

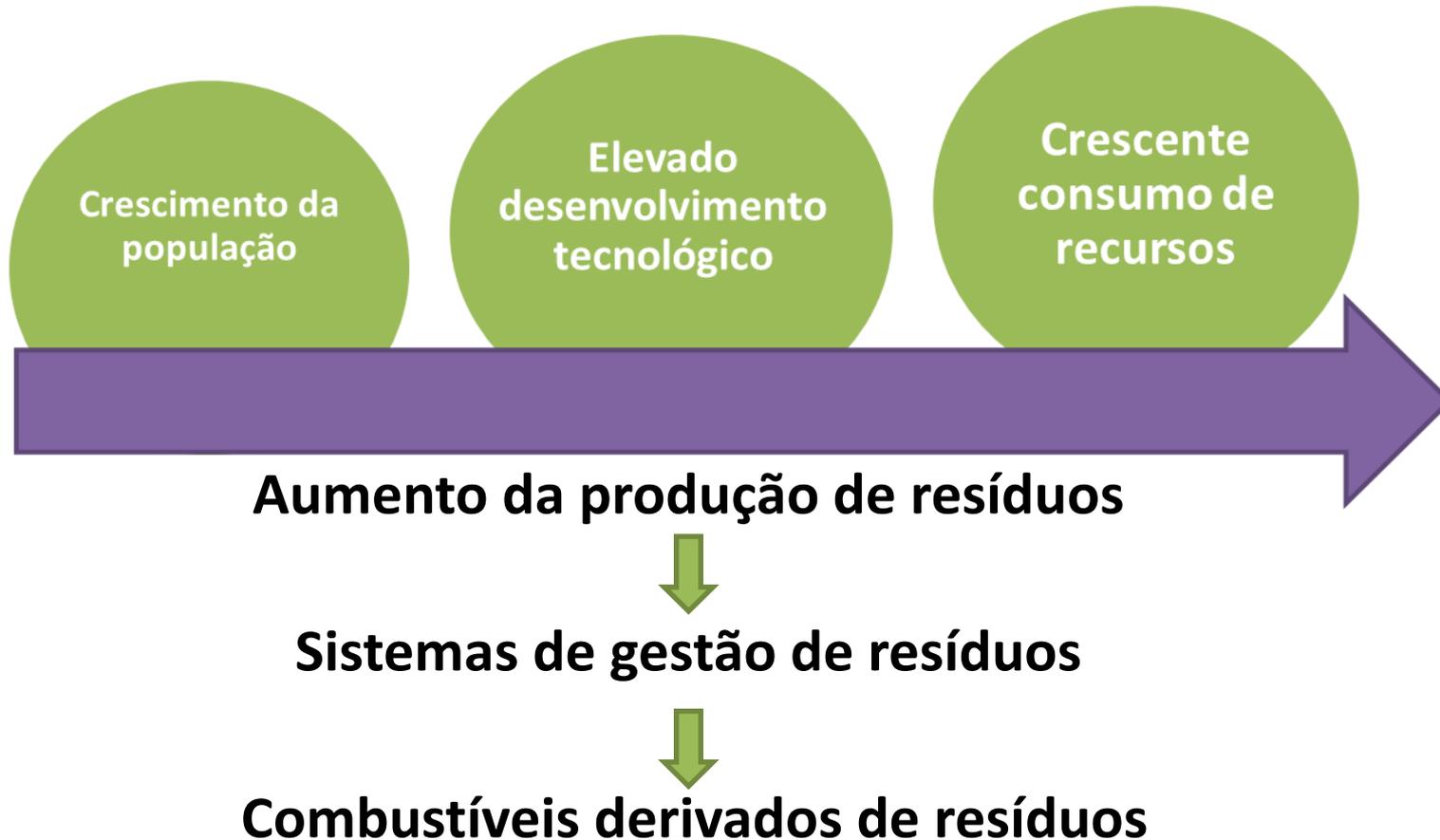
Torrefacção de CDRs industriais: Aplicações energéticas e materiais

**Catarina Nobre ⁽¹⁾, Margarida Gonçalves ⁽¹⁾,
Cândida Vilarinho ⁽²⁾, Benilde Mendes ⁽¹⁾**

(1) METRICS, Departamento de Ciências e Tecnologia da Biomassa,
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa,
Caparica, Portugal. cp.nobre@campus.fct.unl.pt

(2) METRICS, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade do
Minho, Guimarães, Portugal.

