

**Fluxos de matérias
primas críticas na economia Portuguesa e
como aumentar a sua
circularidade**

Sofia G. Simões



eMaPriCe Estudo de Matérias-Primas Críticas e estratégicas e economia circular em Portugal

“ **identificar oportunidades de implementação de estratégias de Economia Circular, a fim de evitar que as Matérias Primas Críticas se transformem em resíduos, bem como opções da substituição destas por matérias-primas não críticas** ”

<https://emaprice.lneg.pt/>

O que são as matérias-primas críticas (MPC) e da cortiça natural?

Antimónio (Sb)

Barita (BaSO_4 mineral)

Bauxite (Al & Ga)

Berílio (Be)

Bismuto (Bi)

Borato (BO_x compostos de BO_3 ou BO_4)

Borracha Natural

Carvão de coque (CCO)

Cortiça natural (estratégica)

Cobalto (Co)

Elementos de Terras Raras Leves (LREE)*

Elementos de Terras Raras Pesados (HREE)**

Escândio (Sc)

Espatoflúor (CaF_2)

Estrôncio (Sr)

Fosfato natural

Fósforo (P)

Gálio (Ga)

Germânio (Ge)

Grafite Natural (C)

Háfnio (Hf)

Índio (In)

Lítio (Li)

Magnésio (Mg)

Metais do Grupo da Platina (MGP)***

Nióbio (Nb)

Silício-metal (Si)

Tântalo (Ta)

Titânio (Ti)

Tungsténio ou Volfrâmio (W)

Vanádio (V)

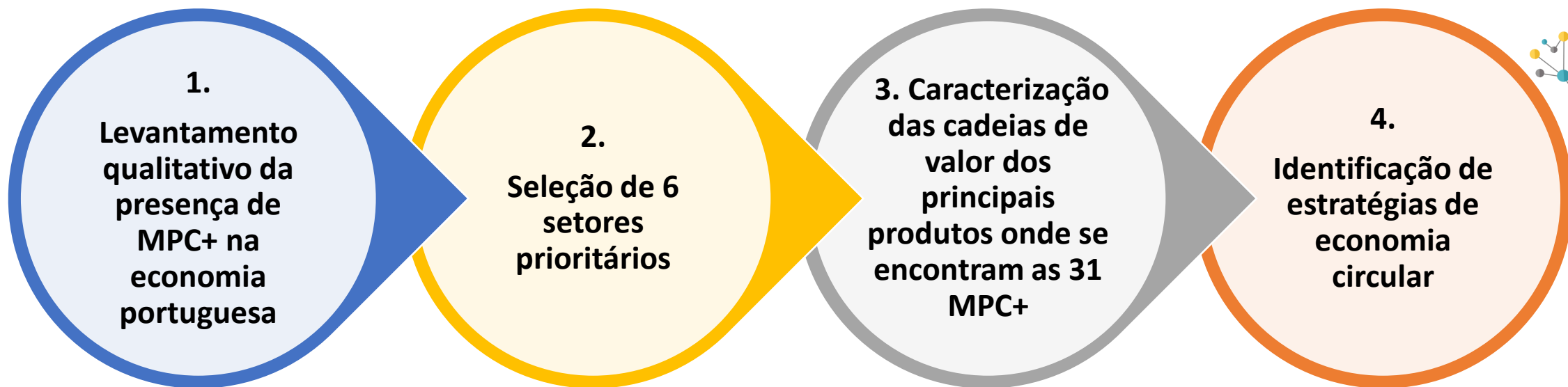
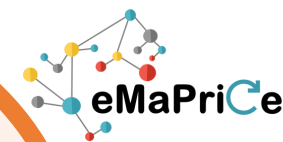
***minerais industriais e de construção,
metais de ferro e ligas de ferro,
metais preciosos, terras raras e
materiais biológicos e outros***

*LREE: lantânio (La), cério (Ce), praseodímio (Pr), neodímio (Nd), promécio (Pm), samário (Sm)

