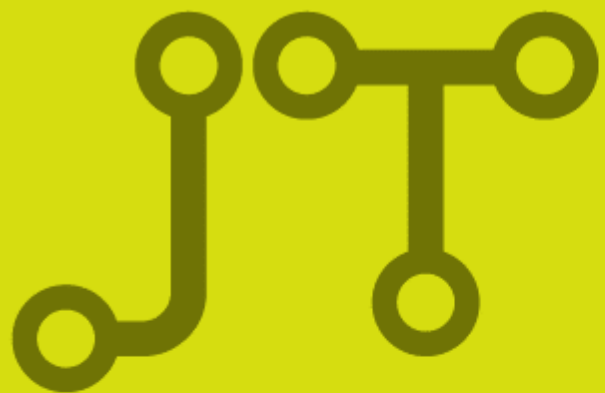


JORNADAS TÉCNICAS

Inovação em Pavimentação

Misturas Betuminosas
com Borracha Reagida e Ativada (RAR)

18 de abril de 2023 | 09h00 às 13h00 | Auditório 1 | Campus do Pragal



JORNADAS TECNICAS

Inovação em Pavimentação

Misturas Betuminosas
com Borracha Reagida e Ativada (RAR)

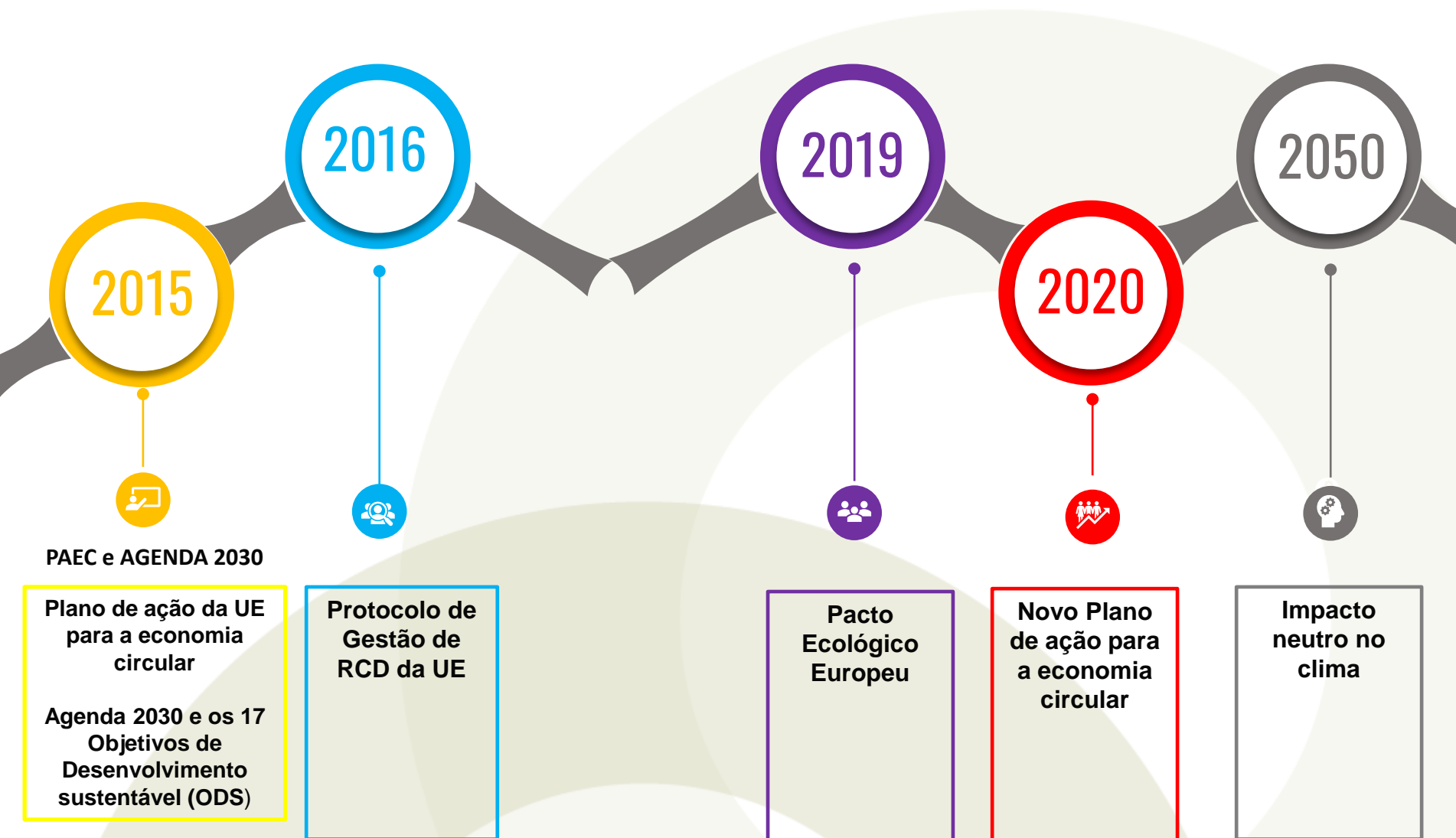
TRANSIÇÃO PARA UMA ECONOMIA CIRCULAR – UM FUTURO SUSTENTÁVEL

Sofia Santos e Miriam Machado

A cronologia da Economia Circular

UNIÃO EUROPEIA

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



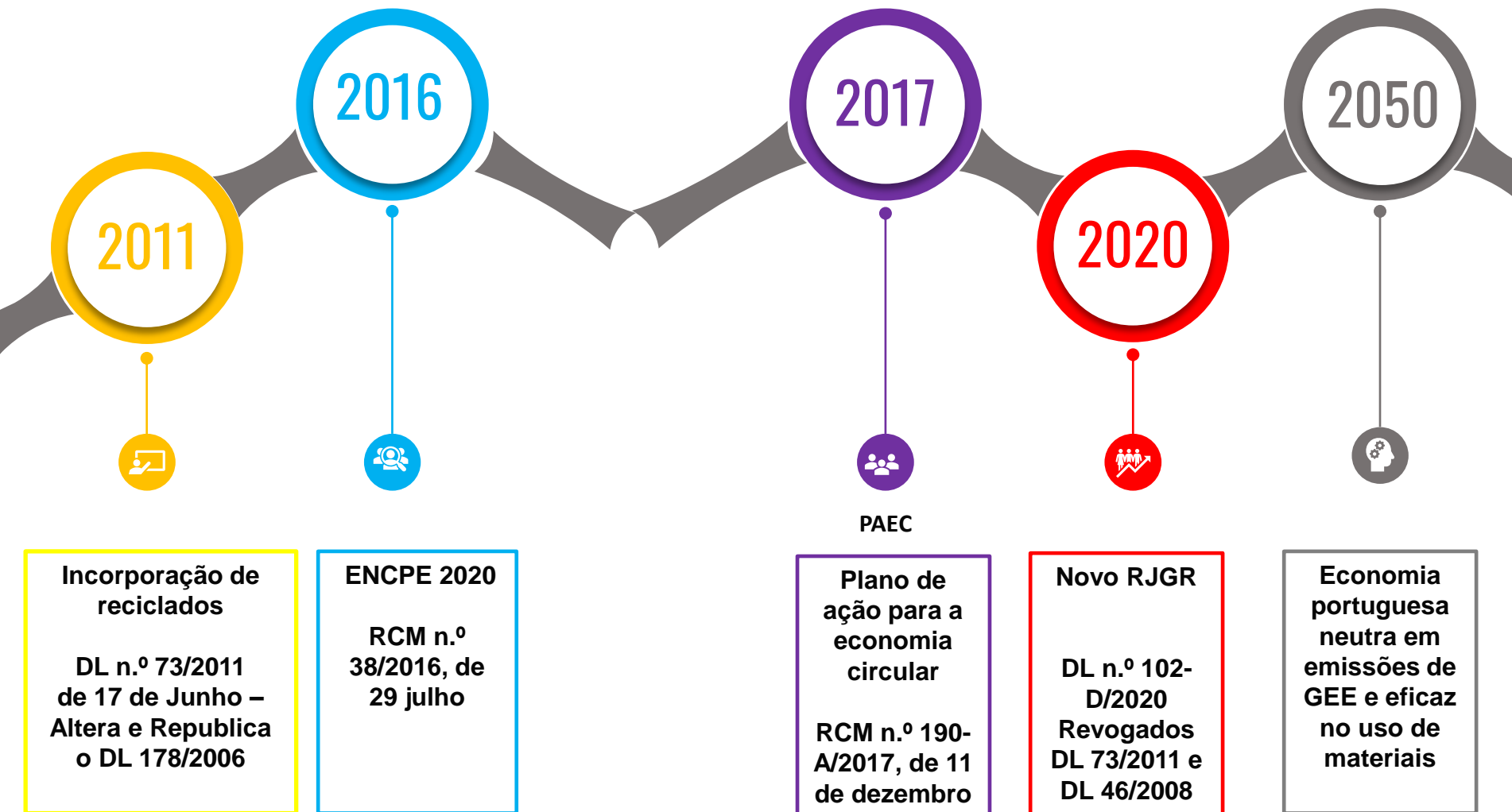
O setor da Construção é responsável por mais de **35 % da produção total** de resíduos na UE.

As emissões de gases com efeito de estufa provenientes da extração de materiais, do fabrico de produtos de construção, bem como da construção e renovação de edifícios são estimadas em **5-12 % do total das emissões** nacionais de gases com efeito de estufa.

Uma maior eficiência dos materiais poderia poupar **80 %** dessas emissões.

A cronologia da Economia Circular PORTUGAL

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



O PAEC Nacional assume compromissos alinhados com o PAEC da União Europeia (UE), com o Acordo de Paris, com a Estratégia de Política Industrial da UE, e com os Objetivos da Agenda de Desenvolvimento Sustentável 2030 das Nações Unidas.

Economia Circular – Materializar

Inovação em Pavimentação
Misturas Betuminosas
com Borracha Reciclada e Ativada (RARI)



VERSUS



A circularidade na construção

RESÍDUOS COMO RECURSO – CICLO FECHADO EM OBRA

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



CONSTRUÇÃO CIRCULAR:

- ✓ Contração de utilização/ aquisição de matérias-primas/ materiais.
- ✓ Decréscimo acentuado do n.º de transportes de resíduos a destino final licenciado – Redução de emissão de CO2.
- ✓ Controlo das operações de gestão de resíduos, isentas de licenciamento.

