E 473-2009 – Guia para a utilização de agregados reciclados em camadas não ligadas de pavimentos.





NORMALIZAÇÃO



European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung





Normalização

- Entra hoje (1 de julho) em vigor, em todo o seu articulado, o **REGULAMENTO DOS PRODUTOS DA CONSTRUÇÃO**
- Substitui a Diretiva dos Produtos da Construção

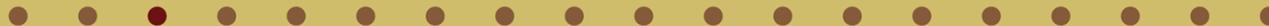




Normalização

Requisitos básicos RPC

- 1. Resistência mecânica e estabilidade
- 2. Segurança contra incêndio
- 3. Higiene, saúde e ambiente
- 4. Segurança e acessibilidade na utilização
- 5. Proteção contra o ruído
- 6. Economia de energia e isolamento térmico
- 7. Utilização sustentável dos recursos naturais

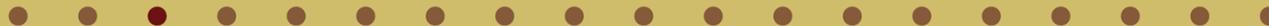




Normalização - RPC

As obras de construção devem ser concebidas, realizadas e demolidas de modo a garantir uma utilização sustentável dos recursos naturais e, em particular, a assegurar:

- a) A reutilização ou a reciclabilidade das obras de construção, dos seus materiais e das suas partes após a demolição;
- b) A durabilidade das obras de construção;
- c) A utilização, nas obras de construção, de matérias-primas e materiais secundários compatíveis com o ambiente





Normalização

- O CEN / TC 350 vem publicando desde 2010 normalização relativa à sustentabilidade das construções
- Privilegia-se que as decisões tenham em conta todo o ciclo de vida das construções e materiais, o que terá impacto
 - Nas soluções construtivas
 - Na escolha dos materiais



PROJETOS DE INVESTIGAÇÃO

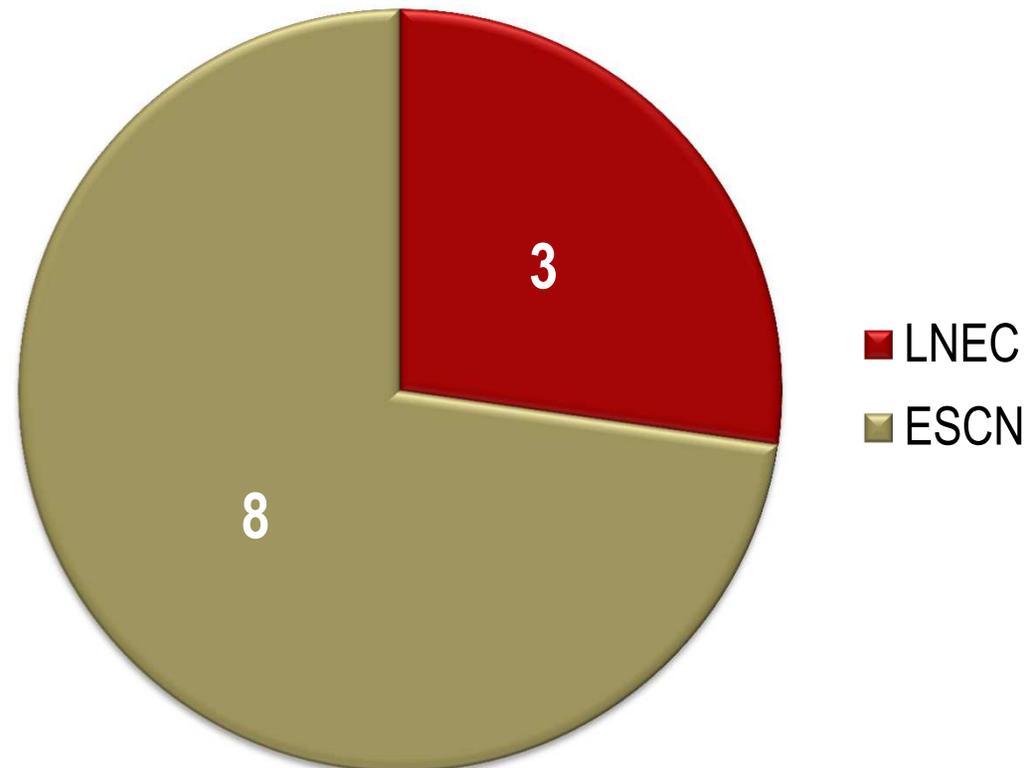




Projetos de investigação

Projetos FCT

11 Projetos nacionais na área de RCD financiados pela FCT





Projetos de Investigação

- **REPARE** – Reabilitação de pavimentos rodoviários através de reciclagem a quente
 - LNEC, FCT/UC e CEC/UM
 - FCT -2005/2008
- **SUPREMA** – Aplicação sustentável de resíduos de construção e demolição (RCD) em infraestruturas rodoviárias
 - LNEC, IST
 - FCT 2010/2013