**HREE: ítrio (Y), európio (Eu), gadolínio (Gd), térbio (Tb), disprósio (Dy), hólmio (Ho), érbio (Er), túlio (Tm), itérbio (Yb), lutécio (Lu)

***MGP: ruténio (Ru), ródio (Rh), paládio (Pd), ósmio (Os), irídio (Ir), platina (Pt)

Abordagem



 têxteis e calçado



20  11 

 cortiça



2 

 cerâmica



13 

 ~~exploração mineira~~



2 



Nº MPC+ utilizadas em Portugal – ver detalhe em: <https://emaprice.lneg.pt/>



Setor estratégico em termos de MPC+ para Portugal



Setor estratégico em termos de MPC+ para a União Europeia

 químicos e fertilizantes



24 

 energias renováveis



15  

 eq. elétricos e eletrónicos



23  

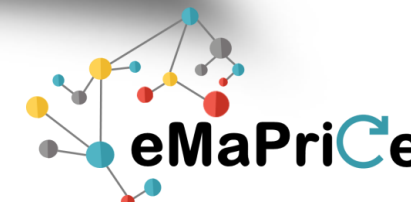
digital

 setor automóvel



24  

Aplicações de MPC+ por setor de atividade (e por MPC)



têxteis e calçado

Matérias Primas Críticas

BaSO₄, Bi, BO_x, Borracha, CCO, Co, Cortiça, Ga, Ge, C, HREE, In, Li, LREE, Mg,

INOVAÇÃO PARA A CIRCULARIDADE

Os principais exemplos de estratégias de EC identificados no setor concentram-se na fase de

Produtos/segmentos de

Utilizados em segmentos de

cerâmica

Matérias Primas Críticas

BaSO₄, Be, BO_x, Co, Hf, HREE, LREE,

INOVAÇÃO PARA A CIRCULARIDADE

Os principais exemplos de estratégias de EC

Produt

Utilizada pigment

Subseto decorati

químicos e fertilizantes

Matérias Primas Críticas

Matérias Primas Críticas

Al&Ga, Be, Bi, BO_x, C, CaF₂, Co, Cortiça, Ga, Ge, Hf, HREE, In, Li, LREE, MGP, Mg, Nb, P, Sb, Sc, Si, Sr, Ta, W, V

INOVAÇÃO PARA A CIRCULARIDADE

Sb Retardadores de chama

BaSO₄ Produção de pigmentos

Bi Recobrir aventais

BO_x Compostos retardantes

Co Produção de corantes

CCO usada como fibra

Cortiça Produção de cortiça

LREE aditivos têxteis

HREE aditivos têxteis

Ga, In Pode ser usado em fibras sintéticas

Ge Fibras sintéticas

TT

Li substâncias aditivas

Mg substâncias aditivas

sizing etc V+TL+TT

MGP usado na produção de fibras

C usada como fibra

tecidos como fibra

Borracha elastómero

P Retardadores de chama

Ta nano-materiais

Ti como TiO₂ em pigmentos

W para incorporar tintas

Sb Afinante

BaSO₄ Fibras

Be BeO Corantes

BO_x Compostos

Co Pigmento

Hf Material

HREE Zircão

(agente de ligação)

LREE Cério

Li Feldspato

Sc carbone

Sr Fritas e vidros

V (V₂O₅) af

MGP Paládio

prateado)

Produtos/Aplicações

Corantes e pigmentos

compostos azo

lubrificantes, c

Sb Retardadores de chama

estabilizador de corantes

BaSO₄ Pigmentos brancos

Al & Ga produção de alumínio e aluminatos

Bi Pigmento em tintas

BO_x Fertilizantes, recubrimentos

cuidado pessoal, produtos

CCO Fertilizantes, tintas

Co Pigmentos em tintas

LREE Pigmentos (Pigmentos)

