

# SEMINÁRIO

## “Pavimentos no Futuro. Inovação como Motor do Desenvolvimento”

### A INOVAÇÃO NOS PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS IP e Brisa – Estratégia e operacionalização

Carlos Santinho Horta | Infraestruturas de Portugal, SA  
Maria Joao Rato | Brisa, SA  
José Nuno Santos | Infraestruturas de Portugal, SA  
Eugenia Correia | Brisa, SA

Com o apoio



Coordenação do LNEC



# ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE E O DESAFIO DA INOVAÇÃO

# ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE

## Desígnios Estratégicos

**Organização preparada para o futuro**, investindo na inovação, na qualificação dos recursos humanos existentes e na retenção de novos talentos, garantindo que as transições a realizar integram princípios de responsabilidade social e que asseguram o alinhamento da cadeia de valor da atividade da IP com princípios éticos e responsáveis;

**Mobilidade sustentável**, apostando numa mobilidade menos intensa em carbono e mais ajustada às alterações sociais/comportamentais e demográficas que se perspetivam, mais acessível e inclusiva e apoiada em infraestruturas igualmente menos intensas em carbono;

**Infraestruturas inteligentes, seguras e resilientes**, digitalizando e sensorizando as infraestruturas, recorrendo a Inteligência Artificial para otimizar a tomada de decisões e tornar a gestão de ativos mais preditiva e eficiente, melhorando a segurança e capacitando adequadamente as infraestruturas para serem resilientes às alterações climáticas e aos eventos extremos, durante todo o ciclo de catástrofe.



# ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE

## ODS Prioritários IP

### OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



Através da nossa estratégia de sustentabilidade, assumimos o compromisso com a **Agenda 2030 das Nações Unidas** e contribuímos para cerca de 14 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

### ODS 7: Energias Renováveis

Garantir o acesso a fontes de energia fiáveis, sustentáveis e modernas para todos.

### ODS 9: Inovação e Infraestruturas

Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.

### ODS 12: Produção e Consumo Sustentáveis

Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis.

### ODS 13: Combater as Alterações Climáticas

Adotar medidas urgentes para combater as ações climáticas e os seus impactos.

# ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE

## Eixos de Intervenção

### Dimensão Ambiente

**Eixo 1**  
Eficiência energética,  
transição e descarbonização

**Eixo 2**  
Resiliência às Alterações  
Climáticas

**Eixo 3**  
Economia Circular

**Eixo 4**  
Proteção do ambiente e  
ecossistemas

### Dimensão Social

**Eixo 5**  
Mobilidade e Acessibilidade

**Eixo 6**  
Segurança

**Eixo 7**  
Capital Humano e Talento

**Eixo 8**  
Responsabilidade Social e  
*Stakeholders*

### Dimensão Governança

**Eixo 9**  
Ética e *Compliance*

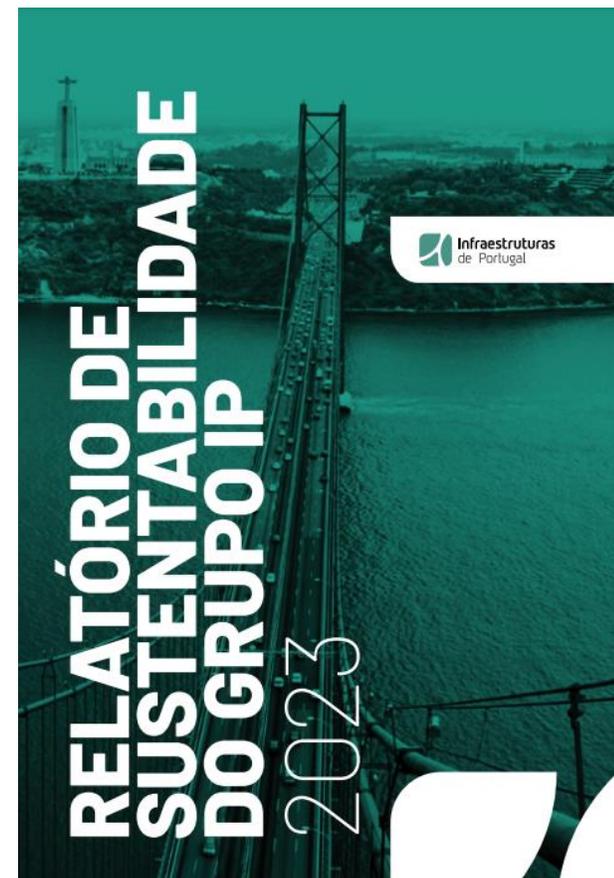
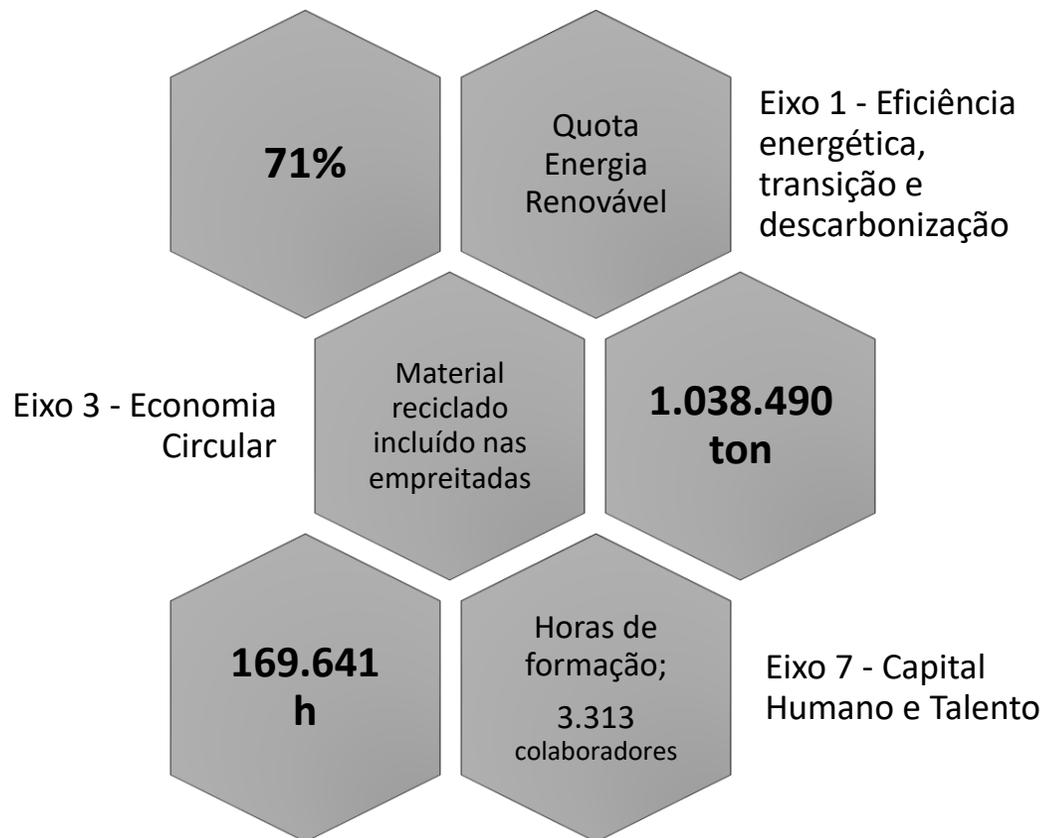
**Eixo 10**  
Cibersegurança