Introdução



- Redução dos custos ambientais e económicos do tratamento de resíduos;
- Minimização da quantidade rejeitada;
- Diminuição do impacto ambiental associado à deposição em aterro.



Combustível derivado de resíduos - CDR

CDR – Combustível derivado de resíduo

Combustíveis sólidos preparados a partir de resíduos não perigosos para utilização em unidades de incineração e co-incineração (NP 4486:2008).

Código **19 12 10** da Lista Europeia de Resíduos



- Resíduos industriais banais
- Resíduos de construção e demolição
- Resíduos sólidos urbanos
- Lamas de ETAR

Tratamento mecânico e biológico

Tratamento mecânico

Bioestabilização

Fluff



Pellet



Briquette



Utilização de CDR

EU27 2020

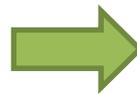


- Cimenteiras: 5-10 Mt/a
- Centrais a carvão: 4-8 Mt/a
- CHP: 15-25 Mt/a
- Total : 24-43 Mt/a



- Gasificação
- Pirólise

Co-combustão de CDR
numa central a lenhite
em Weisweiler, Alemanha



Fonte: RWE, 2015



Fonte: Lahti Energia, 2015



Gasificação biomassa/CDR
em Lahti, Finlândia



Benefícios da utilização de CDR

Vantagens do ponto de vista:

- Ambiental
- Económico
- Energético



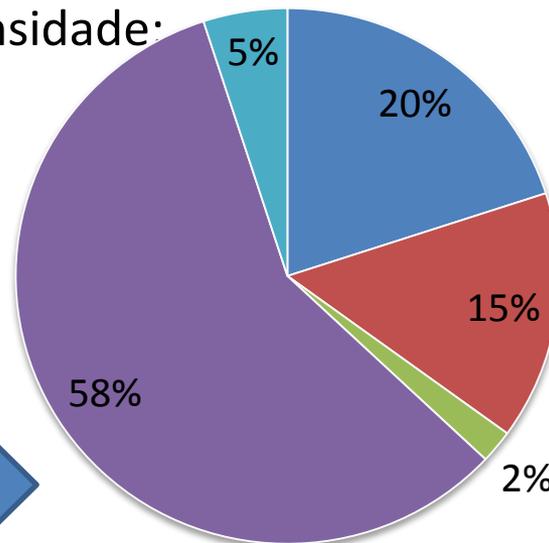
- Preservação de recursos naturais;
- Reforço na segurança do aprovisionamento energético;
- Redução de emissão de GEE;
- Diminuição na deposição em aterro.



Características do CDR

- Heterogeneidade;
- Elevado teor de cinzas;
- Presença de cloro e outro halogéneos;
- Baixa moabilidade;
- Fracção polimérica significativa;
- Volume elevado e baixa densidade:

Composição variável dependente do fluxo de resíduos de origem.



- Plásticos
- Têxteis
- Diversos
- Papel e cartão
- Madeira

Fonte: Shanks, 2015



Processo de torrefacção

➤ Decomposição termoquímica em atmosfera pobre em O₂

➤ 200-320 °C

➤ Melhora:

- Homogeneidade
- Densidade
- Moabilidade
- Hidrofobicidade
- Poder calorífico



A problemática do CDR

- Sub-produto ou combustível?
- *Upgrading* ou estabilização através da torrefacção?
- Utilização de carvão de CDR para fins energéticos?
- A valorização material é uma área recente e em expansão!



