

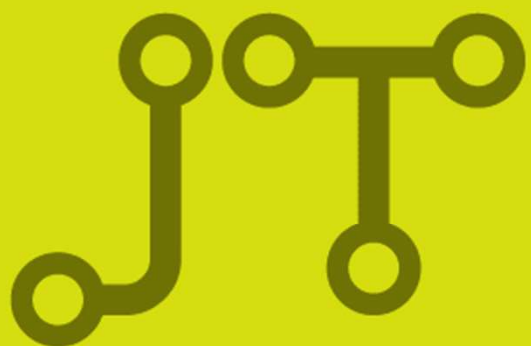
JORNADAS TÉCNICAS

Inovação em Pavimentação

Misturas Betuminosas
com Borracha Reagida e Ativada (RAR)

18 de abril de 2023 | 09h00 às 13h00 | Anfiteatro | LNEC





JORNADAS TECNICAS

Inovação em Pavimentação

Misturas Betuminosas
com Borracha Reagida e Ativada (RAR)

**Pavimentos Sustentáveis- Desafios Atuais e Futuros e
Avaliação do Impacto na Exploração de Rede**

Anabela Martins (DEA), Hélder Lourenço (DRR)

ÍNDICE

- 1 ENQUADRAMENTO GERAL
- 2 ECONOMIA LINEAR
- 3 ECONOMIA CIRCULAR
- 4 MATERIAIS/TÉCNICAS DE PAVIMENTAÇÃO
- 5 CASOS PRÁTICOS
 - Camadas não ligadas
 - Reciclagem de pavimentos
 - Camadas ligadas
- 6 AVALIAÇÃO DO IMPACTO NA EXPLORAÇÃO DA REDE
- 7 SIFIDE 2016-2021
- 8 DESAFIOS
- 9 SÚMULA

ENQUADRAMENTO GERAL

INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA

Transporte Rodoviário de Mercadorias

1. Portugal: 85,5%-87,0% (INE,2021); UE(28 países): 75,7%-77,4%. (Eurostat, 2022)
2. Espaço Europeu: 61,5% (INE,2021); EE (10 p. economias): 73,6% (INE,2021)
3. Mundial: T. Marítimo: 56,7%; Rodoviário: 37,1% (INE,2012)
4. Crescimento Europeu do TR: 3,6%/ano de 2015 a 2020, 6,0% pandemia.

ECONOMIA CIRCULAR

1. Plano Estratégico de Transportes e Infraestruturas de Comissão Europeia - Livro Branco de Transportes
2. ENCPPE 2020 – Estratégia Nacional para as Compras Públicas Ecológicas 2020 – GPP *Green Public Procurement da EU*
3. Plano de Ação para a Economia Circular –Metas para 2030
4. Regime geral da gestão de resíduos- Decreto-lei nº, 102-D/2020
5. ODS-Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU :ODS 9 e ODS 12