HREE catalisadores

CaF₂ Fluoropolímeros

espectroscopia

Sr Pigmentos, inibidores

Fosfato natural Fertilizantes

animais, fabrico de produtos

de água industriais, produtos

eq. elétricos e eletrônicos

Produtos/Aplicações

Em ligas metálicas, retardantes de chama, parte integrante de semicondutores, condensadores, ímanes, circuitos integrados, placas de circuito impresso, vidro de ecrãs (...) presentes em equipamentos elétricos, informáticos, para comunicações e produtos eletrônicos e ópticos

INOVAÇÃO PARA A CIRCULARIDADE

Os principais exemplos de estratégias de EC identificados no setor concentram-se na fase de pós-utilização (16) com principal incidência nas estratégias de reciclagem (10) mas também com enfoque na reparação (7) na fase de utilização. Principais MPC+ abrangidas: Mg, MGP (Rh, Pd, Pt), LREE (La, Ce, Nd, Pr), HREE (Y, Eu, Gd, Tb, Dy, Yd), Co, C, Ga, In, P, Li, Sb, Si, Sr, Ta, Ti, W, V

Gestão de resíduos

a) pré-consumo

- 50 949 t resíduos produzidos em 2019
- potencialmente com MPC+ (pMPC+): ~50% total
- resíduos pMPC+ com circuitos de recolha
- 99% resíduos pMPC+ valorizados

 - 76% operações de valorização intermédias (R12 e R13)
 - 1% reciclagem/recuperação compostos orgânicos (R3) ou outras matérias inorgânicas (R5) exportados ES
 - 23% reciclagem/recuperação de metais e de ligas
 - 1 061t (2%) aparas, poeiras, soldas exportados (ES, DE) para reciclagem/recuperação metais e ligas (R4)

b) pós-consumo

- 1% resíduos pMPC+ eliminados

 - 9% por deposição em aterro (D1)
 - 17% operações intermédias de eliminação (D13, D14, D15)
 - 74% tratamento físico-químico (D9)



Quantificação de fluxos – produtos tipo considerados

têxteis



- › Peças de vestuário (kg)
- › Peças de têxtil lar (kg)
- › Têxtil técnico (kg)



cerâmica



- › Ladrilhos e pavimentos (m²)
- › Louça sanitária (n.º)
- › Telhas vidradas (n.º)



eq. elétricos e eletrônicos



- › TV (n.º)
- › Computadores, laptops e notebooks (n.º)
- › Telemóveis (n.º)
- › Lâmpadas fluorescentes e LED (n.º)
- › Placas circuito impresso (kg)

fertilizantes P



- › Fertilizantes de fósforo (kg)



setor automóvel



Veículos ligeiros de passageiros

- › Elétricos a baterias (plug-in) (n.º)
- › Híbridos plug-in (n.º)
- › Combustão interna (gasolina, gasóleo, gás natural e GPL) (n.º)



cortiça



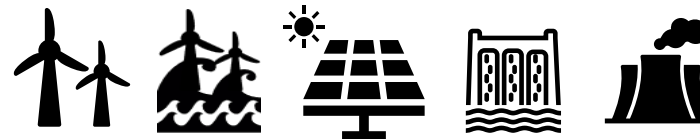
- › Rolhas (de cortiça natural e aglomerada) (t)
- › Pavimentos e revestimentos (t)
- › Isolamentos (t)



energias renováveis



- › Eólica onshore (MW)
- › Eólica offshore (MW)
- › Solar PV (MW)
- › Hidroelétrica (MW)
- › Geotérmico (MW)