Source: Wastersblog, 2013



Abordagem prática

CDR

Torrefacção

Escala laboratorial

- An. Aproximada e elementar
- Composição mineral
- Teor de cloro
- Lixiviação

Torrefacção

Escala pré-piloto

- Análise do produto sólido
- Análise dos gases
- Análise de condensados

Carvão de CDR

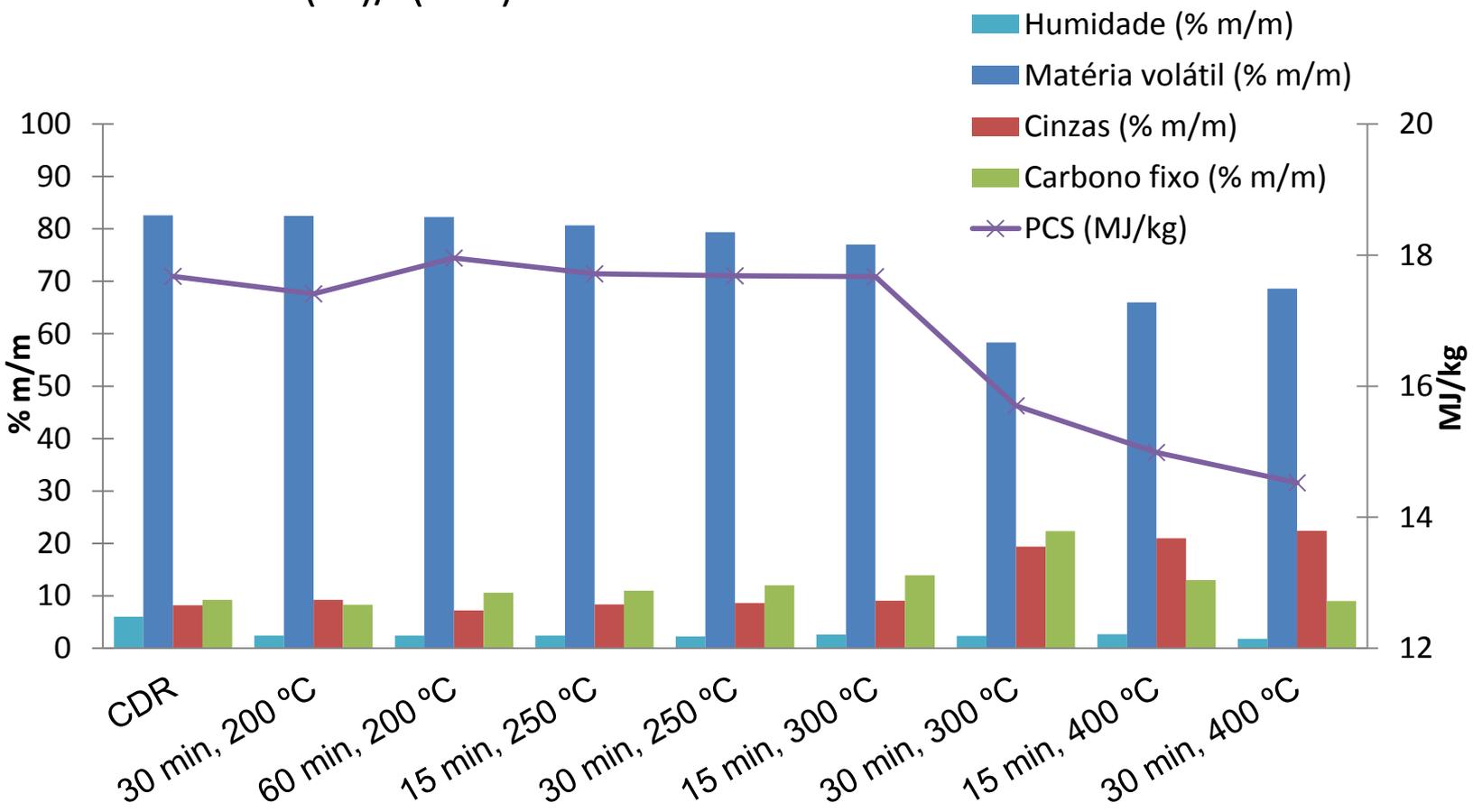
- Aplicações energéticas:
 - Incorporação com outros fluxos de resíduos: Conversão termoquímica avançada;
- Aplicações materiais:
 - Adsorção de poluentes/contaminantes em efluentes industriais.