INFRAESTRUTURAS RESILIENTES E SUSTENTÁVEIS
PAVIMENTOS SUSTENTÁVEIS

Estradas mais tecnológicas e mais seguras

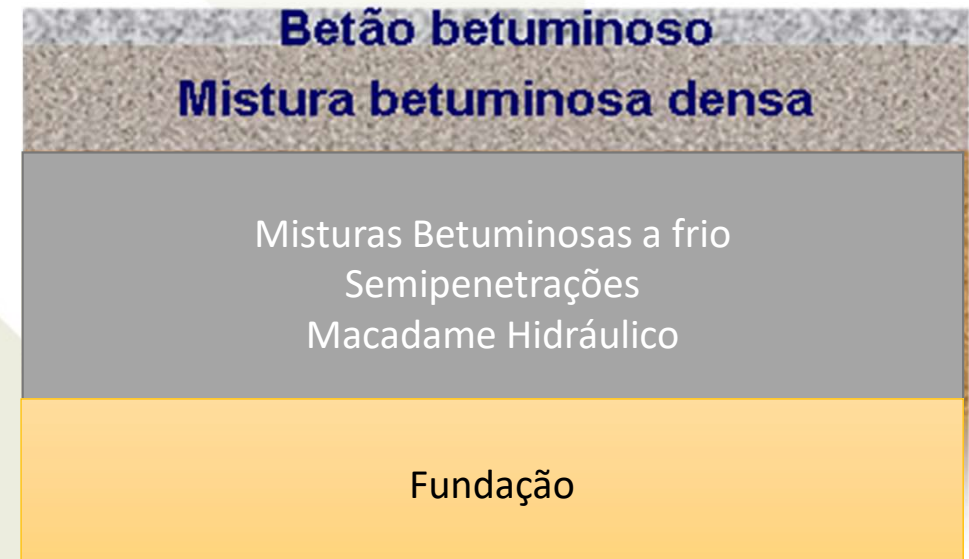
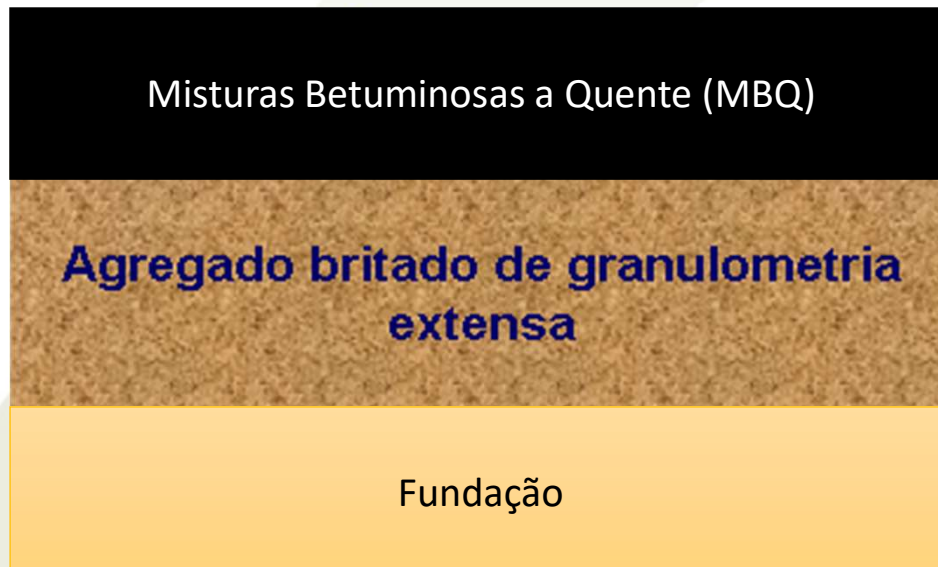


PAVIMENTOS SUSTENTÁVEIS-ECONOMIA LINEAR



Gestão de recursos

- O setor da Construção utiliza 50,0% dos materiais retirados da crosta terrestre, grande parte para agregados para camadas não ligadas e para misturas betuminosas
- O setor produz 35,1% dos resíduos –RCD grande parte proveniente da fresagem das misturas betuminosas.



PAVIMENTOS SUSTENTÁVEIS-ECONOMIA CIRCULAR

Misturas Betuminosas Recuperadas
MBR (100%) c/ betumes de baixa
temperatura

Resíduos de Construção e Demolição
(RCD)/AGER

Fundação (RCD/Materiais endógenos)

Misturas de Alto Desempenho c/
elevadas taxas de incorporação

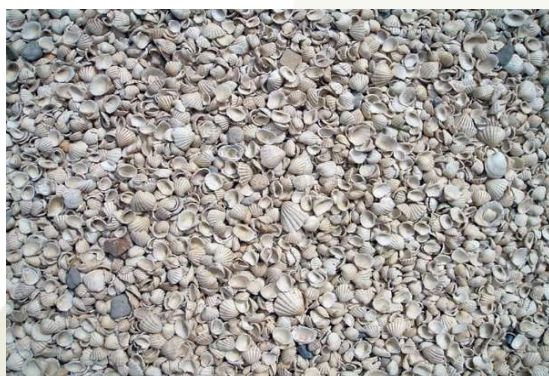
Pavimento Existente
Pavimento Reciclado
Pavimento Estabilizado