MPC+ contidas em produtos importados

MPC+ contidas em produtos exportados

Colocação no mercado

MPC+ contidas em produtos fabricados em Portugal

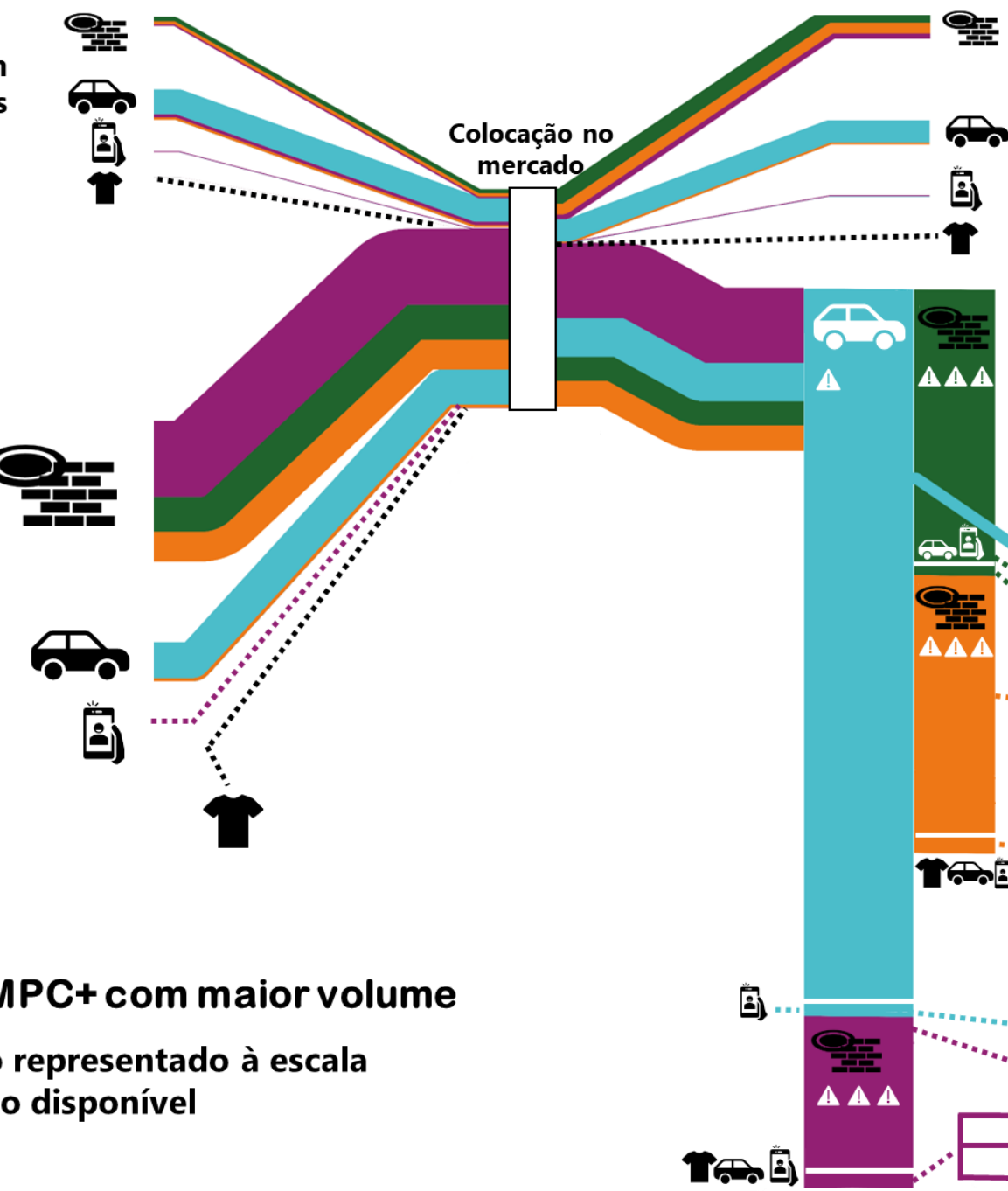
MPC+ contidas em produtos em "stock" na economia