Resultados preliminares - Torrefacção

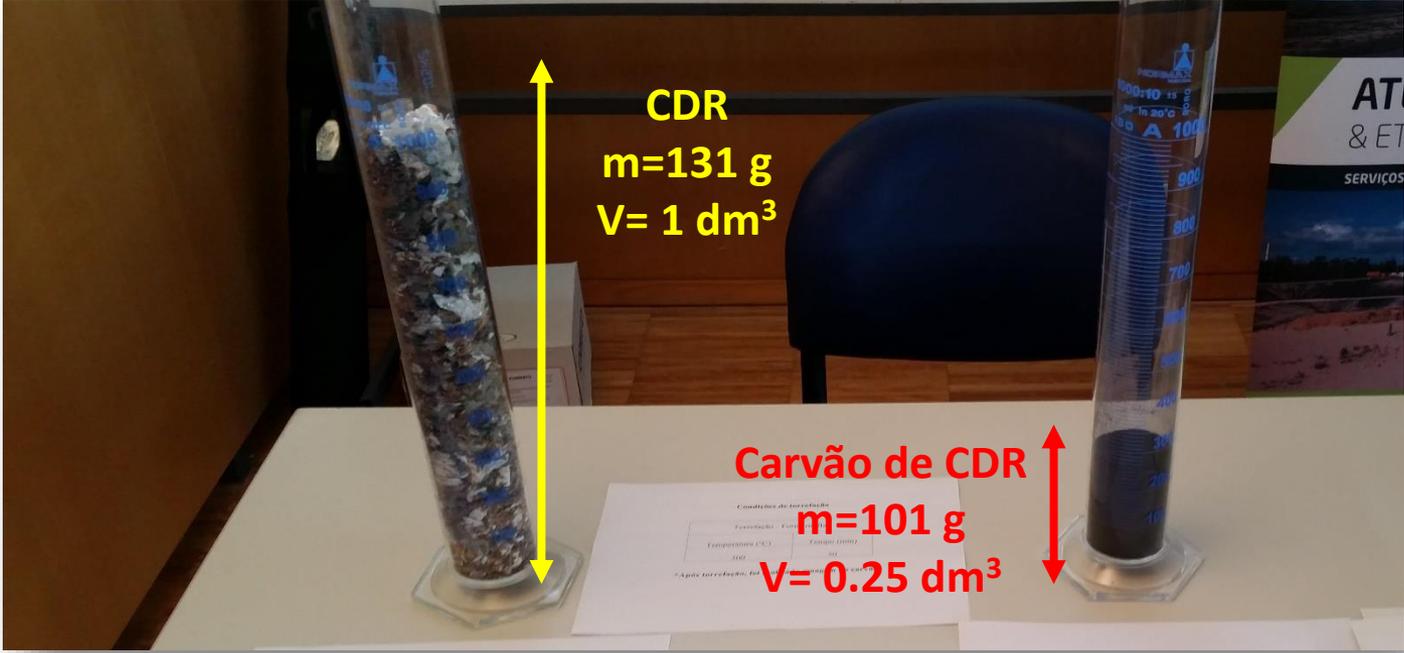
Ensaio de torrefacção de CDR à escala laboratorial

- 1 lote de CDR
- Binómio T (°C)/t(min)



Resultados preliminares - Torrefacção

Amostra	Redução de volume (%)	Redução de massa (%)	Densidade CDR (g/cm ³)	Densidade carvão (g/cm ³)
CDR	75	33	0,13	0,46



Resultados preliminares - Torrefação

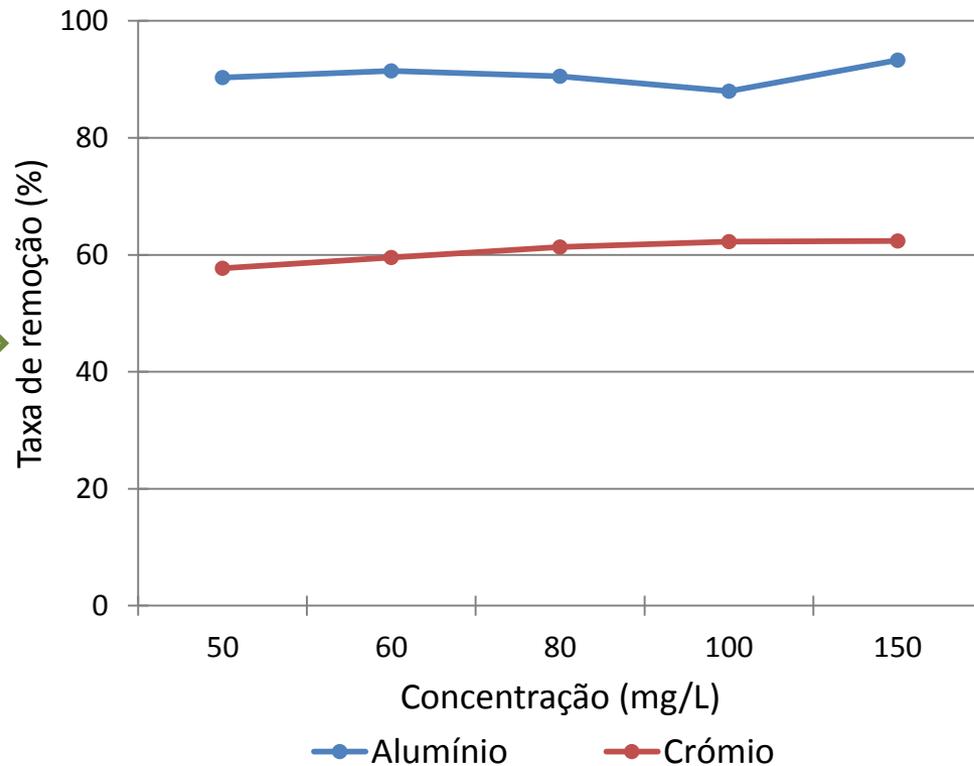
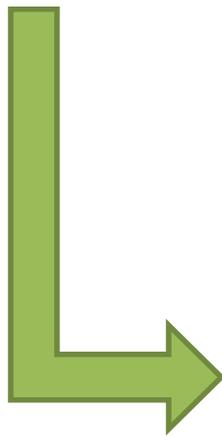
Condições de torrefacção	300 °C, 30 min	400 °C, 30 min
Rendimento em carvão (%)	87.8	62.9
Gás total (L)	104	245
Condensáveis (mL)	583	992