Inovação

- Utilização de materiais reciclados do setor da construção e de outras indústrias;
- Utilização de 100% MBR em todas as camadas de pavimento (Alemanha -80%; Itália-17%);
- Desenvolvimento de misturas betuminosas sustentáveis: Taxas de incorporação de 100% de MBR; agregados reciclados; betumes de baixa temperatura;
- Desenvolvimento de misturas betuminosas de alto desempenho;
- A reciclagem de pavimentos como a técnica principal da conservação/reabilitação dos pavimentos

MATERIAIS/ TÉCNICAS DE PAVIMENTAÇÃO

Inovação em Pavimentação
Misturas Betuminosas
com Borracha Reagida e Ativada (RAR)



CASOS DE OBRA: CONTRIBUTO DA IP
Camadas não ligadas



ASIC – AGREGADO SIDERÚRGICO INERTE PARA CONSTRUÇÃO- LNEC:
Estudo relativo à incorporação de ASIC em camadas não ligadas de pavimento.

Obra: EN311- Fafe. Km 13+600, estudo na fase de construção, r. provisória, r. definitiva e ao fim de 10 ano (2009)



Escombrelas das pedreiras de mármore - uso nas camadas de leito de pavimento e de sub-base- estudo do LNEC/IP7(A6) – Mota-Engil(1998):

Obra: Variante à EN255 de Borba e de Vila Viçosa (2002-2004)- Consórcio Construções Lena e Construções Tâmega, Lda



Resíduos de construção e demolição (RCD)

Obra: EN114-2- ponte da Freiria, Construções Pragosa



Resíduos de Betão- incorporação na camada de base, no pavimento semirrígido.

- Obra:IC2(EN1)- Beneficiação entre Asseiceira (65+200) e Freires (85+500), Construções JJR & Filhos

CASOS DE OBRA: CONTRIBUTO DA IP
Reciclagem de pavimentos

Infraestruturas
de Portugal

Reciclagem “in situ” com cimento

Obra: EN4 – Montijo (Km 18+750)/Pegões (Km 44+257), 2018

Consorcio Mota-Engil/Amândio de Carvalho

Infraestruturas
de Portugal

Reciclagem “in situ” com betume –espuma (2020)

Obra: ER 361 Amiais de Cima/Alcanena, Construções Pragosa

Infraestruturas
de Portugal

Reciclagem das estruturas de pavimentação existentes

Incorporação de 40% de RCD nas camadas de base

Obra: Adaptação do parque norte do complexo logístico da Bobadela, 2023

Mota-Engil

CASOS DE OBRA: CONTRIBUTO DA IP
Camadas Ligadas



ASIC – AGREGADO SIDERÚRGICO INERTE PARA CONSTRUÇÃO- IP/LNEC: Estudo relativo à incorporação de ASIC em misturas betuminosas para pavimentação.

Obra: IC1- Grândola/Alcácer do Sal, Construções JJR &Filhos



Misturas SMA: IP/ ULHT: “Avaliação do comportamento de misturas betuminosas do tipo SMA incorporando fibras de celulose com ceras”. Elaboração de especificações técnicas.

Obra: IC1- Grândola/Alcácer do Sal, Construções JJR &Filhos



Misturas SMA: IP/IST “ Análise do comportamento de misturas betuminosas do tipo SMA (Stone Mastic Asphalt) aplicadas em pavimentos da rede rodoviária nacional”. Análise da natureza geológica dos agregados e sua influência no comportamento das misturas, nomeadamente, nas características funcionais do pavimento

Obra: IC1- Grândola/Alcácer do Sal, Construções JJR &Filhos



RAR -IP/ULTH: Estudo do comportamento de misturas betuminosas com RAR. Elaboração de Clausulas Técnicas

Obra: IPV_COGL: EN10, km 48+000- km 52+700, Construções JJR &Filhos



Incorporação de misturas betuminosas recuperadas (RAP) em misturas betuminosas, com as taxas de incorporação estipuladas na especificação LNEC E 472-2009- Guia para a reciclagem de misturas betuminosas em central