MPC+ em resíduos produzidos 2019

- Cobalto
- Borato
- Barita
- Magnésio

Fluxos das 4 MPC+ com maior volume

* e fluxo não representado à escala
 ? Informação não disponível



Extração feldspatos com Li

599,12 t

Li contido em produtos importados

Veículos 207,63 t

Cerâmica 24,44 t

EEE 6,30 t

Li contido em produtos fabricados em Portugal

Cerâmica 62,60 t

Veículos 4,54 t

EEE 1,04 t

Colocação no mercado

Exportação feldspatos com Li

536,56 t

Li contido em produtos exportados

Veículos 3,03 t

EEE 0,97 t

Cerâmica 85,86 t

Li contido em produtos em "stock" na economia

Cerâmica 1 495,76 t

Veículos 193,23 t

34,00 t

Li em resíduos produzidos em 2019

17,48 t ladrilhos em RCD

1,26 t VFV*

? t REEE*

3

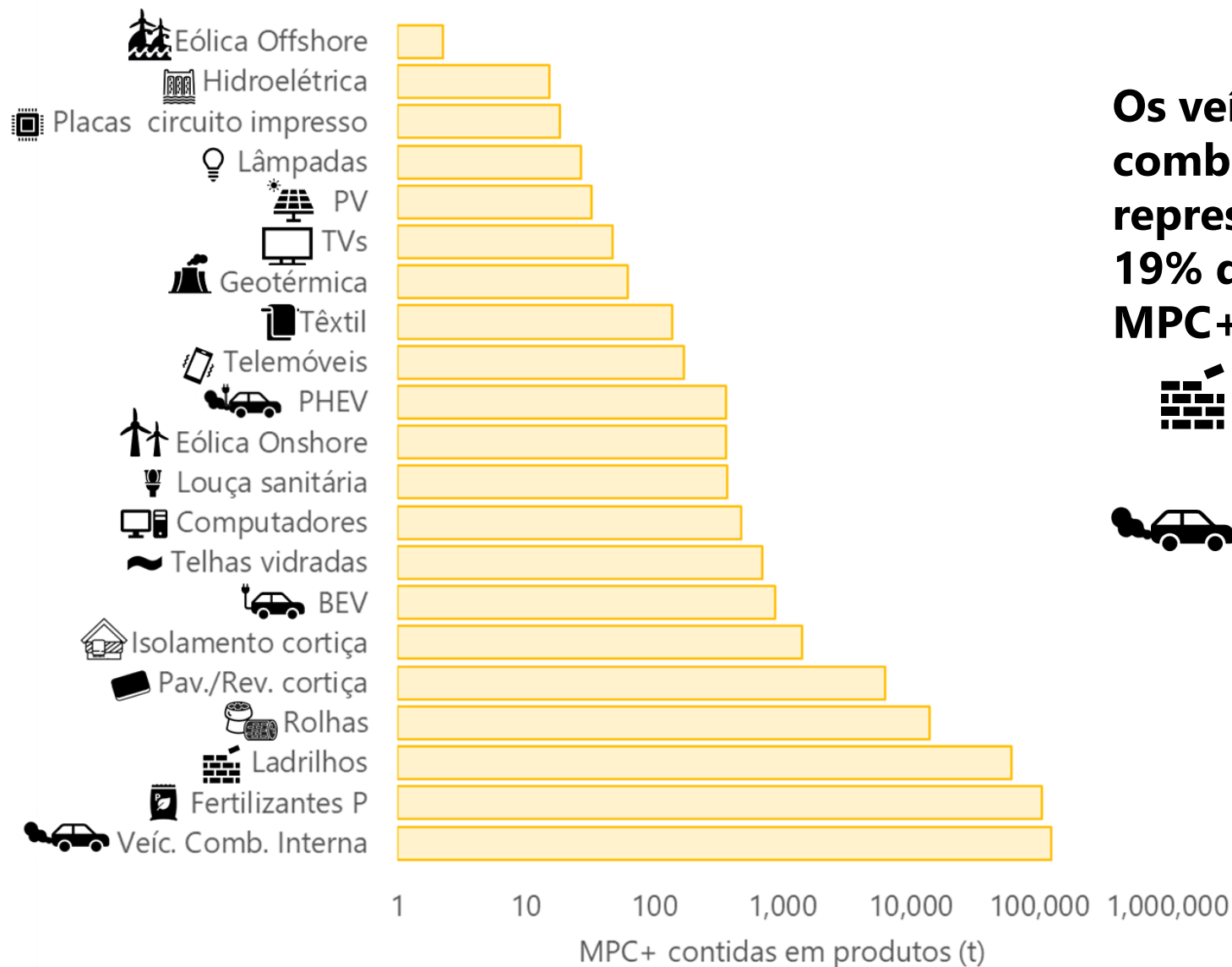
Li
lítio
6,96

Lítio

Fluxos de Lítio

* e fluxo não representado à escala
? Informação não disponível

MPC+ contidas em produtos em “stock” (em 2019 em t)