Economia Circular na Estrada



Potencial contaminação e vetor de propagação de doenças

PROBLEMA AMBIENTAL

Em todo o Mundo são gerados anualmente bilhões de pneus usados (PU), o que constitui uma preocupação muito significativa do ponto de vista ambiental.

A solução inicialmente utilizada de colocação dos pneus usados em aterro tornou-se **inaceitável**:

- pneus ocupam um grande volume nos aterros;
- risco de ignição;
- impermeabilidade dos aterros nem sempre é garantida – contaminação da água e do solo.

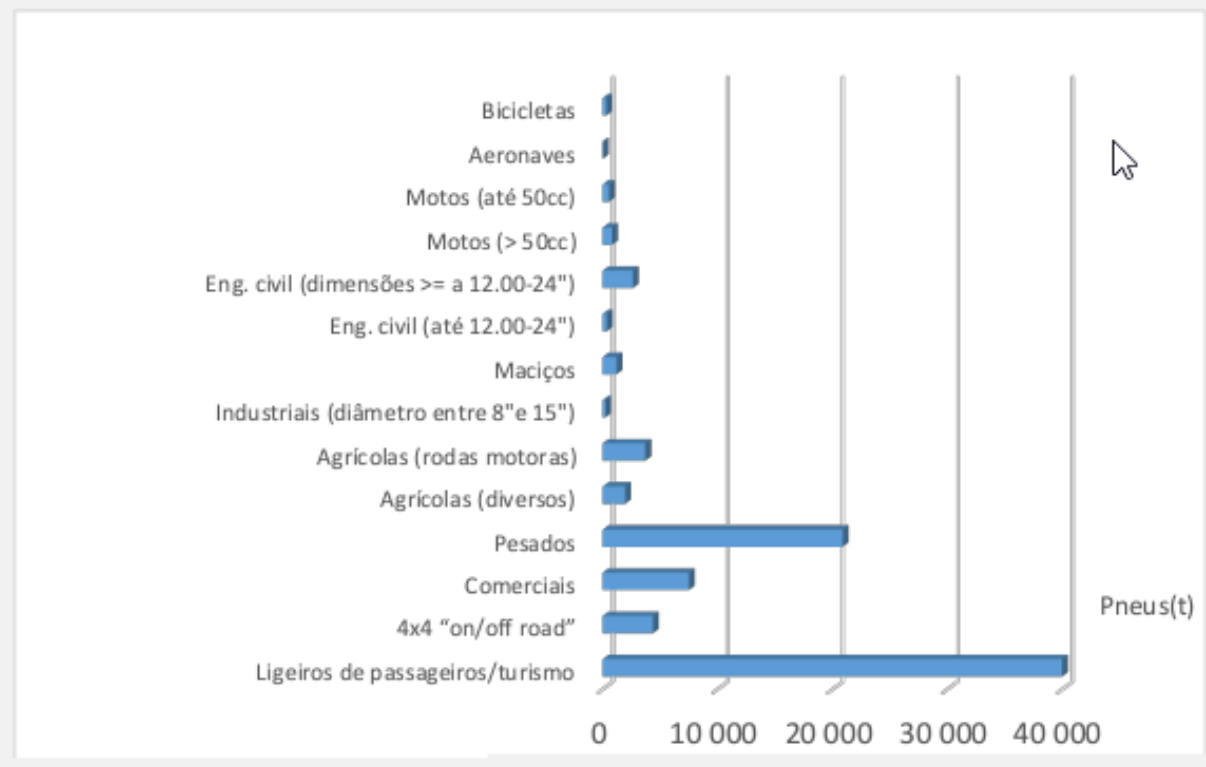
Decreto-Lei n.º 152-D/2017, de 11 de dezembro (artigo 54.º), que revoga o Decreto-Lei n.º 111/2001, de 6 de abril

estabelece a proibição da combustão sem recuperação energética, bem como da deposição em aterro dos PU.