**Eixo 11**  
Inovação: motor do  
Desenvolvimento

**Eixo 12**  
Finanças Sustentáveis

# ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE

## Ano 2023 | Alguns Números



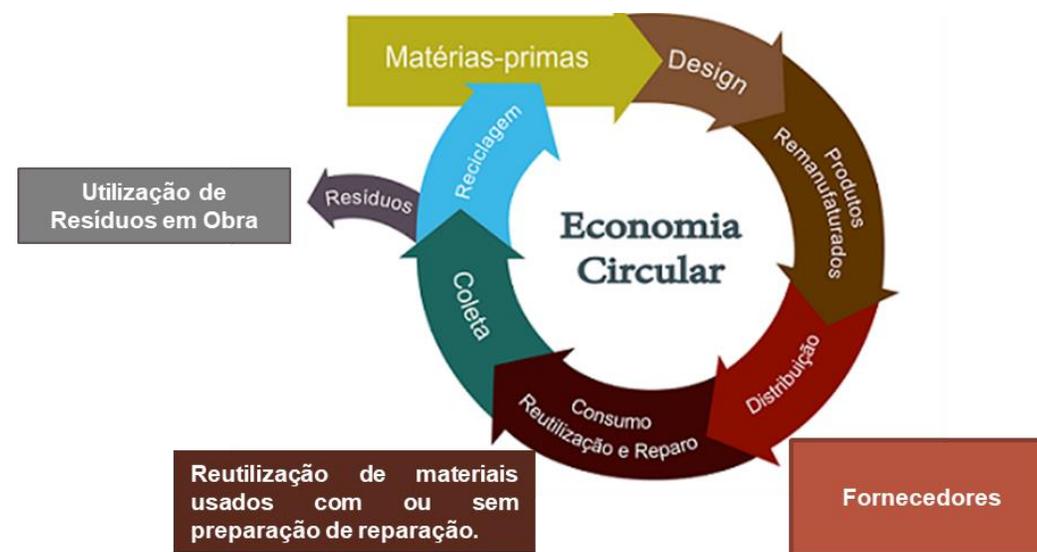
# PAVIMENTOS: O DESAFIO DA INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

## Economia Linear Vs Economia Circular



### 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.



**Regime Geral da Gestão de Resíduos DL n.º 102-D/2020**

Incorporação de pelo menos 10% de materiais reciclados ou que incorporem materiais reciclados

# O DESAFIO DA INOVAÇÃO

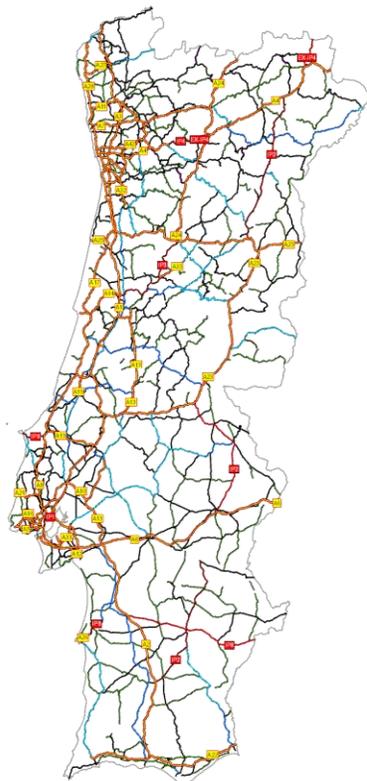
## A Rede IP

Extensão da rede com mais de 15 mil km

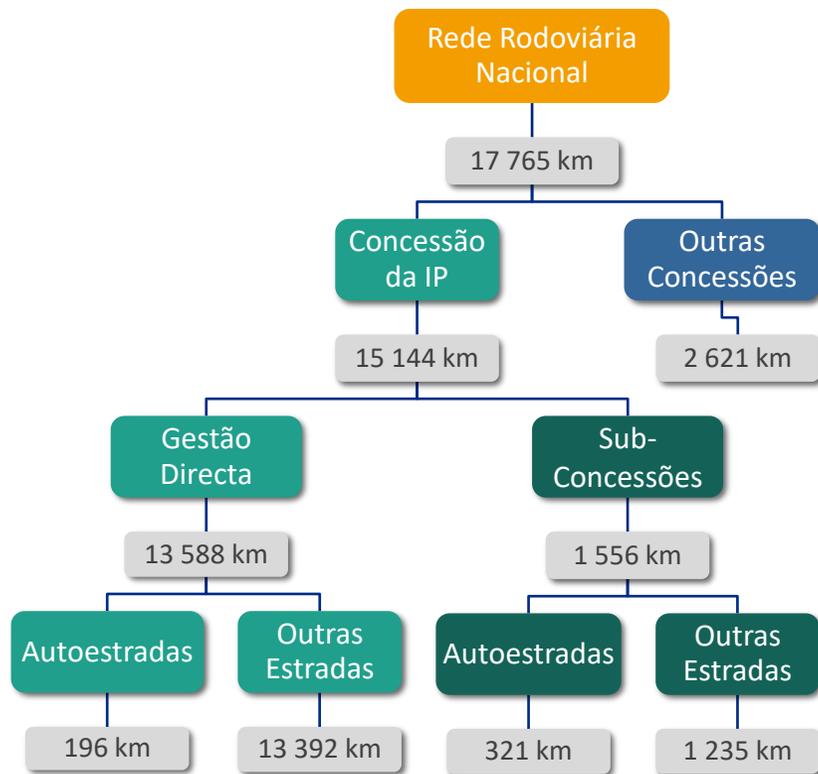
Heterogeneidade de estruturas de pavimento

Variedade do Perfil Tipo

Diversidade das Classes de Tráfego de T0 a T7



Rede Rodoviária Nacional



# O DESAFIO DA INOVAÇÃO

## Constrangimentos e Oportunidades

VALIDAÇÃO DA  
SOLUÇÃO E  
INTEGRAÇÃO  
NO CE

DIVULGAÇÃO E  
EFEITO DE ESCALA

REALIZAÇÃO DE  
TRECHO  
EXPERIMENTAL E  
ELABORAÇÃO DE  
CLÁUSULAS  
TÉCNICAS

CELEBRAÇÃO DE  
PROTOCOLO COM  
A ACADEMIA

DESENVOLVER  
TRABALHO  
CIENTÍFICO



Projetos de Inovação

VALIDAÇÃO DA  
SOLUÇÃO E  
INTEGRAÇÃO  
NO CE

DIVULGAÇÃO E  
EFEITO DE ESCALA

AVALIAÇÃO DE  
SOLUÇÃO  
INOVADORA /  
EMPREITEIRO

ARTICULAÇÃO  
COM  
ENGENHARIA,  
ACADEMIA E  
PROJETISTA

CONSTRANGIMENTO  
CONTRATUAL



Gestão Contratual da Obra

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.

Atento ao atual Código dos Contratos Públicos, a IP dispõe essencialmente de duas vias para participar no desenvolvimento de 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/parcerias com diversas entidades, do meio Académico ou com Empreiteiros, 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.



# O DESAFIO DA INOVAÇÃO

## Aplicação de Critérios Ecológicos nos Contratos de Empreitadas

**Resolução do Conselho de Ministros n.º 132/2023, de 25 de outubro**

Aplicável a procedimentos de formação de contratos públicos iniciados a partir de 1 de abril de 2024;

A exceção são os contratos de empreitada de obras públicas, que é aplicável às empreitadas cujos projetos de execução tenham sido contratados após 1 de janeiro de 2024;

**IP já incorpora nos seus projetos, em termos gerais, os aspetos da execução do contrato e especificações técnicas definidos nesta RCM;**

Está em análise a forma de concretização da incorporação, nos fatores / subfatores do critério de adjudicação, de alguns critérios ecológicos;

A(s) solução(ões) a adotar têm obrigatoriamente de acautelar os seguintes aspetos: (i) cumprimento das regras do CCP; (ii) manutenção de concorrência; (iii) fiabilidade técnica das soluções submetidas pelos concorrentes.

# O DESAFIO DA INOVAÇÃO

## Aplicação de Critérios Ecológicos nos Contratos de Empreitadas

- ✓ Incorporação de soluções de prevenção, reutilização, reciclagem e recolha de resíduos baseadas nos princípios da economia circular;
- ✓ Soluções energéticas que visem a autossuficiência e a redução da potência instalada (quando aplicável), recorrendo preferencialmente a soluções passivas e à produção de energia a partir de fontes renováveis a nível local, de modo a atingir emissões zero;
- ✓ Diversificação das espécies arbóreas e a sua seleção em função das vantagens ambientais que oferecem (como a capacidade de reter as partículas de poeira e outros poluentes);
- ✓ Aplicação de medidas de controlo das espécies vegetais exóticas e invasoras;
- ✓ O enriquecimento dos espaços verdes existentes e melhoria da sua função de habitat.