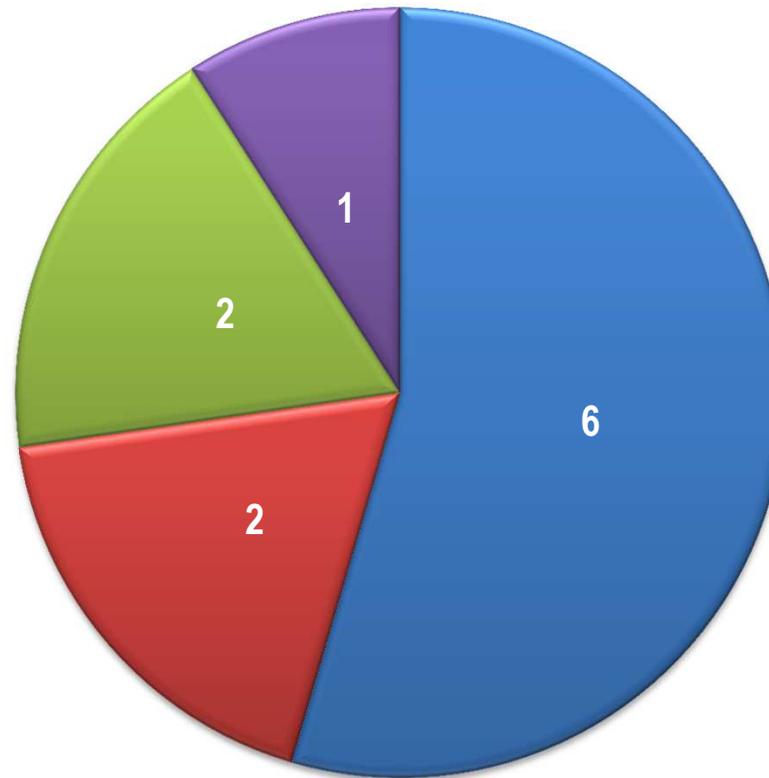
TESES





Teses

Teses
coorientadas
pelo LNEC



- Infraestruturas rodoviárias
- Genéricas
- Argamassas
- Betão



Teses

Genéricas e Betão

- Gestão de resíduos de construção e demolição: Estudo comparativo Brasil-Portugal (LNEC/UFP)
- Sistemas de gestão sustentável de resíduos na construção, a escalas multimunicipais e regionais (LNEC/UBI)
- Reações álcalis-sílica em betões com agregados reciclados (LNEC/IST)





Teses

Argamassas

- Desempenho de argamassas com incorporação de agregados finos provenientes da trituração do betão. Integração de RCD. (LNEC/IST)
- Desempenho de argamassas com incorporação de agregados finos provenientes da trituração do betão. Efeitos fíler e pozolânico (LNEC/IST)





Teses

Infraestruturas rodoviárias

- Contribuição para o estudo do comportamento mecânico de resíduos de construção e demolição aplicados em estradas de baixo tráfego (LNEC/IST)
- Aplicação de resíduos de construção e demolição (RCD) em camadas de sub-base não ligadas de estradas de baixo tráfego (LNEC/IST)





Teses

Infraestruturas rodoviárias

- Guia para a utilização de resíduos de construção e demolição em vias municipais e rurais e em valas (LNEC/UM)
- Estudo da viabilidade de aplicação de resíduos de construção e demolição (RCD) em obras de infraestruturas de transportes – O caso da aplicação em misturas betuminosas (LNEC/IST)