Economia Circular na Estrada

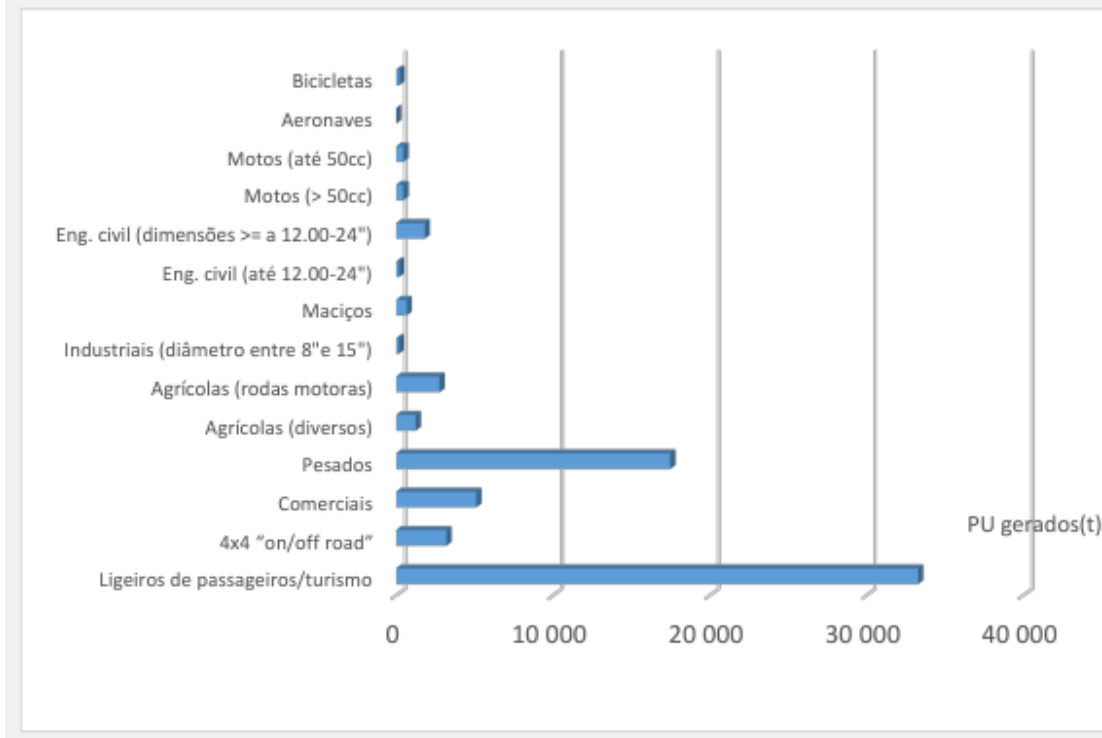
Colocação de Pneus no mercado

Global: 84.433 toneladas



Produção de PU

Global: 67.095 toneladas

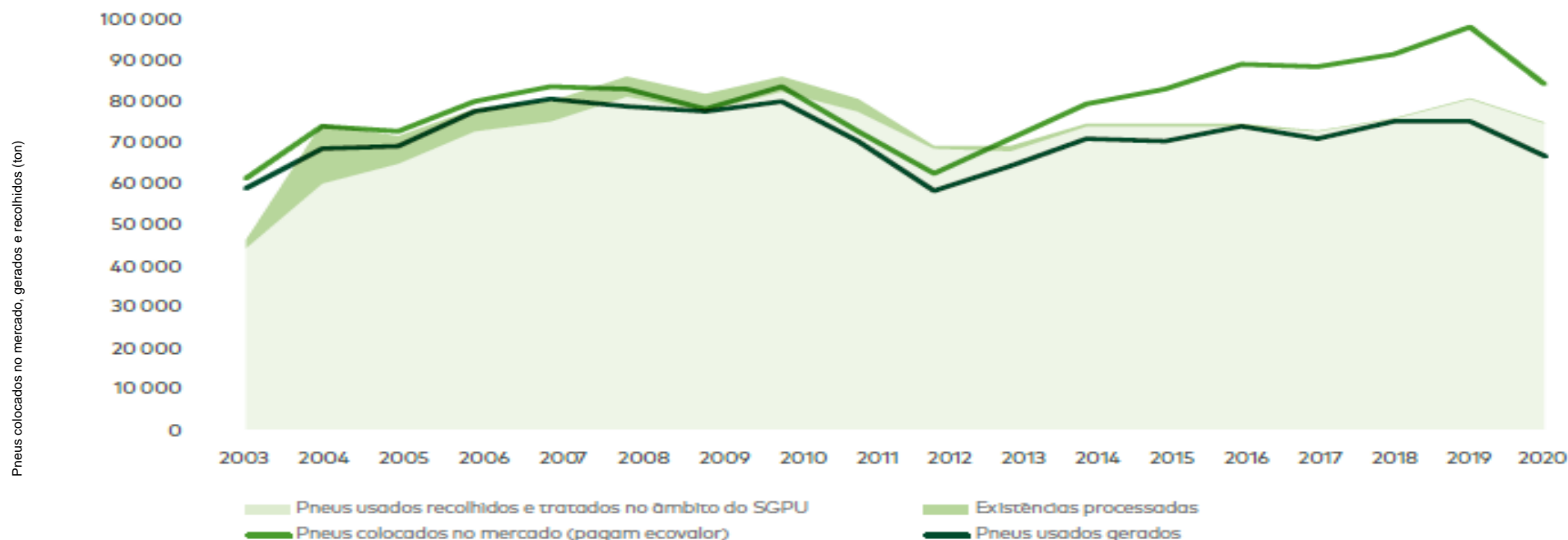


Dados relativos a 2020 em Portugal

APA, fevereiro 2021

Economia Circular na Estrada

O relatório do SGPU indica que em 2020 foram geradas 6 741 249 unidades de pneus em fim de vida, aos quais correspondeu um peso de 67 095 toneladas. Os Produtores aderentes ao SGPU colocaram no mercado nacional 7 253 056 pneus, o que equivale a 84 433 toneladas.