# O DESAFIO DA INOVAÇÃO

## Revisão do Caderno de Encargos Tipo de Obra

### Âmbito

Atualizar e desenvolver as Cláusulas Técnicas (CT) e a Definição de Preços Unitários (DPU) para todas as rubricas;

Uniformizar os artigos rodoviários e ferroviários;

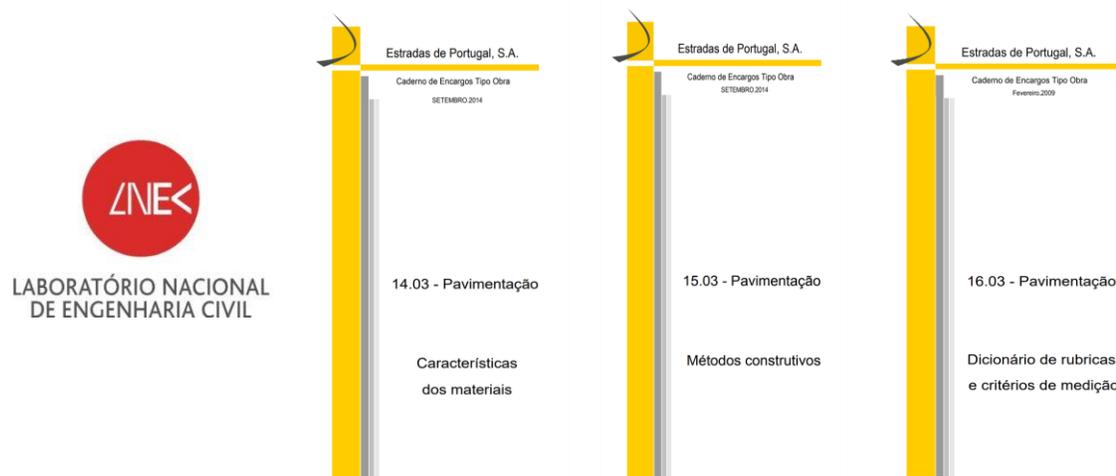
Integrar trabalhos que, habitualmente, são indevidamente considerados nos “outros trabalhos”;

Identificar as características paramétricas a inserir nos objetos BIM dos modelos.

### Objetivos

Integrar no CETO, o conhecimento e experiência adquirida relativamente a novas soluções, tecnologias e materiais;

Aumentar a amplitude das soluções técnicas passíveis de serem desenvolvidas em fase de projeto





# ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE E O DESAFIO DA INOVAÇÃO

# ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE

## Objetivos

### Pilares ESG



### Ambiente

### Objetivos estratégicos ESG

- 1 Reduzir as emissões de gases com efeito de estufa (GEE) de **âmbito 1 e 2** em **60%** até 2030 (face a 2021) e ser **Net-Zero** até **2040**
- 2 Attingir o **nível 3** do Ranking de Ação em matéria de Biodiversidade em **Áreas de Alto Valor Natural** (AAVN) nas margens das autoestradas até 2028 (Ano-base: 2022)
- 3 Attingir o **nível 3** do Ranking de Ação da **Economia Circular** até 2028 (face a 2022)



### Social

- 4 **Reduzir em 50% o número de mortos e feridos graves em acidentes rodoviários até 2030, face a 2019**, com vista a attingir o objetivo de Zero Mortes
- 5 Contratar pelo menos **2 trabalhadores com deficiência** por ano até 2028
- 6 **LTIFR<sup>1</sup> < 6,0** até 2030 (vs. 2021)
- 7 Reforçar o **compliance** com a agenda da **Diversidade, Igualdade e Inclusão** por via da implementação de um Plano de Igualdade de Género e da promoção de um ambiente inclusivo
- 10 **Ter em vigor uma política de respeito pelos direitos humanos** e um **processo de diligência devida** em matéria de direitos humanos e declarar o seu apoio aos Princípios Orientadores das Nações Unidas sobre Empresas e Direitos Humanos



### Governance

- 8 Promover a **igualdade de género em cargos de liderança** (39% dos cargos de liderança exercidos por mulheres até 2029), garantindo a convergência total entre a percentagem de mulheres na força de trabalho e a percentagem de cargos de liderança exercidos por mulheres, bem como promover plenamente a diversidade, a igualdade e a inclusão
- 9 Implementar formalmente um modelo de governo de sustentabilidade

<sup>1</sup> Lost Time Injury Frequency Rate

# ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE

## Estratégia para uma economia circular

### Pressões regulamentares



#### ODS12 – Consumo e produção responsáveis (ONU 2015)

Até 2030, conseguir uma gestão sustentável e uma utilização eficiente dos recursos naturais e reduzir a produção de resíduos através da prevenção, redução, reciclagem e reutilização



#### Plano de Ação para a Economia Circular (PT 2020)

A economia circular contribuirá para alcançar a neutralidade climática até 2045 e para dissociar o crescimento económico da utilização dos recursos



#### Pacto Ecológico Europeu (UE 2019)

A economia circular é um dos pilares e baseia-se nos seguintes vetores: reforçar os projetos de economia circular, assegurar a produção de menos resíduos e intensificar as sinergias entre a circularidade da economia e a redução dos GEE



#### Decreto-lei n.º 102-D/2020 - Regime Geral da Gestão de Resíduos Regras Gerais APA (PT 2020)



### Resposta do Grupo Brisa

#### Estratégia

Evitar

Prevenir a produção de resíduos

Repensar  
Resdesenhar

(Re)Desenhar o produto, considerando os princípios da sustentabilidade e da circularidade

Reutilizar

Promover a eficiência na utilização dos recursos, contribuindo para uma economia circular

Valorizar

Gestão integrada e sustentável dos resíduos

#### Pilares de atuação

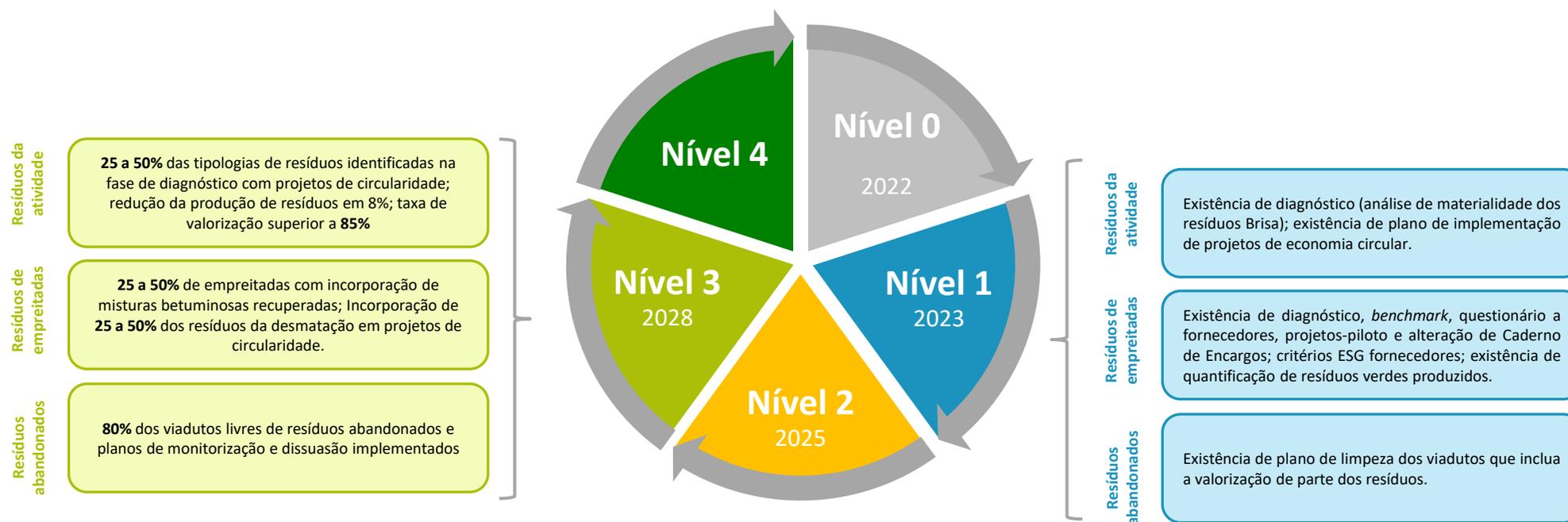
Resíduos da atividade

Resíduos de empreitadas

Resíduos abandonados por terceiros

# ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE

## Ranking de ação da Economia Circular (KPI)



**Objetivo estratégico:** Atingir o nível 3 do *ranking* de ação para a Economia Circular até 2028 (face a 2022)

# ENQUADRAMENTO | OPORTUNIDADES & DESAFIOS

## Rede em Gestão de Pavimentos

- 3 Concessões em Portugal (1 253 km | 35M m<sup>2</sup>)
- Pavimentos com boa capacidade estrutural