Várias obras em longo do país

Projeto REV@Construction



Inovação em Pavimentação
Misturas Betuminosas
com Borracha Reagida e Ativada (RAR)

DIGITALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO

PORTUGAL 2020: Projeto Mobilizador **Digital Construction Revolution (REV@Construction)**

Início do projeto: 1 de julho de 2020

Término do projeto: 30 de junho de 2023

Investimento total: 8,5 M€

Participação financeira da IP: Cerca de 300K€

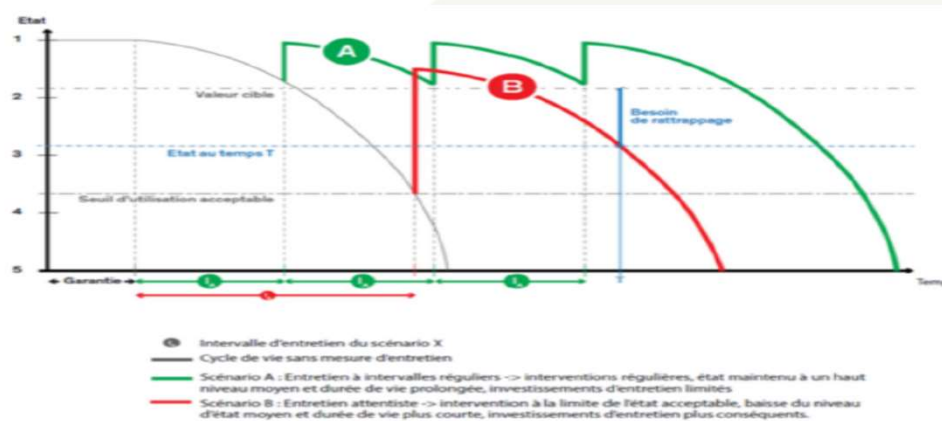
20 Participantes: Projetistas, Arquitetos, Empresas de Construção, Centros de Investigação e um dono de obra.

O projeto visa a digitalização de vários processos de construção, nomeadamente a pavimentação e a Estruturas de betão armado e a definir as regras para a utilização do BIM em Portugal, nomeadamente os requisitos do BIM para construção das Obras de Arte.

No âmbito deste projeto, a IP procedeu à aquisição de sensores e acompanhou a instalação da sensorização do pavimento num trecho experimental, no IC5 - subconcessão Douro Interior, permitindo obter a medição, em tempo real, de vários parâmetros do pavimento nomeadamente a temperatura e as deflexões, com o objetivo de definir um modelo matemático de degradação estrutural ao longo do ciclo de vida do pavimento em função da sua capacidade estrutural. O tratamento e avaliação dos dados recolhidos estão a ser assegurados pela Universidade do Minho.

AVALIAÇÃO DO IMPACTO NA EXPLORAÇÃO DA REDE

- Durabilidade/Desempenho mecânico



- Desempenho funcional

- Aderência

Maior conhecimento das misturas de alta desempenho com vista a garantir níveis elevados de serviço e de segurança rodoviária.

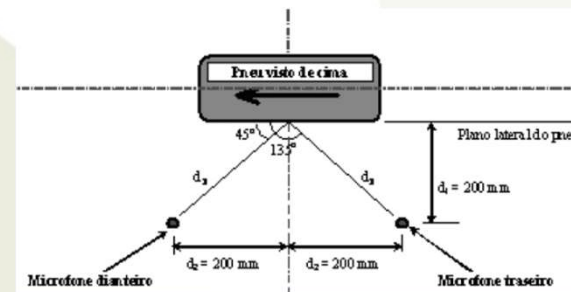
Exemplo da Obra: IC1- Grândola/Alcácer do Sal, Construções JJR &Filhos

- Avaliação do Ruído: Protocolo IP/UM, estudo do ruído com diferentes misturas betuminosas em camada de desgaste, na EN10 e EN10-8



Para avaliação do desempenho acústico de superfícies de pavimentos existem vários métodos entre os quais:

- O **Método estatístico de passagem** (Statistical Pass-By method – SPB)
- O **Método de aproximação imediata** (Close ProXimity method – CPX)



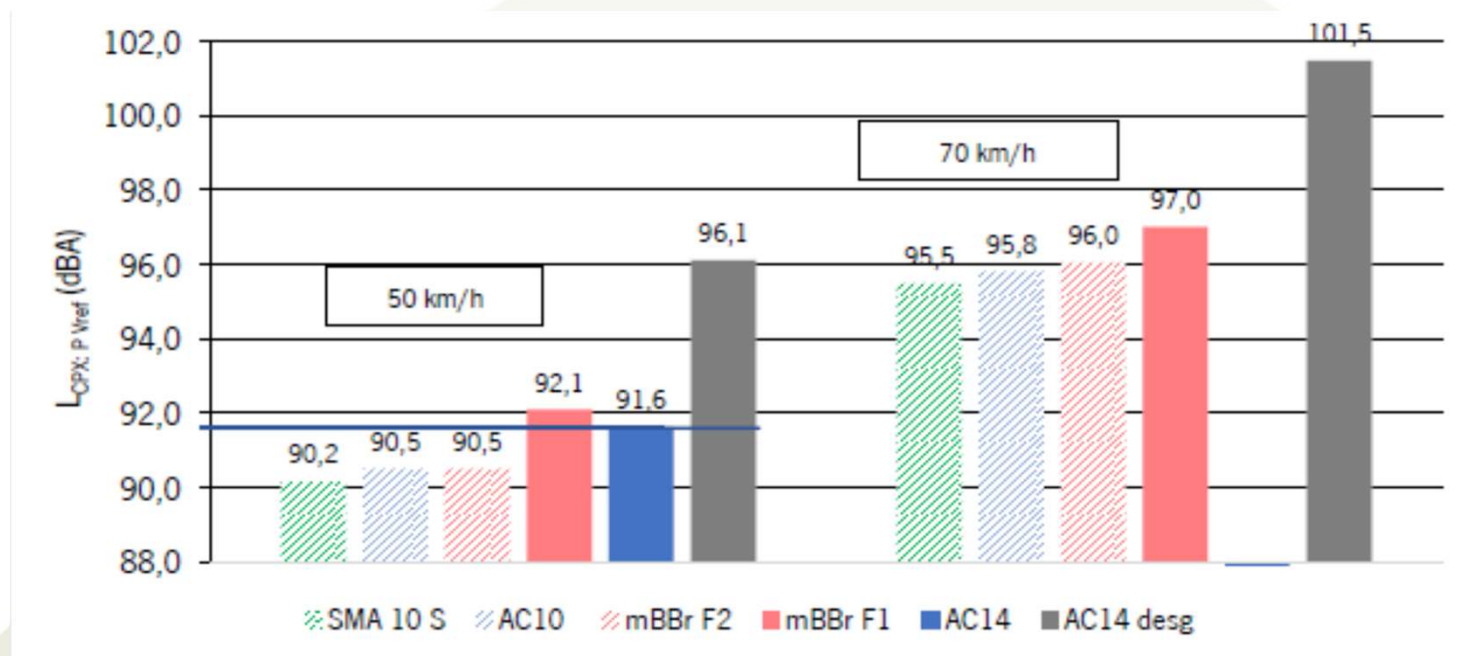
REDUÇÃO DO RUÍDO- Misturas com RAR

Inovação em Pavimentação
Misturas Betuminosas
com Borracha Reagida e Ativada (RAR)



Escola de Engenharia
Universidade do Minho
Departamento de Engenharia Civil

Análise do Ruído de contacto pneu-pavimento



L_{CPX} normalizado para a velocidade de referência e corrigido devido à temperatura para todas as camadas