Evolução dos pneus usados colocados no mercado, gerados e recolhidos em Portugal (Valorpneu, 2021)

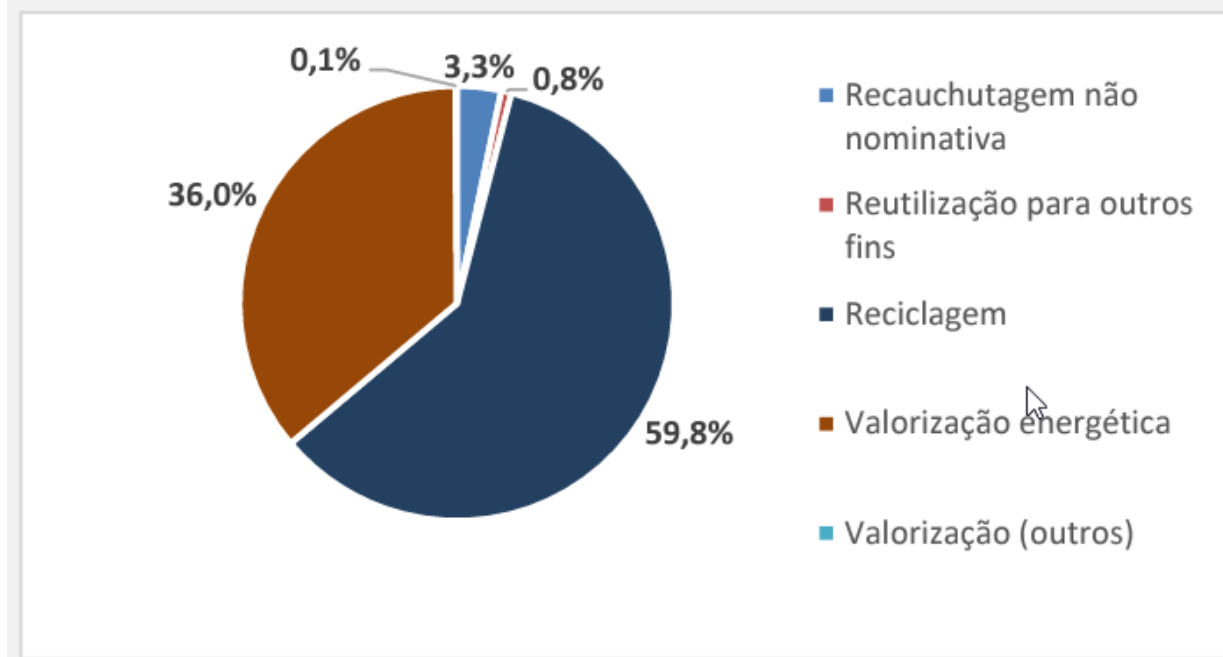
Economia Circular na Estrada

Decreto-Lei n.º 152-D/2017, de 11 de dezembro (artigo 52.º)

Os produtores de pneus devem garantir:

- A recolha de pneus usados numa proporção de, pelo menos 96 %;
- A valorização da totalidade dos pneus usados recolhidos seletivamente;
- A preparação para reutilização e reciclagem de, pelo menos, 65 % dos pneus usados recolhidos.

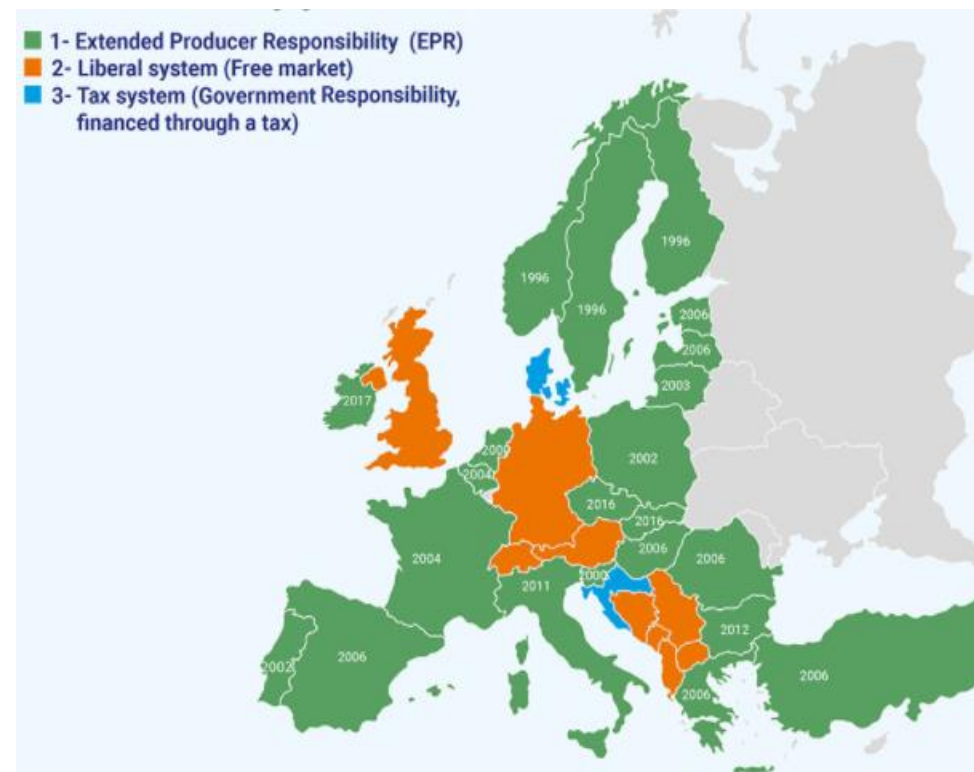
Destino dos PU



Economia Circular na Estrada

Na **União Europeia** não é especificado legislativamente um modelo específico de gestão de pneus usados, mas são usualmente adotados pelos Estados Membros um dos seguintes três sistemas principais:

- ❖ **Sistema de responsabilidade alargada do produtor**
- ❖ **Sistema de responsabilidade do governo**
- ❖ **Sistema de mercado livre**



Sistemas utilizados na Europa para gestão dos pneus usados (ETRM, 2019)

Economia Circular na Estrada

Sistema de responsabilidade alargada do produtor: é a configuração mais frequente nos países europeus. O sistema geralmente envolve a criação de uma organização sem fins lucrativos que gere a recolha e a recuperação do produto em fim de vida.