## As intervenções são na CD e CL

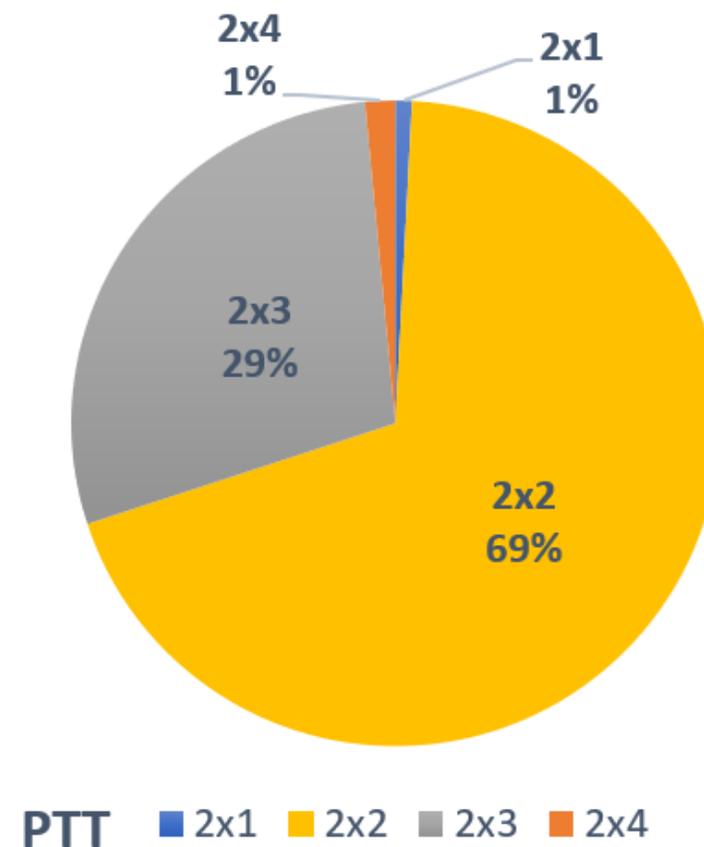
- Fresagem por camada betuminosa

## Volume significativo de material fresado

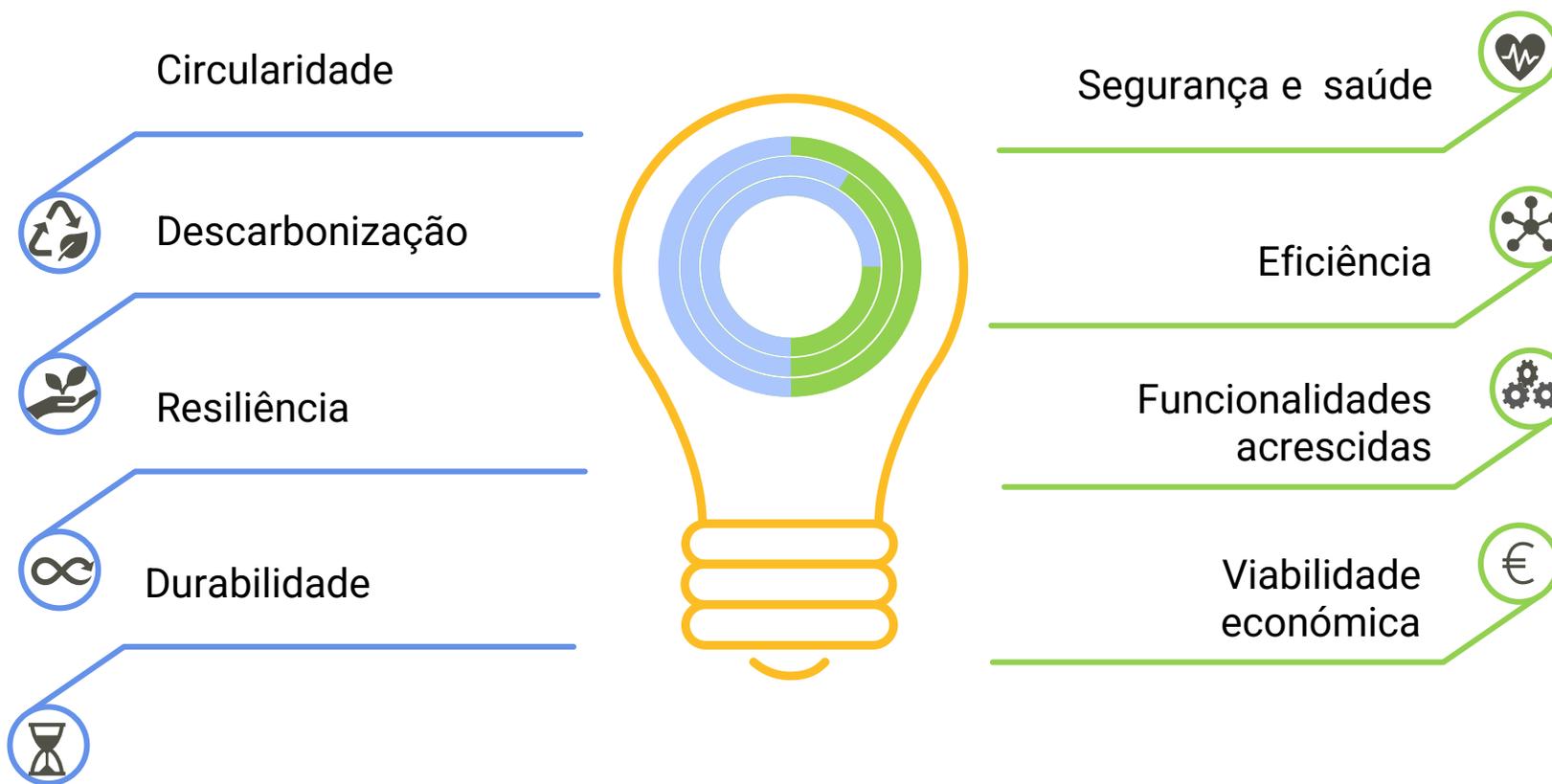
- Incorporação de RA em novas camadas de pavimento

## Lei 24/2007, 18 julho

- Condições de execução da obra (segurança, informação e comodidade dos utentes)