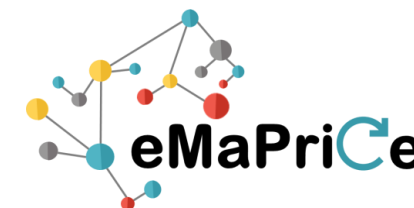
Os veículos de passageiros de combustão interna e os ladrilhos representam respetivamente 39% e 19% do total do stock acumulado de MPC+ (em 2019)



Destes, 38% é borato, 28% é barita e 22% é cobalto (vidrados)

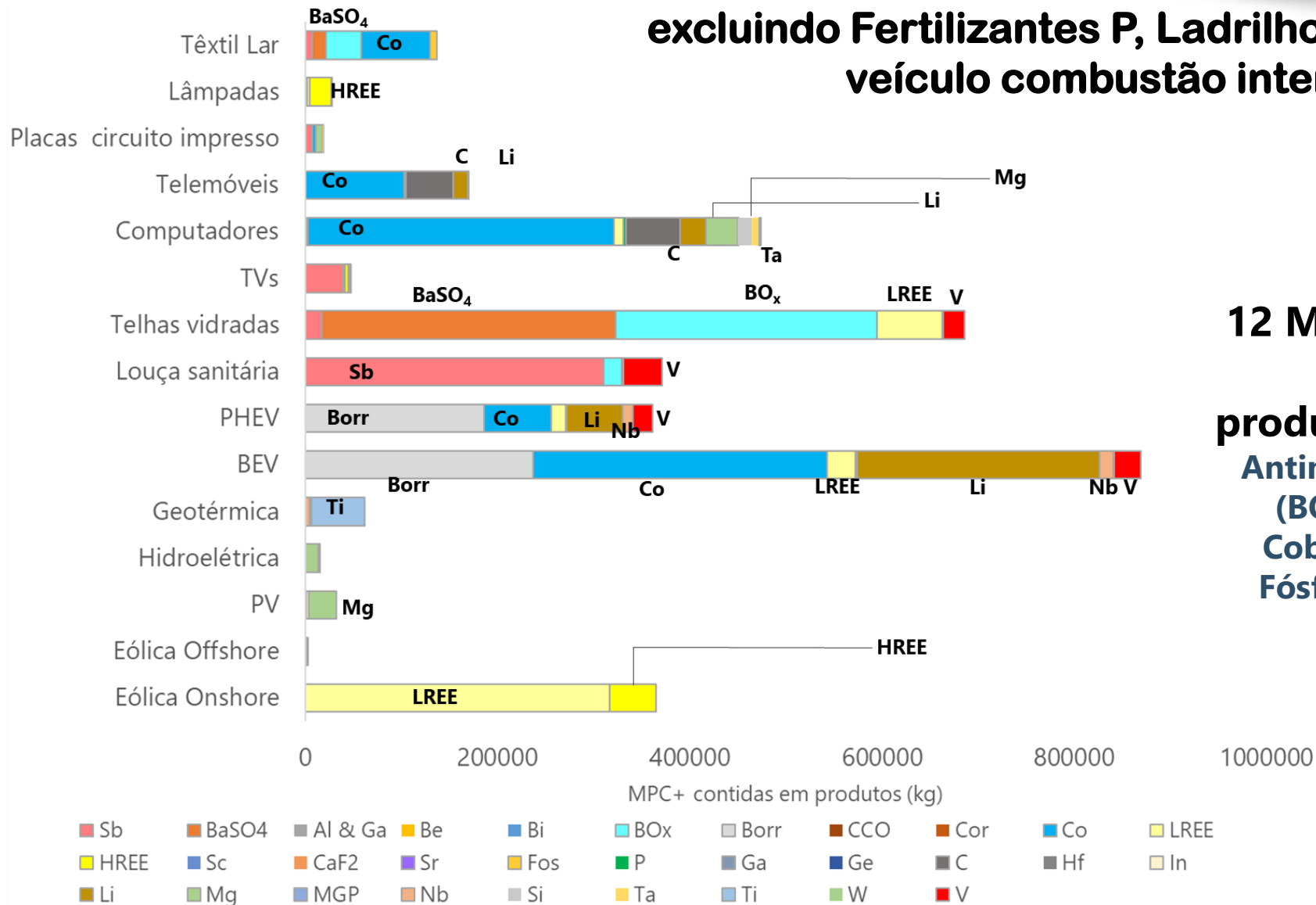


Destes, 49% é magnésio (ligas de Al e Mg) e 41% é borracha natural (pneus)

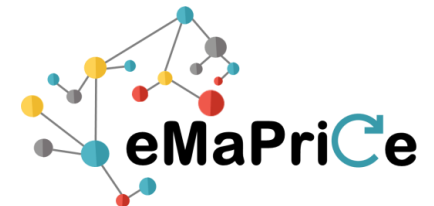


MPC+ contidas em produtos em "stock" (em 2019 em kg)

excluindo Fertilizantes P, Ladrilhos e veículo combustão interna



12 MPC+ que representam 99% das MPC+ presentes em produtos em stock em Portugal:
Antimónio (Sb), Barita (BaSO_x), Borato (BO_x), Borracha (Borr), Cortiça (Cor), Cobalto (Co), Praseodímio (HREE-Pr), Fósforo (P), Lítio (Li), Magnésio (Mg), Titânio (Ti), Vanádio (V)



Estratégias de economia circular

Extração e transformação

Aumentar a produção/extração	A
Maximizar a eficiência dos processos	R2
Valorização de subprodutos	V

Apenas no setor da cortiça

Fabricação

Substituir a MPC+ por não crítica	S1
Substituir a MPC+ virgem por secundária	S2
Maximizar a eficiência dos processos	R2
Reciclagem interna	R2
Simbiose industrial	R2
Aumentar a durabilidade (intrínseca) dos produtos	R3
Valorização de subprodutos	V

Utilização

Reparação, manutenção, atualização	R5
Utilização partilhada do produto	R1
Compra de desempenho	R1
Valorização de subprodutos	V

Pós-utilização

Reutilização	R4
Restauração e atualização	R6
Remanufatura	R7
Reciclagem	R8
Valorização de subprodutos	V

A: aumentar

S1/S2: substituir

R1: repensar | R2: reduzir | R3: retardar | R4: reutilizar | R5: reparar | R6: recondicionar | R7: remanufaturar | R8: reciclar