Em Portugal é utilizado este sistema, tendo a **Valorpneu** sido constituída e licenciada pela primeira vez em 2002 como entidade gestora de um Sistema Integrado de Gestão de Pneus Usados (SGPU).

O valor pago na compra de um pneu novo (ecovalor) é proporcional ao peso dos pneus, sendo consideradas 14 categorias diferentes, que dependem de dois fatores que afetam os custos de processamento dos pneus usados, como a homogeneidade no peso do pneu e a classificação usada pelos recicladores, bem com a usada pelos produtores

(Valorpneu, 2021)

Código	Categoria	Ecovalor (€/ pneu)
T	Ligeiros de passageiros/ Turismo	1,05
4x4	4x4 "on/off road"	1,80
C	Comerciais	1,56
P	Pesados	7,44
A1	Agrícolas (diversos)	2,75
A2	Agrícolas (rodas motoras)	9,05
E1	Industriais (≤ 15")	1,55
E2	Maciços (≤ 15")	3,58
G1	Engenharia Civil (< 24") e Maciços (16 a 23")	7,99
G2	Engenharia Civil (≥ 24") e Maciços (≥ 24")	38,02
M1	Motos (> 50cc.)	0,65
M2	Motos (até 50cc.)	0,20
F	Aeronaves	1,05
B	Bicicletas	0,07

Pneus provenientes da recauchutagem nacional colocados no mercado têm Ecovalor igual a zero.

Economia Circular na Estrada

Na **reciclagem** realiza-se usualmente uma transformação dos pneus usados em produtos para outros fins diferentes do original. Corresponde, pois, a reintroduzir o material dos resíduos no ciclo de vida de um novo produto.

Recorre-se à fragmentação dos pneus usados porque a borracha obtida tem muito maior viabilidade de aplicação.

Tipo de reciclado	Dimensão granulométrica
	mm
Corte	> 300
Shred	20 a 400
Chip	10 a 50
Granulado de borracha	0,8 a 20 (em diversas fracções com dimensão diferente)
Pó de borracha	< 0,8