# INOVAÇÃO | MOTOR DE DESENVOLVIMENTO



# ESTRATÉGIA & OPERACIONALIZAÇÃO

## PROJETO PAVIMENTOS SUSTENTÁVEIS



Estudo  
Laboratorial



Trecho  
Experimental



Secção Piloto  
**BRISA Living Lab**

# BRISA LIVING LAB | PLÁSTICOS RECICLADOS



## A3 | Nó de Famalicão

CD (BBr) – Plástico reciclado

CL (MB) – Plástico reciclado + grafeno

Sirplaste<sup>®</sup>

● ITERCHIMICA

ALVES RIBEIRO

# BRISA LIVING LAB | RA



## A3 | Águas Santas/Maia

CD (BBr) – 20% RA + Betume Elaster  
Regener

CD (BBr) – 20% RA + Fibras Viatop Plus RC +  
Betume Elaster BM 3C



## A3 | Braga Oeste/EN201

CD (BBr) – 20% RA + Betume Elaster  
Regener



# BRISA LIVING LAB | BORRACHA RECICLADA DE PNEUS



**A6 | Évora Nascente/Estremoz**  
CD (BBr) – Betume Elaster Híbrido



**A6 | Évora Nascente/Estremoz**  
CD (BBr) – 30% RA + Betume Elaster Híbrido



# BRISA LIVING LAB | MB TEMPERADAS



**A6 | Évora Nascente/Estremoz**  
CD (BBr) – Betume Elaster RAF BT



**A6 | Évora Nascente/Estremoz**  
CD (BBr) – 20% RA + Betume Elaster RAF BT

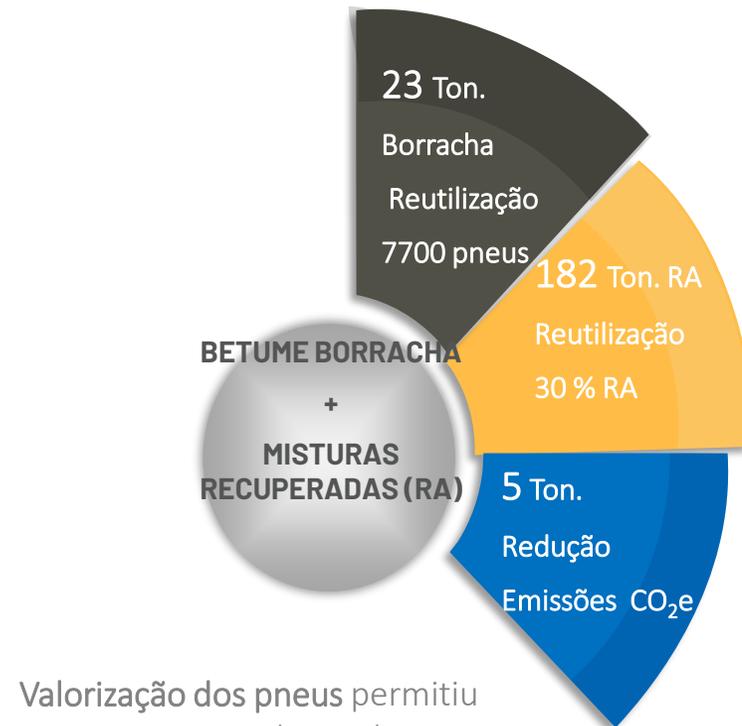
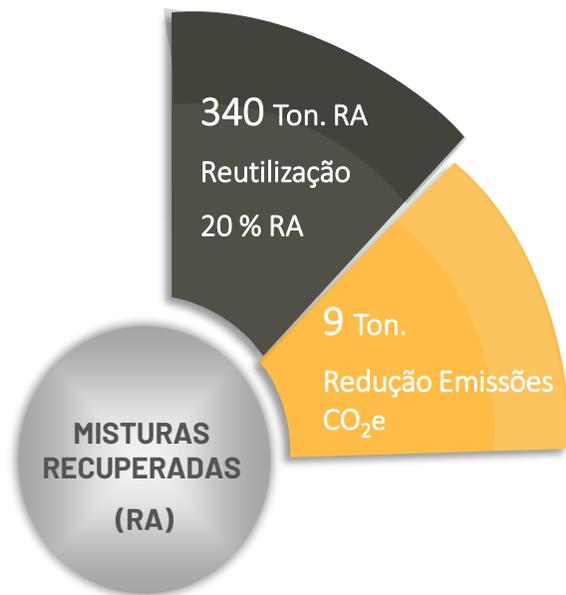


# BRISA LIVING LAB | DADOS SOBRE CIRCULARIDADE



Valorização dos plásticos permitiu recuperar adicionalmente 3300 Ton. CO<sub>2</sub>e

*European commission (2021)*



Valorização dos pneus permitiu recuperar adicionalmente 16300 Ton. CO<sub>2</sub>e

*Piotrowska et al. (2019)*

## CONCLUSÕES & DESAFIOS

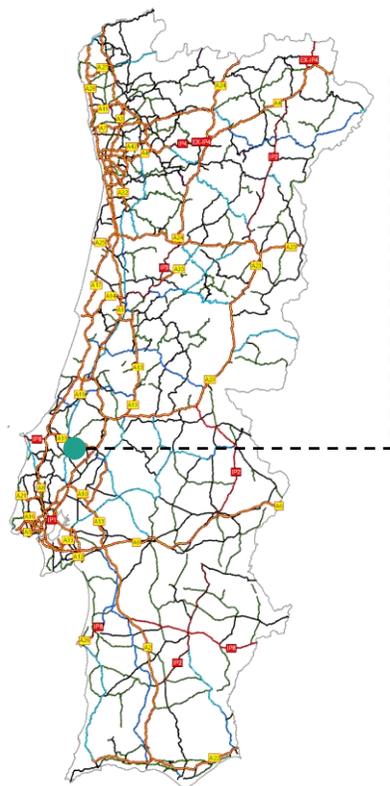
---

- A **durabilidade** é determinante para assegurar a **sustentabilidade** do pavimento (materiais e técnicas)
- Para a RA configurar uma **alternativa robusta aos materiais virgens**, é necessário estabelecer mecanismos que assegurem a sua efetiva classificação e disponibilidade
- O **incremento da percentagem da RA** a incorporar nas mistura betuminosas depende da tecnologia existente nos centros de produção
- Elaboração de **especificações/normativos** adequados às novas técnicas e materiais
- Adoção de ferramentas de **controlo de qualidade** adequadas aos novos materiais



# CASOS PRÁTICOS

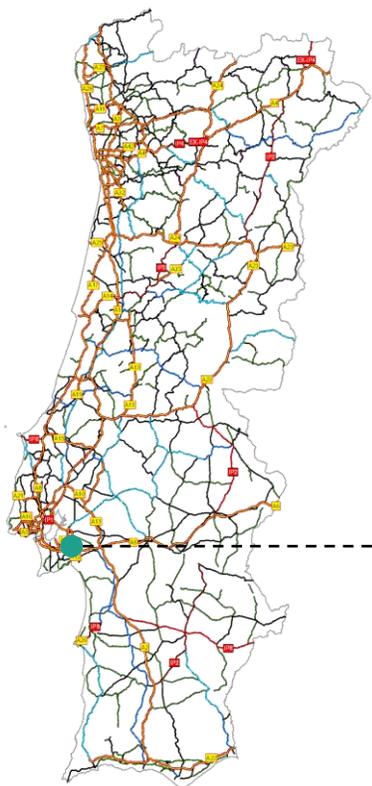
# CASOS PRÁTICOS NA REDE IP



IC2 (EN1) – Beneficiação entre Asseiceira (km 65+200) e Freires (km 85+500)

Gestão contratual da obra

# CASOS PRÁTICOS NA REDE IP



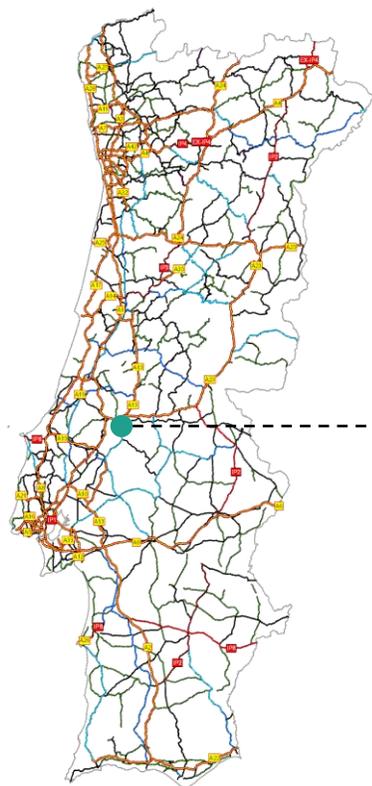
IC2 (EN1) – Beneficiação entre Asseiceira (km 65+200) e Freires (km 85+500)