Emissões gasosas	300 °C, 30 min	400 °C, 30 min
CO ₂ (%)	~60	~60
CO (%)	~10	~10
O ₂ , H ₂ e CH ₄ (%)	< 3	< 3
COV (ppm)	> 1200	

Resultados preliminares – Aplicações materiais

- Carvão CDR – 300 °C, 30 minutos
- m (carvão) = 0,2 g
- Volume das soluções metálicas = 100 mL;
- pH das soluções metálicas = 8,0.
- Tempo de contacto = 2 h;



Ideias a reter



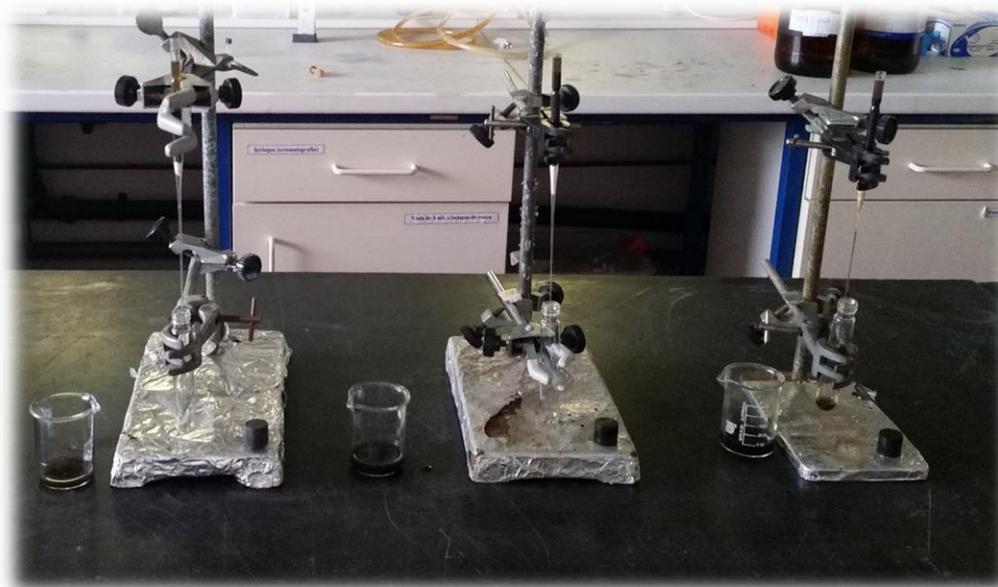
- ✓ Redução significativa do volume dos resíduos;
- ✓ Aumento de densidade;
- ✓ Produto homogéneo, onde já não é possível distinguir os seu diversos componentes;
- ✓ Optimização das condições de torrefacção para maximizar o poder calorífico e minimizar o teor cinzas;



**Facilidade de manuseamento,
armazenamento e transporte.**

Ideias a reter

- ✓ Os carvões de CDR não activados apresentam a capacidade de reter contaminantes orgânicos e inorgânicos (Crómio, Alumínio, pigmentos)
- ✓ A adsorção pode ter origem superficial. Atingem-se valores elevados de remoção em tempos de contacto curtos.



Perspectivas futuras

➤ Otimização das propriedades combustíveis de carvões de CDR através da seleção de:

- Parâmetros de operação
- Loteamento de diferentes resíduos
- Utilização de aditivos

Pirólise

Gasificação

➤ Caracterização de efluentes gasosos e condensáveis do processo de torrefacção.

➤ Continuação dos testes de recuperação material como adsorventes de baixo custo:

- Diferentes carvões de CDR
- Analisar outros parâmetros críticos da adsorção
- Otimização das condições de adsorção



Agradecimentos

**Margarida Gonçalves
Mário Santos
Cândida Vilarinho
Jorge Araújo
Benilde Mendes**



Obrigada pela vossa atenção!