“Shreds” de pneus usados



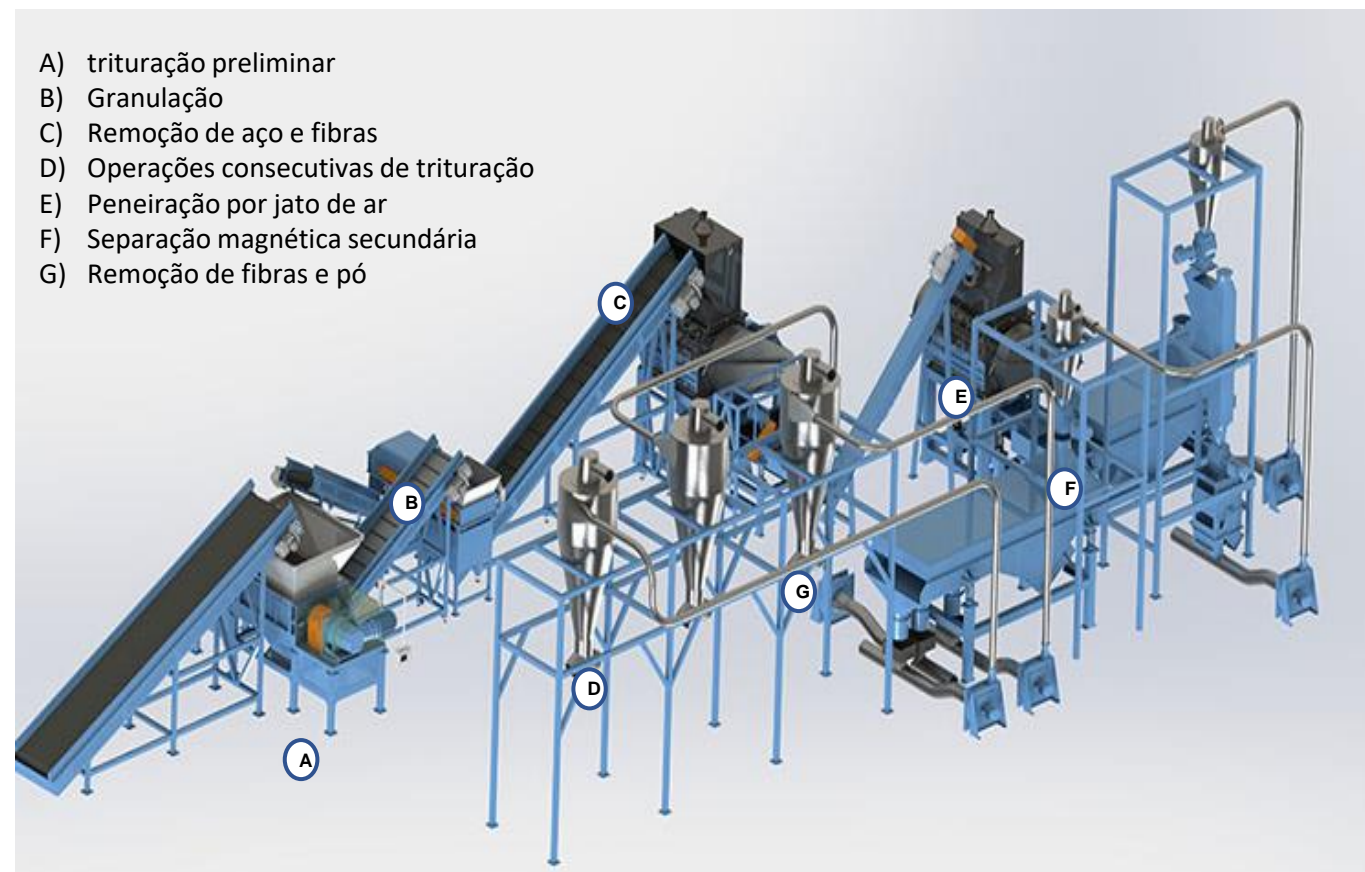
Granulado de borracha

Categorias de materiais reciclados de pneus em fim de vida de acordo com a DNP CEN/TS 14243 [2010]

Economia Circular na Estrada

Os processos utilizados na reciclagem de pneus usados em geral podem incluir diversas fases, realçando-se as seguintes:

- 1) **Fragmentação preliminar:** Nesta fase é utilizado um processo mecânico para cortar o pneu, fragmentando-o em “shreds” ou “chips”.
- 2) **Granulação:** Esta operação transforma os “chips” em granulado de borracha com dimensão máxima de 20 mm:
 - a) **Processo à temperatura ambiente,** que consiste no corte mecânico dos pneus à temperatura ambiente, numa série de máquinas que permitem, cada uma, uma redução da dimensão das partículas;



Esquema representativo do processo à temperatura ambiente

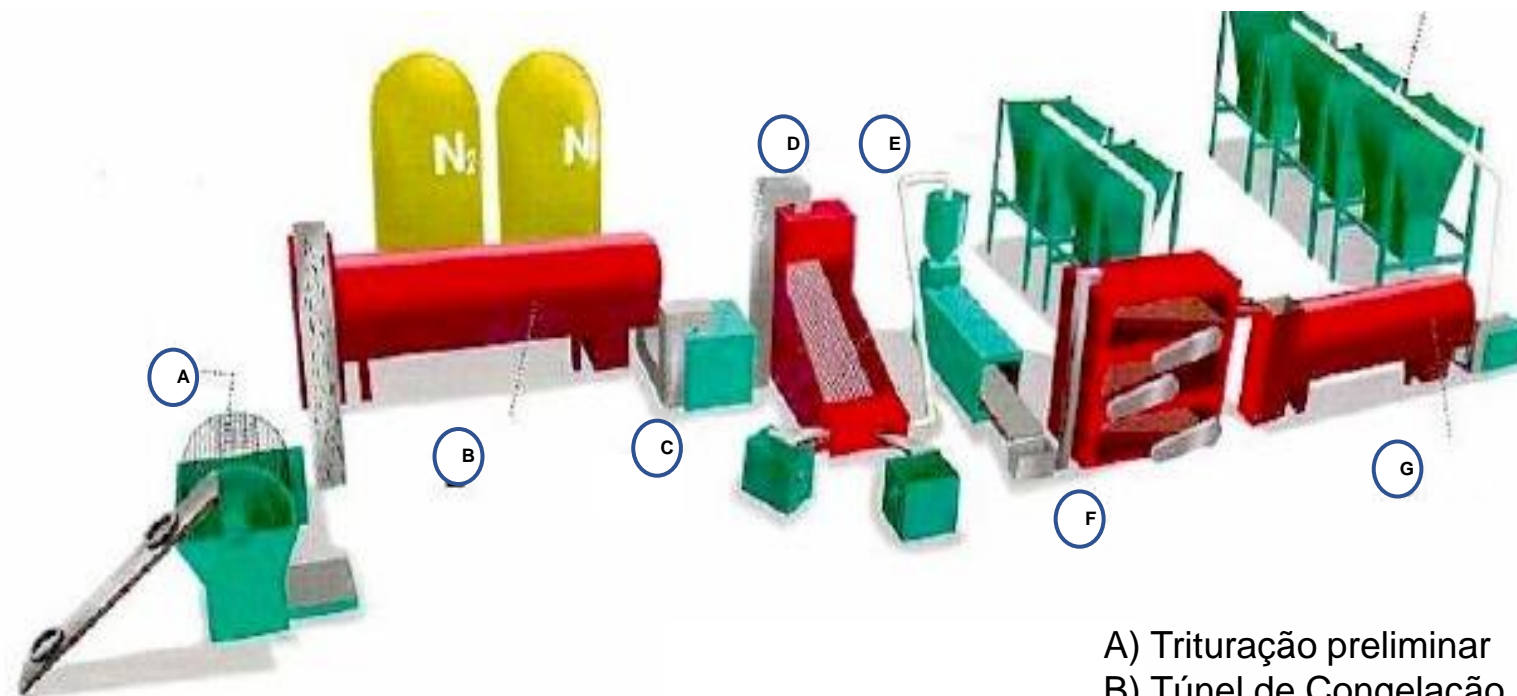
Economia Circular na Estrada

b) Processo Criogénico é utilizado azoto líquido para congelar a borracha, à temperatura aproximada de -160°C , num túnel criogénico, o que permite a fragmentação da borracha e a produção de granulado de borracha fino.