Gestão contratual da obra

EN10 - km 48+000 – km 52+700 (IPV)

Projeto de Inovação

# CASOS PRÁTICOS NA REDE IP



IC2 (EN1) – Beneficiação entre Asseiceira (km 65+200) e Freires (km 85+500)

Gestão contratual da obra

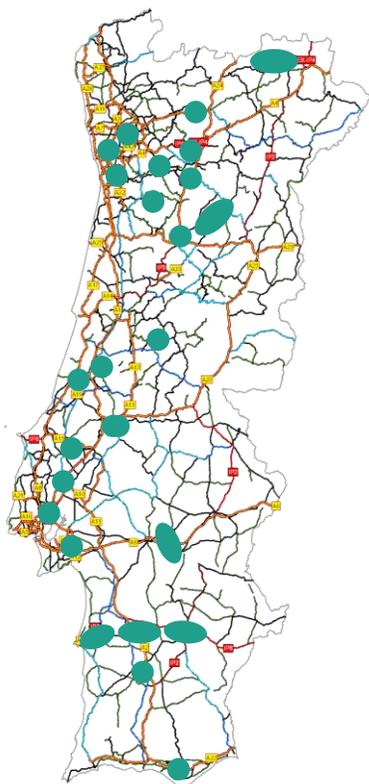
EN10 - km 48+000 – km 52+700 (IPV)

Projeto de Inovação

ER 243 - Acessibilidade à Zona Industrial de Riachos

Gestão contratual da obra

# CASOS PRÁTICOS NA REDE IP



IC2 (EN1) – Beneficiação entre Asseiceira (km 65+200) e Freires (km 85+500)

Gestão contratual da obra

EN10 - km 48+000 – km 52+700 (IPV)

Projeto de Inovação

ER 243 - Acessibilidade à Zona Industrial de Riachos

Gestão contratual da obra

Projetos do Plano de Resiliência e Recuperação

Implementação de diversas medidas de sustentabilidade

# CASOS PRÁTICOS NA REDE IP

## IC2 (EN1) – Beneficiação entre Asseiceira (km 65+200) e Freires (km 85+500)

### Objetivo da intervenção

Beneficiação do IC2 (EN1) com reformulação geométrica, incluindo reforço estrutural e funcional de pavimento rígido e flexível, e melhoria dos sistema de drenagem, sinalização e segurança.

### Valor

8,2 M€

### Prazo

Jan-22 | Dez-23

### Parceiros



# CASOS PRÁTICOS NA REDE IP

## IC2 (EN1) – Beneficiação entre Asseiceira (km 65+200) e Freires (km 85+500)

### Âmbito Soluções Sustentáveis

Face à necessidade de implementar uma reabilitação estrutural no pavimento rígido é desenvolvida uma solução sustentável de converter o pavimento rígido em pavimento semirrígido de estrutura indireta, onde a camada de interface entre as misturas betuminosas e a camada rígida de sub-base incorpora os resíduos de betão (70% ABGE+30%RCD)

### Resíduos de betão proveniente da demolição das lajes de betão do pavimento

As lajes de betão são demolidas, transportadas, processadas, taqueadas e britadas e são utilizadas como camada de base (interface). Os resíduos seguem o procedimento de certificação.

### Parceiros



# CASOS PRÁTICOS NA REDE IP

## EN10 - km 48+000 – km 52+700 (IPV)

### Objetivo da intervenção

Reabilitação funcional do pavimento com aplicação de mistura betuminosa de alto desempenho SMA 10 S RAR (Borracha Reagida e Ativada)

### Valor

0,95 M€

### Prazo

Mar-22 | Mai-22

### Parceiros



# CASOS PRÁTICOS NA REDE IP

## EN10 - km 48+000 – km 52+700 (IPV)

### Âmbito Soluções Sustentáveis

Utilização de resíduos provenientes de pneus em fim de vida, sobre a forma de RAR-Borracha Reagida e Ativada.

Mistura betuminosa com alta durabilidade e bom desempenho na anti-propagação de fendas.

Mistura com boa competência na redução de ruído pneu-estrada

**30 toneladas de borracha**

**2500 pneus / km**

(10m de largura de plataforma e  
0,035m de espessura)

Bom desempenho na anti-propagação de fendas e na redução do ruído pneu-estrada

Elaboração de Cláusulas Técnicas Especiais

### Parceiros



# CASOS PRÁTICOS NA REDE IP

## ER 243 - Acessibilidade à Zona Industrial de Riachos

### Objetivo da intervenção

Requalificação da ER243 com a recuperação da capacidade estrutural de pavimento e melhoria dos sistema de drenagem, sinalização e segurança.

Inclui, igualmente, a construção de 2 novas rotundas.

### Valor

4,9 M€

### Prazo

jun-23 | nov-24

### Parceiros



Escola de Engenharia  
Universidade do Minho  
Departamento de Engenharia Civil



# CASOS PRÁTICOS NA REDE IP

## ER 243 - Acessibilidade à Zona Industrial de Riachos

### Âmbito Soluções Sustentáveis

Em substituição da remoção integral de pavimento e leito de pavimento (valor mínimo de 0,90m) e posterior preenchimento com materiais novos, preconiza-se a reciclagem a frio com betume-espuma produzida em central com o aproveitamento de 100% das misturas betuminosas existentes.

### Misturas Betuminosas existentes

São fresadas e recicladas a frio com betume espuma em central e incorporadas na nova estrutura de pavimento como camada de base ligada.

### Parceiros



Escola de Engenharia  
Universidade do Minho  
Departamento de Engenharia Civil



# CASOS PRÁTICOS NA REDE IP

## Projetos do Plano de Resiliência e Recuperação

### Objetivo da intervenção

- Missing Links e Aumento de Capacidade
- Ligações Transfronteiriças
- Áreas de Acolhimento Empresarial (AAE) - Acessibilidades Rodoviárias

### Valor

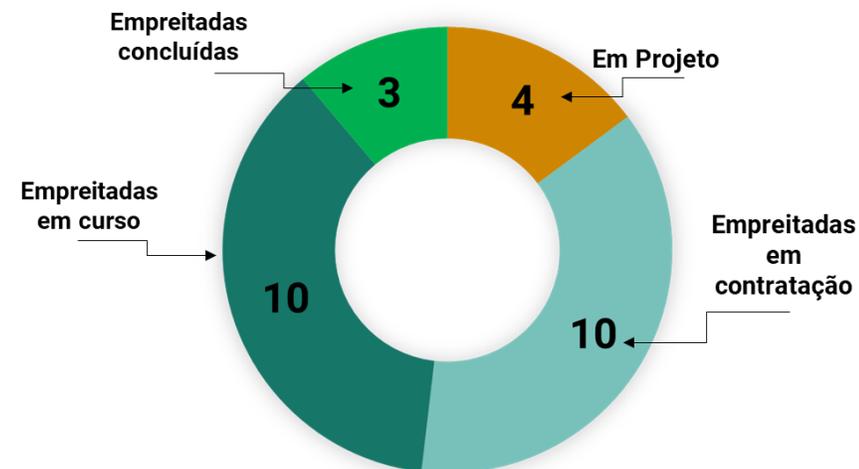
463 M€

### Prazo

Dez-2025



### Fase dos Empreendimentos



# CASOS PRÁTICOS NA REDE IP

## Projetos do Plano de Resiliência e Recuperação

### Âmbito Soluções Sustentáveis

- Reciclagem a quente em central
- Reciclagem a frio com betume espuma em central (ER243 – Acessibilidades à ZI de Riachos)
- Aplicação de Agregados Reciclados em camadas não ligadas
- Adoção de camadas de desgaste de alto desempenho

Reciclagem a quente em central	Incorporação de 131.000 ton de RA
Reciclagem a frio com betume espuma em central (ER243 – Acessibilidades à ZI de Riachos)	Incorporação de 18.000 ton de RA
Aplicação Agregados Reciclados em camadas não ligadas	Previstas 772.000 ton de AGER
Adoção de camadas de desgaste de alto desempenho	Previstas 300.000 ton de SMA