Teses

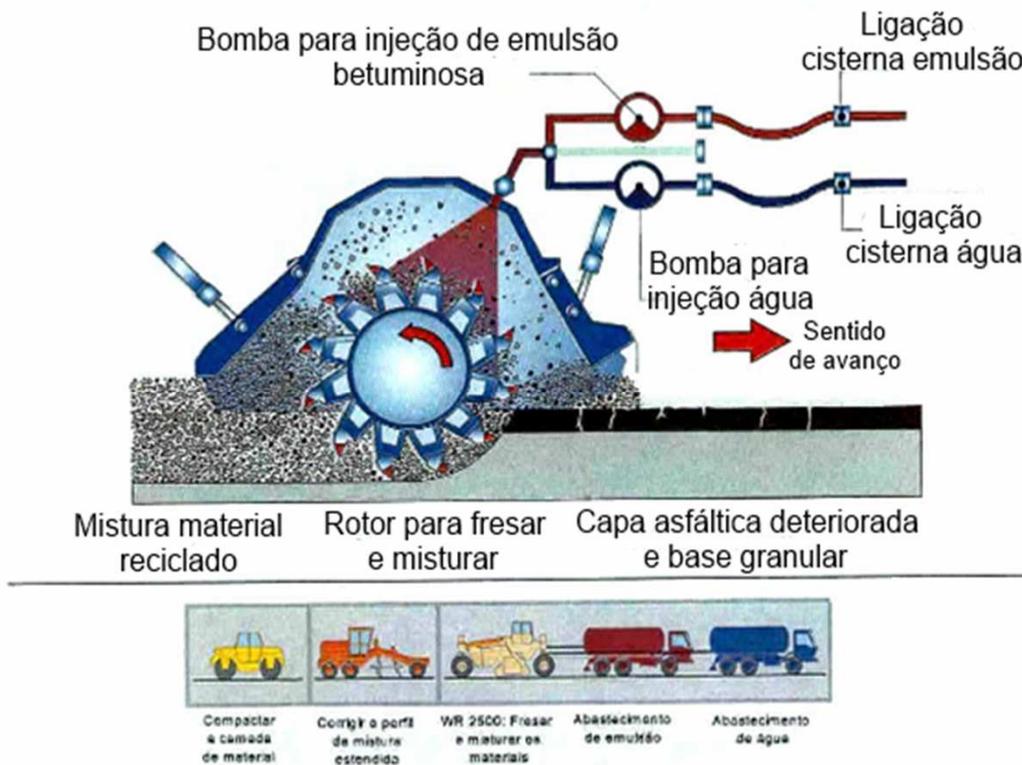
Infraestruturas rodoviárias

- Reciclagem do ASIC e de RCD na camada de drenagem dos aterros de resíduos. Avaliação da suscetibilidade à degradação (LNEC/UNL)
- Caracterização e formulação de misturas betuminosas recicladas temperadas em central (LNEC/UBI)



Casos de estudo

IP2 – Barragem do Fratel/EN 118



- Material: Camada betuminosa
- Reciclagem a frio *in situ*

Taxa de reciclagem 100%



Casos de estudo

Estoril-Sol Residence



- Área bruta de 30 000 m²
- Total: 4250 ton RCD (2400 ton de betão) valorizados por operadores de gestão de resíduos.