3) Remoção do aço e das fibras;

4) Separação por frações granulométricas

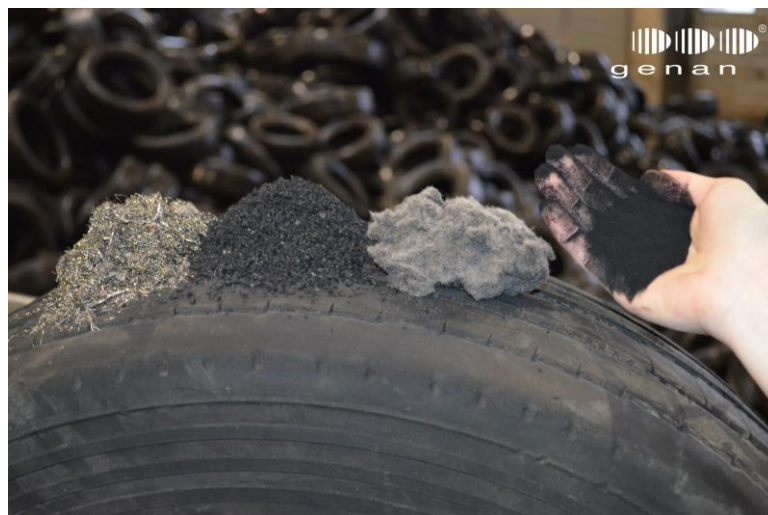
5) Trituração fina



Exemplo do processo criogénico

- A) Trituração preliminar
- B) Túnel de Congelação
- C) Moinho de impacto
- D) Remoção de aço e fibras
- E) Secador
- F) Classificador por frações
- G) Trituração fina
- H) Armazenamento em silos

Economia Circular na Estrada - Produção de granulado de borracha reciclada de pneus usados



Sendo os pneus fabricados com os melhores materiais, de forma a garantir durabilidade e segurança na sua vida útil, a borracha reciclada de pneus tem, portanto, excelentes propriedades de produto, abrindo-se para uma **ampla gama de aplicações**, como o RAR, os Pisos de parques infantis, relvados sintéticos, betume modificado de borracha, isolamento térmico ou acústico, substituição de borracha virgem em compostos técnicos de borracha por exemplo - pneus novos, produtos de borracha moldada, etc...

O único limite é a imaginação!

Economia Circular na Estrada

A IP tem interesse em aplicar materiais e tecnologias que conduzam a um melhor desempenho, durabilidade e sustentabilidade da rede sob sua gestão

- Em termos ambientais a **reciclagem e a reutilização**, ao promoverem a utilização de resíduos, comprometem uma **menor quantidade de matérias primas e reduzem a quantidade de resíduos conduzidos a depósito**.
- o uso deste material é ainda uma mais-valia, pois tem uma alta capacidade de **reduzir o ruído entre o pneu e a estrada até 5 decibéis**.
- Tendo em conta apenas o custo direto de produção, as **misturas recicladas podem considerar-se tendencialmente mais económicas**.




Economia Circular na Estrada

Infraestruturas
de Portugal

INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL, S.A.

EN10, KM 48+000 e km 52+700 - BENEFICIAÇÃO. IPV 2021



P21 - PLANO DE PREVENÇÃO E GESTÃO DE
RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DE DEMOLIÇÃO

Lista de revisões efetuadas		
Revisão	Descrição	Data
0	Elaboração Final	09/09/2022

IPV 2021

Pág. 1/23

Extensão do trecho experimental – do km 48,000 ao km 49,600

Quantidade de SMA10S RAR -> 1 015 ton

Quantidade de RAR consumido -> 48 ton

Percentagem de borracha no RAR -> 62%

Percentagem de Material Reciclado na camada de pavimento -
> $(48 \text{ ton} / 1\,015 \text{ ton}) \times 100\% = 4,7 \%$

Economia Circular na Estrada

Sustentabilidade no Ambiente Construído



PRÉMIO
SUSTENTABILIDADE
NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

CERTIFICADO

Certifica-se que, Infraestruturas de Portugal, recebeu o Prémio Sustentabilidade no Ambiente Construído 2022, na Categoria de Circularidade, pela qualidade técnica, significância, escalabilidade e potencial de aplicabilidade do projeto em ambiente construído.

Uma iniciativa:



Janeiro, 2023

Inovação em Pavimentação

Misturas Betuminosas
com Borracha Reciclada e Ativada (RAR)

Atribuição do prémio, na categoria Circularidade, ao projeto desenvolvido pelas equipas da IP que visa a **incorporação de resíduos de borracha reciclada de pneus usados nas misturas betuminosas** aplicadas na pavimentação de estradas.