# CASOS PRÁTICOS

## BRISA | CASOS DE ESTUDO



### Plástico Reciclado (BBr)

Plástico  
Reciclado +  
Grafeno (MB)



### 20 % de RA (BBr)

Betume *Elaster  
Regener*  
Fibras *Viatop  
Plus RC*



### Borracha Reciclada de Pneus (BBr)

*Elaster Híbrido* |  
30 % RA



### Misturas Betuminosas Temperadas (BBr)

*Elaster RAF BT* |  
20 % RA

## BRISA | CASOS DE ESTUDO



**Plástico  
Reciclado  
(BBr)**

Plástico  
Reciclado +  
Grafeno (MB)



**20 % de RA  
(BBr)**

Betume *Elaster  
Regener*  
Fibras *Viatop  
Plus RC*



**Borracha  
Reciclada de  
Pneus (BBr)**

*Elaster Híbrido* |  
30 % RA

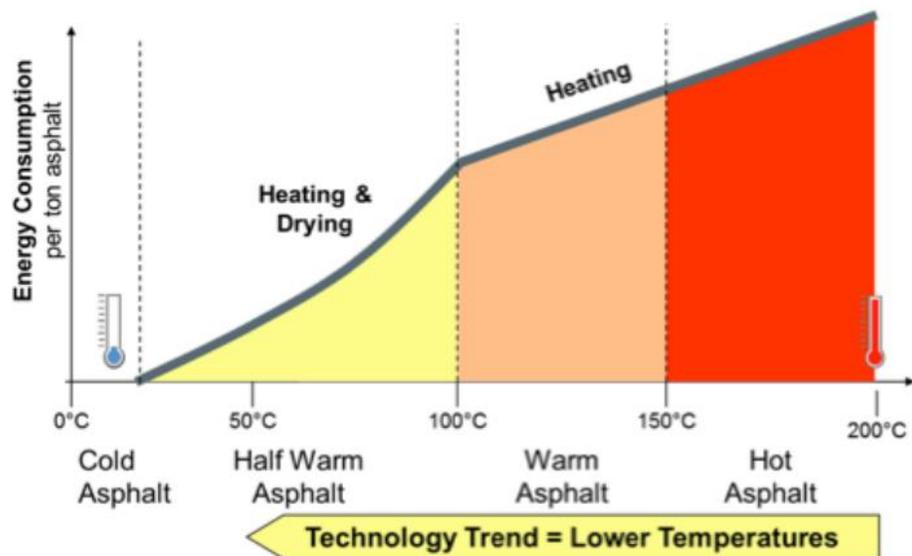


**Misturas  
Betuminosas  
Temperadas  
(BBr)**

*Elaster RAF BT* |  
20 % RA

# I&D – MISTURAS BETUMINOSAS TEMPERADAS

Vantagens (EAPA Position Paper)



MBT (20 – 40 °C) < MBQ

Redução de emissões

Redução de consumos energéticos

Incorporação de RA

Redução da rigidez do betume do RA

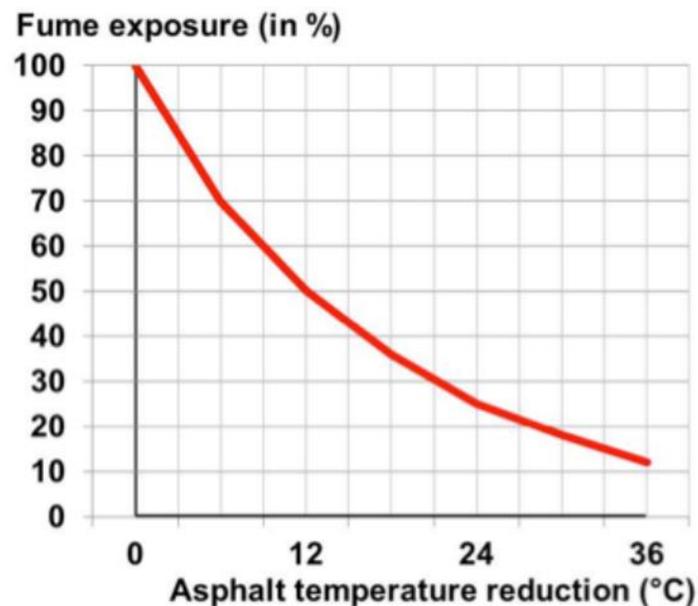
Menores T (°C) de produção e compactação

Menos condicionante na abertura ao tráfego

Figure 1: Classification by temperature range  
<https://eapa.org/warm-mix-asphalt/>

# I&D – MISTURAS BETUMINOSAS TEMPERADAS

## Benefícios ambientais (EAPA Position Paper)



<https://eapa.org/warm-mix-asphalt/>



Reduções de CO<sub>2</sub> entre 20% a 40%



Reduções de SO<sub>2</sub> entre 20 a 35%



Reduções dos componentes voláteis orgânicos até 50%



Redução de monóxido de carbono CO entre 10 a 30%



Redução de libertação de partículas entre 20 a 55%.

## I&D - MISTURAS BETUMINOSAS TEMPERADAS | ENQUADRAMENTO

Caracterização do comportamento mecânico de mistura betuminosa temperada com elevada incorporação de misturas betuminosas recuperadas para camadas de desgaste de via de alta prestação



Comportamento  
Mecânico MBT



Incorporação de RA  
numa MBT



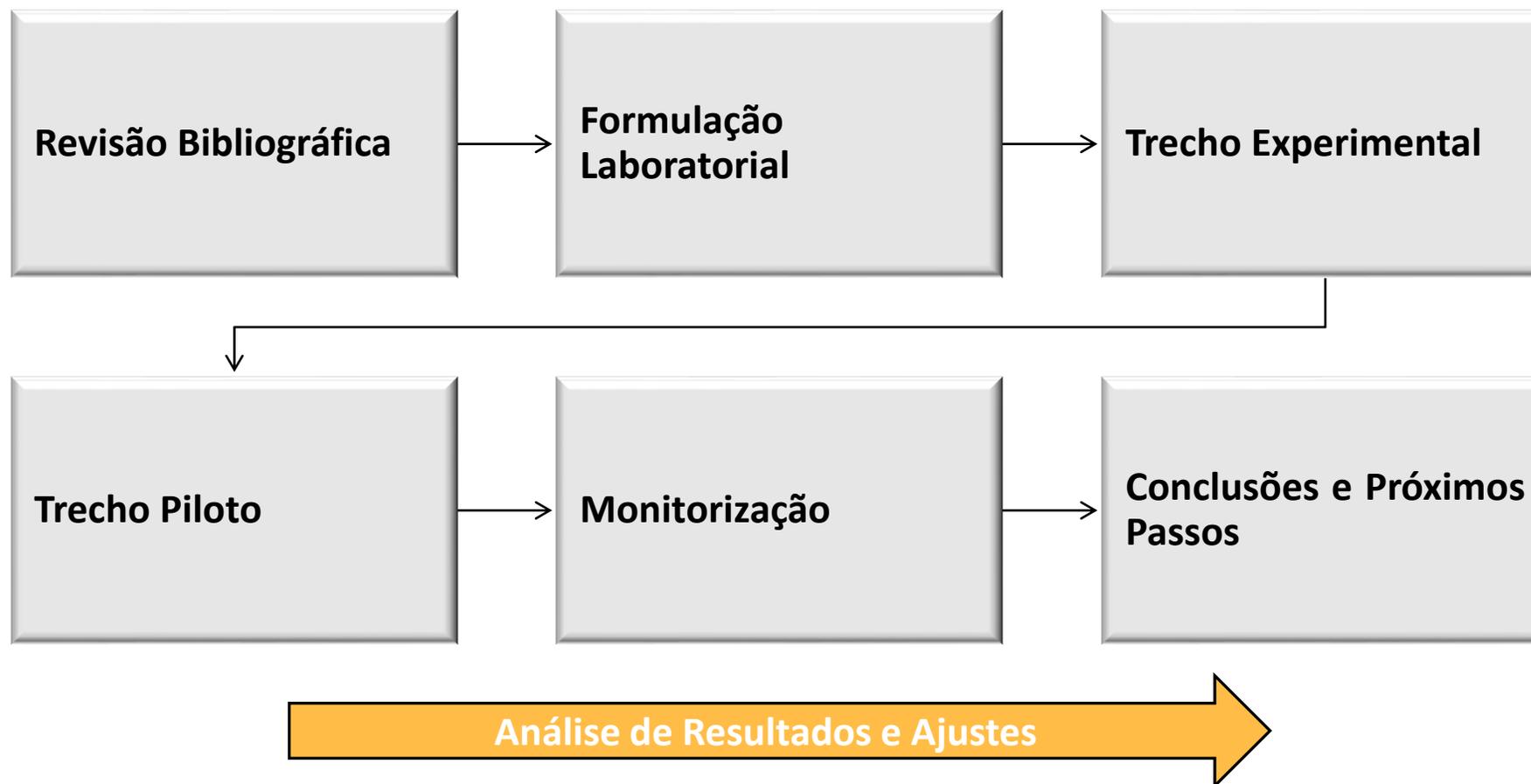
Contribuição do  
Betume Envelhecido  
do RA