Taxa de reciclagem 99%





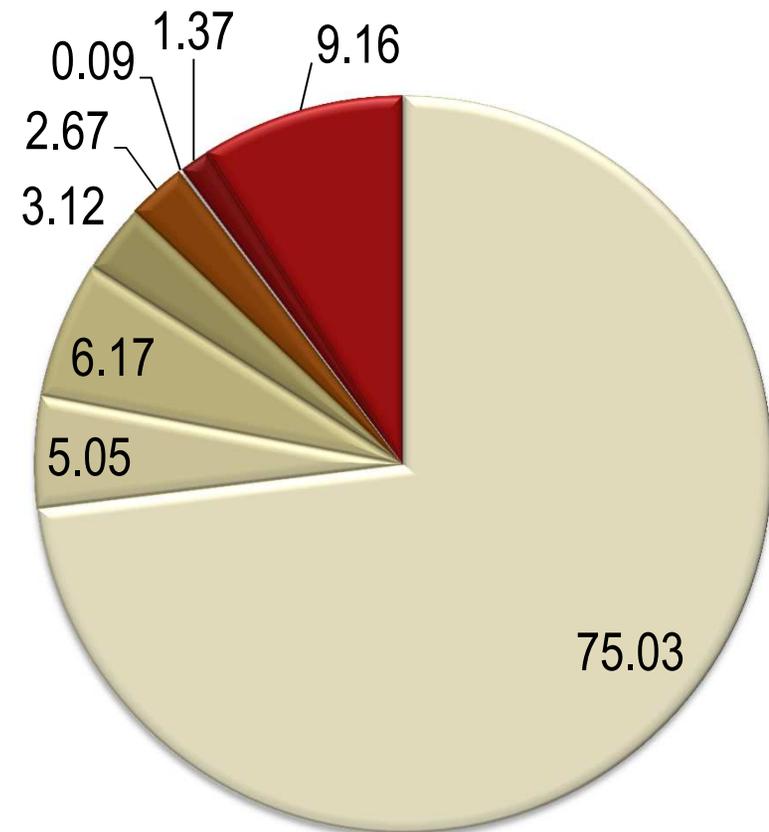
PRODUÇÃO DE RCD



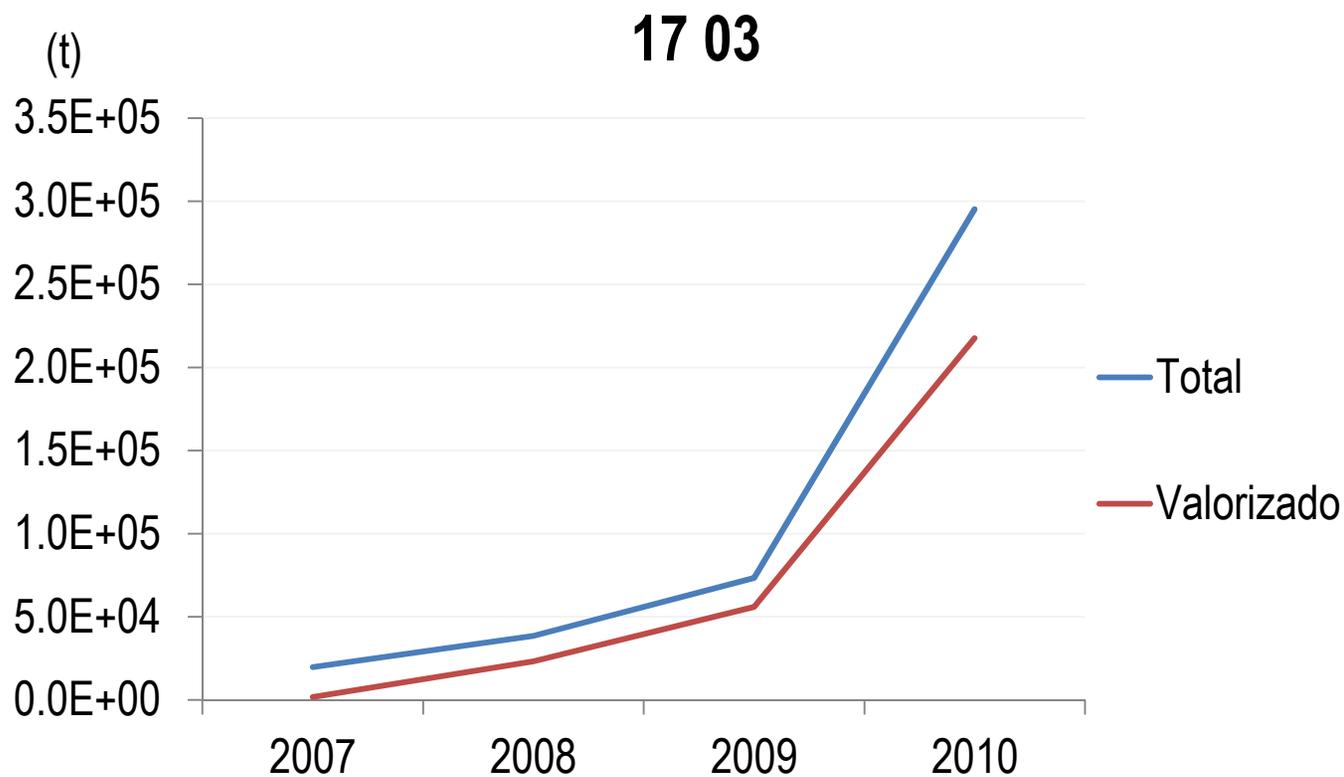
Produção de RCD

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

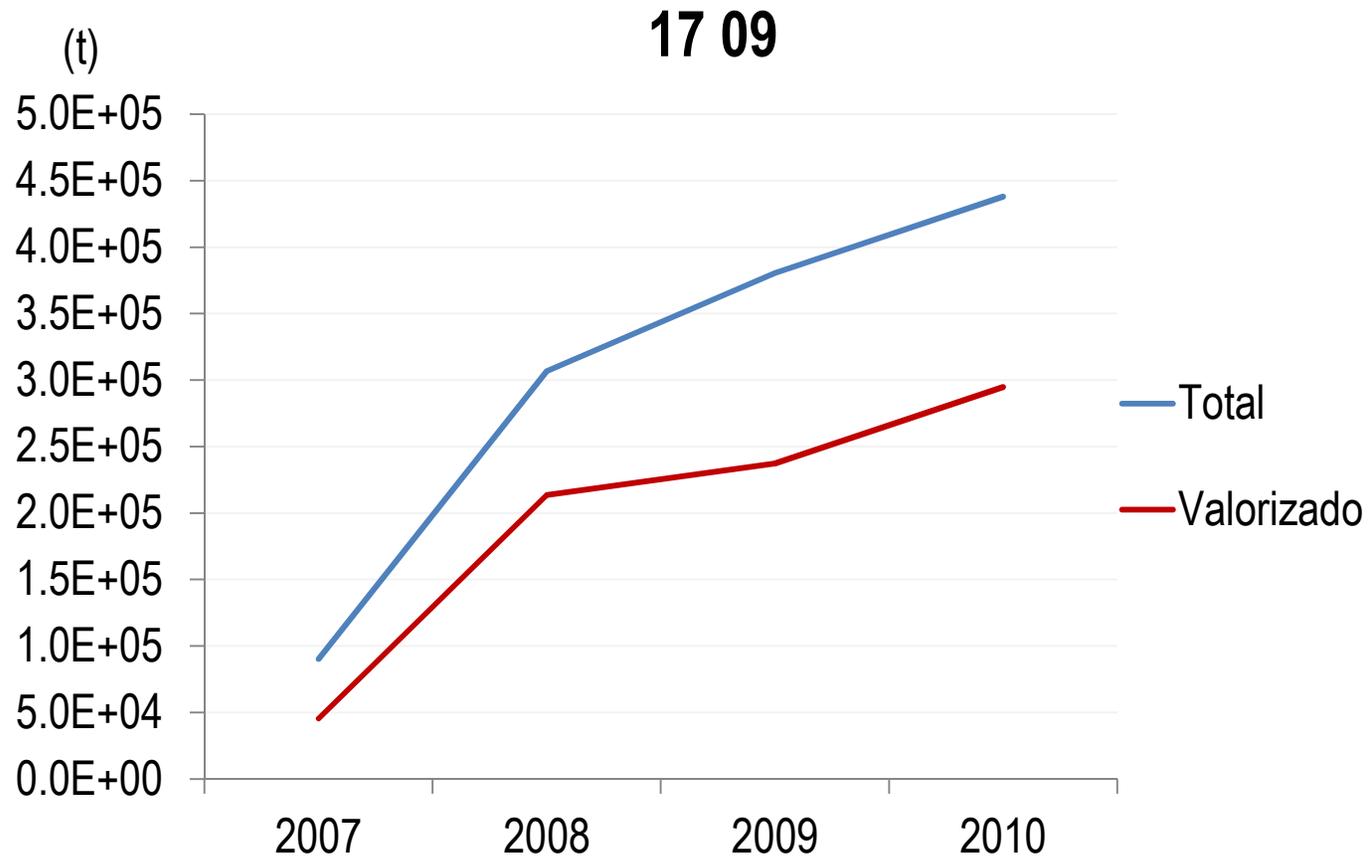
**5 milhões de toneladas
RCD (2010)**



Produção de RCD

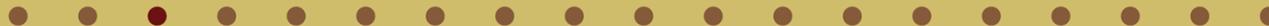


Produção





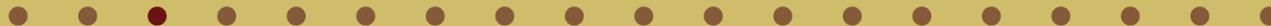
CONSTRAGIMENTOS E FUTURO





Constrangimentos e futuro

- A deposição de RCD em aterro não é uma solução adequada.
- O aumento das taxas de reciclagem permite um uso mais eficiente de recursos naturais.





Constrangimentos e futuro

- Barreira económica – Grande disponibilidade de agregados naturais a baixo custo
- Barreira cultural – Preconceito quanto à qualidade dos materiais reciclados

Constrangimentos e futuro

- Barreira técnica – Normalização é por vezes desadequada
 - As técnicas de ensaio nem sempre são aplicáveis
 - As exigências foram estabelecidas para outros materiais numa base prescritiva e não com base no desempenho
 - O “desempenho” exigido resulta por vezes da experiência de utilização dos materiais tradicionais



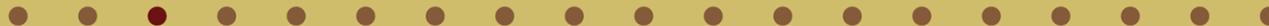
Constrangimentos e futuro

- Necessário
 - Criar condições económicas que promovam a utilização de produtos resultantes de RCD
 - Continuar a desenvolver regras técnicas que tenham em conta os materiais reciclados



Constrangimentos e futuro

- Necessário
 - Encontrar as aplicações onde os materiais reciclados sejam “naturalmente” competitivos
 - Criar prémios tipo “Valmor” para as obras que se distingam pela utilização sustentável dos materiais





OBRIGADO PELA ATENÇÃO

arlindo@lnec.pt

imartins@lnec.pt