SIFIDE 2016-2021

1. PAV-REAB – Investigação e desenvolvimento de novas técnicas de pavimentação – Gestão do Projeto: Eugenia Correia (DEG_GPD)
2. ASIC - Estudo relativo à incorporação de agregado siderúrgico inerte para construção em misturas betuminosas para pavimentação – Gestão de Projeto: Anabela Martins (DEA)
3. SMA_Evaluation- Estudo relativo ao comportamento de misturas betuminosas do tipo SMA (*"Stone Mastic Asphalt"*) Gestão de Projeto: Anabela Martins (DEA)
4. SMA_FCC - Estudo relativo ao comportamento de misturas betuminosas do tipo SMA incorporando fibras celulose com ceras – Gestão de Projeto: Anabela Martins (DEA)
5. MBRAR - Aplicação experimental de misturas betuminosas com incorporação de borracha reciclada de pneus reagida e ativada – Gestão de Projeto: Margarida Gonçalves (DEA)
6. PIARC, Gestor de Projeto Eugénia Correia (DEA)
 1. Special Project "Overweight vehicles impacts on road infrastructure and safety"
 2. Electric Roads - Projeto especial da PIARC de Sistemas de Estradas Elétricas
 3. PER- PIARC Positive Energy Roads
7. MPED - Definição de modelos paramétricos da evolução da degradação de pavimentos rodoviários flexíveis – Gestão de Projeto: Helena Lima (DAM)

DESAFIOS – Próximos projetos



Utilização de agregados reciclados e a incorporação de RCD nas camadas não ligadas do pavimento em todos os projetos da IP que estejam enquadráveis no normativo técnico; noutras situações a IP preconiza, em fase de projeto, a execução de trechos experimentais com AGER e/ou incorporação de RCD.



Escola de Engenharia
Universidade do Minho
Departamento de Engenharia Civil

Privilegiar a adoção de técnicas de pavimentação que contribuem para a sustentabilidade da atividade, nomeadamente, a reciclagem de pavimentos “in situ” e em central, em fase de projeto.

Reciclagem “ in
situ” / em central
com betume -
espuma

Entidade de
Investigação

Cláusulas
Técnicas para
incluir no CETO

DESAFIOS-Próximos projetos



Contrato Específico - Proposta de cooperação entre a Universidade Lusófona e a Infraestruturas de Portugal (IP) para aplicação experimental de misturas betuminosas com incorporação de elevadas taxas de mistura betuminosa recuperada (RA) com utilização de rejuvenescedor

Obra: EN10- Marateca/Pegões



Camada de desgaste: incorporação de 5% em misturas do tipo SMA e AC10 surf.
Trechos experimentais, Construção Pragosa
Obras: IPV-2022 (a executar brevemente)



Misturas betuminosas com betumes de baixa temperatura
Utilização de misturas betuminosas em infraestruturas ferroviárias.
Substituição do sub-balastro