# I&D - MISTURAS BETUMINOSAS TEMPERADAS | OBJETIVOS



- Processo de fabrico MBQ | MBT – Betume pré-aditivado
- C. Desgaste: AC 14 surf PMB 45/80-75 (BBr)
- RA C. desgaste existente (BBr)
- Propriedades reológicas do betume
- Desempenho das misturas betuminosas
- Redução das temperaturas
- Redução das emissões

# I&D - MISTURAS BETUMINOSAS TEMPERADAS | PROCESSO



# I&D - MISTURAS BETUMINOSAS TEMPERADAS | ESTUDO LABORATORIAL

Resumo de Estudo Laboratorial				
	MBQ	MBT	MBT-RA	Parâmetro CTE
Betume	<i>Elaster RAF AV</i>	<i>Elaster RAF BT</i>	<i>Elaster RAF BT</i>	
% Betume	4,9	5	5	5,0 ± 0,2%
% Betume Virgem	4,9	5	<b>4,4</b>	
% Betume RA	0	0	<b>0,6</b>	
% RA 8/16 mm	0	0	19	
Relação Fíler total /betume	1,6	1,4	1,5	1,4 ± 0,2%
Porosidade	2,6	2,5	2,4	3-6%
VMA	14	14,1	14	mm/10 <sup>3</sup> ciclos%
Estabilidade	<b>16,9</b>	<b>15,7</b>	<b>15,1</b>	12,5 - 21 kN
Deformação	<b>4</b>	<b>4,9</b>	<b>4,2</b>	2-4 mm
Quociente de Marshall	<b>4,2</b>	<b>3,2</b>	<b>3,6</b>	≥ 3 kN/m
Resistência Conservada em Tração Indireta	<b>96</b>	<b>87</b>	<b>89</b>	≥ 85%
Profundidade de rodeira após 10.000 ciclos	2,3	1,4	1,6	mm
Percentagem de profundidade de rodeira após 10.000 ciclos	4,3	2,8	3,1	%
Taxa de deformação	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,1</b> mm/10 <sup>3</sup> ciclos

≈ 20 % RA 8/16 mm  
0,6 % Betume RA

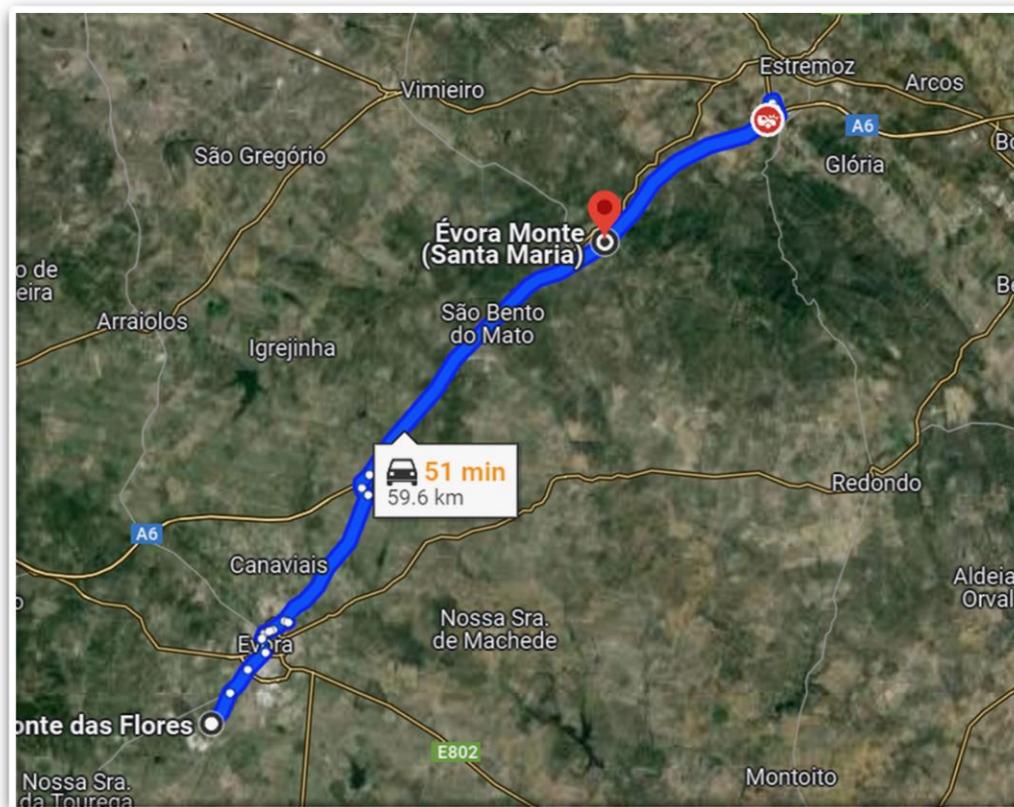
Contribuição do betume do RA

Genericamente cumprem CTE's

MBT-RA | MBT  
Bons Resultados

# I&D - MISTURAS BETUMINOSAS TEMPERADAS | TRECHO PILOTO

A6 – Auto-estrada Marateca/Caia | Sublanço Évora Nascente /Estremoz | S. Decrescente



MBT VL (SD):

PK 96+954 – PK 96+554

PK 96+554 – PK 96+804

MBT-RA VL+VD (SD):

PK 95+804 – PK 95+380

PK 97+027 – PK 96+475

## I&D - MISTURAS BETUMINOSAS TEMPERADAS | TRECHO PILOTO

A6 – Auto-estrada Marateca/Caia | Sublanço Évora Nascente /Estremoz | S. Decrescente

### MBT

Produzida entre 147°C e 153 ° C

Compactada entre 130 ° C e 140 ° C

### MBT-RA

20% RA | 4,4 %  $B_V$  | 0,6 %  $B_{RA}$

Produzida entre 150 ° C e 157 ° C

Compactada entre 135 ° C e 145 ° C



36 toneladas RA

Redução da temperatura  
de compactação 30° C

Redução da temperatura  
de fabrico 30 ° C

1h 15 m transporte

Central contínua

## I&D - MISTURAS BETUMINOSAS TEMPERADAS | PRÓXIMOS PASSOS

A6 – Auto-estrada Marateca/Caia | Sublanço Évora Nascente /Estremoz | S. Decrescente



Realização de ensaios previstos nas CTE's e análise de resultados

Realização de ensaios adicionais no IST (Fadiga | Deformabilidade) e análise de resultados

Monitorização

Oportunidades de melhoria

Elaboração de CTE's



Eugénia Correia

*A Inovação nos Pavimentos Rodoviários.  
Estratégia e Operacionalização*



---

Carlos Santinho Horta | Infraestruturas de Portugal, SA  
Maria Joao Rato | Brisa, SA  
José Nuno Santos | Infraestruturas de Portugal, SA  
Eugenia Correia | Brisa, SA

Obrigada pela atenção!