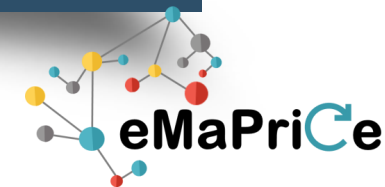
Inovação tecnológica

Inovação / design de produto

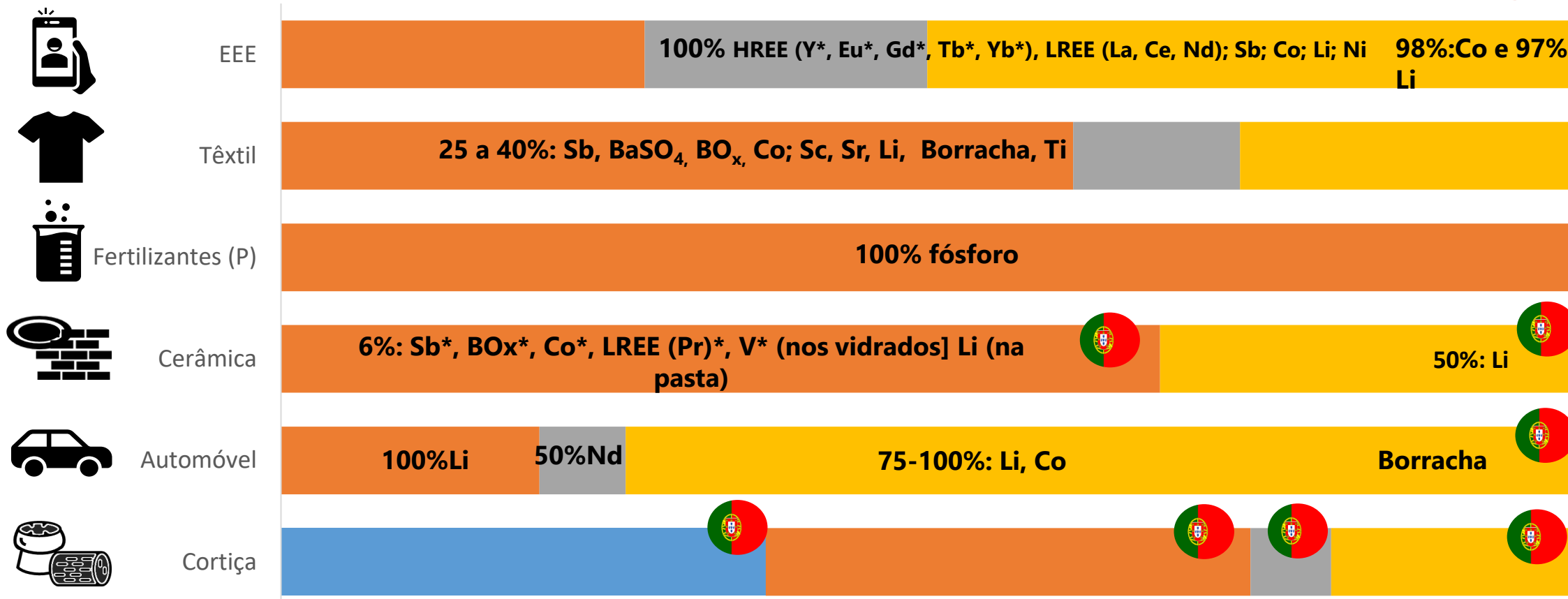
Inovação / modelo de negócio

Mudança socioinstitucional

Exemplos de estratégias de Economia Circular identificadas



Fase do ciclo de vida e setor

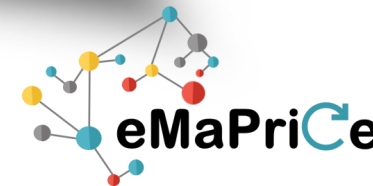


■ Extração e transformação
 ■ Fabricação
 ■ Utilização
 ■ Pós-utilização



Existem já muitas iniciativas de EC visando as MPC+?

- › Não visando especificamente as MPC+
- › muitos exemplos de **aumento da durabilidade dos produtos**, de **intensificação da sua utilização** e de **aumento da reciclagem** que permitem reduzir o consumo de MPC+



Em que fases do ciclo de vida?

EC especificamente para MPC+:

- **Fabricação:** substituição MPC por não críticas (exemplos raros e por vezes com perdas de desempenho)
- **Pós-utilização:** reciclagem MPC (ainda bastante limitada, principalmente setor automóvel e EEE)

EC com impacto no consumo de MPC+:

- **Fabricação:** aumento da eficiência dos processos e aumento da durabilidade intrínseca dos produtos
- **Utilização:** reparação e atualização, uso partilhado, aluguer (em crescimento, plataformas digitais são facilitadores, impacto em MPC e *trade-offs* desconhecidos)
- **Pós-utilização:** reutilização, venda em 2ª mão, remanufatura (em crescimento)

Tendência: de produtos premium para outros segmentos

Obrigado!

Sofia G. Simões

E-mail: sofia.simoes@lneg.pt