APOIO DA IP



Escola de Engenharia

Universidade do Minho

Departamento de Engenharia Civil



Mestrado Internacional em Engenharia de
Pavimentos Sustentáveis e Resilientes

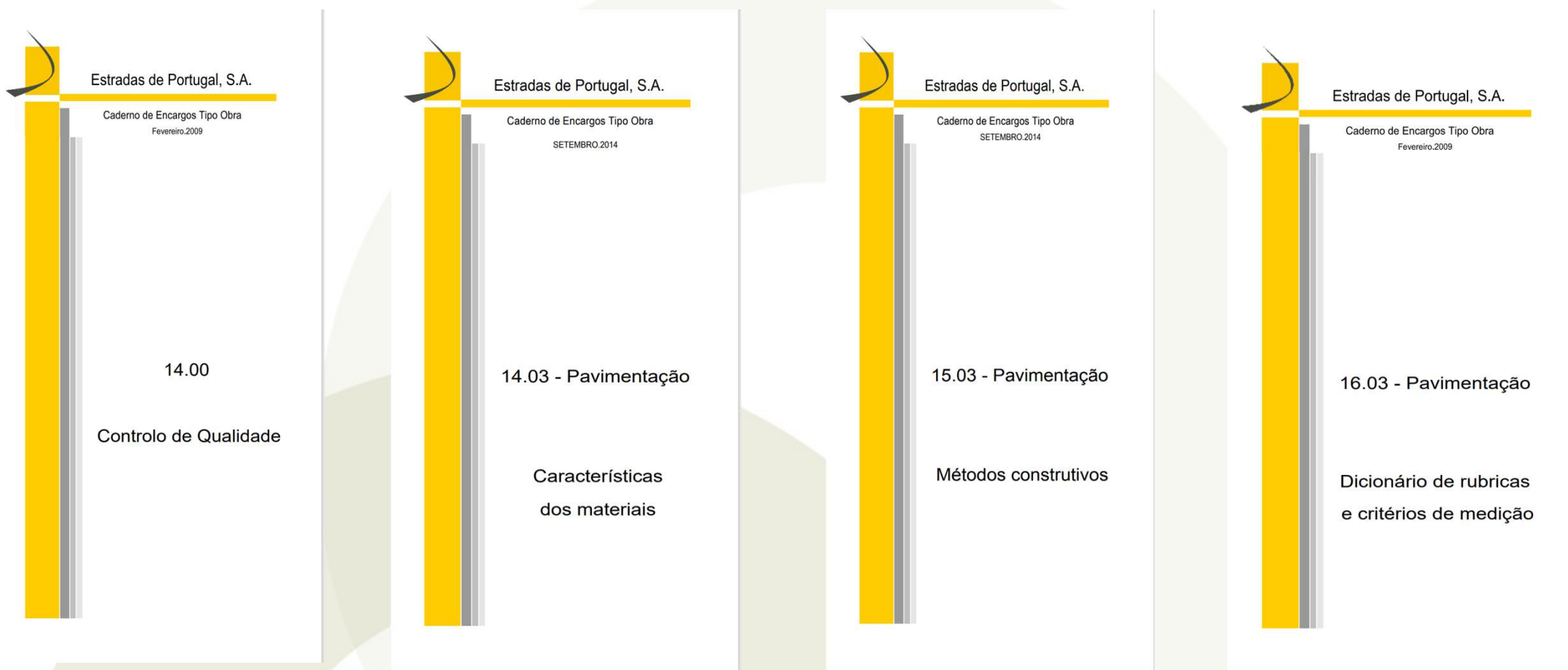


Projeto POLYCO- Projeto por misturas betuminosas com borracha-método americano

O projeto contempla um centro de investigação para misturas betuminosas com betumes modificados com borracha, e um centro de produção do referido betume. O tipo de mistura é concorrencial às misturas betuminosas com RAR e com misturas de alta percentagem de borracha, via húmida.

Atualização do Caderno de Encargos Tipo Obra

Inovação em Pavimentação
Misturas Betuminosas
com Borracha Reagida e Ativada (RAR)



EM SÚMULA

PRESENTE E FUTURO

- A IP tem uma cultura de inovação e quer contribuir de forma ativa e sustentável para a descarbonização das Infraestruturas de transportes, e para a promoção dos princípios de sustentabilidade na gestão das infraestruturas rodoferroviárias.
- A IP tem interesse em aplicar materiais e tecnologias que conduzam a um melhor desempenho, durabilidade e sustentabilidade da rede sob sua gestão.
- A IP tem vindo a formalizar protocolos com Universidades e Centros de Investigação para estudar diversos assuntos, incluindo matérias do âmbito da Economia Circular.
- A IP tem vindo a participar, em consórcio com diversas entidades, em projetos nacionais e internacionais, que visam aprofundar estas e outras matérias.
- A IP participa em Grupos de Trabalho e Comissões Técnicas Nacionais e Internacionais, com vista a manter-se atualizada e contribuir para a implementação das técnicas de engenharia mais adequadas ao serviço da economia verde e circular.
- É necessário o interesse e envolvimento dos diversos *stakeholders* para obter resultados consistentes, que contribuam ativamente para a Sustentabilidade Ambiental na Engenharia RodoFerroviária.



Rodovia e Ferrovia.
Juntos encurtamos distâncias.

Viva a mobilidade.

Obrigada(o)

anabela.martins@infraestruturasdeportugal.pt
helder.lourenco@infraestruturasdeportugal.pt

www.infraestruturasdeportugal.pt