

Aproveitamento energético de combustíveis derivados de resíduos via co-gasificação térmica

Autores:

Octávio Alves, Paulo Brito, Margarida Gonçalves, Eliseu Monteiro

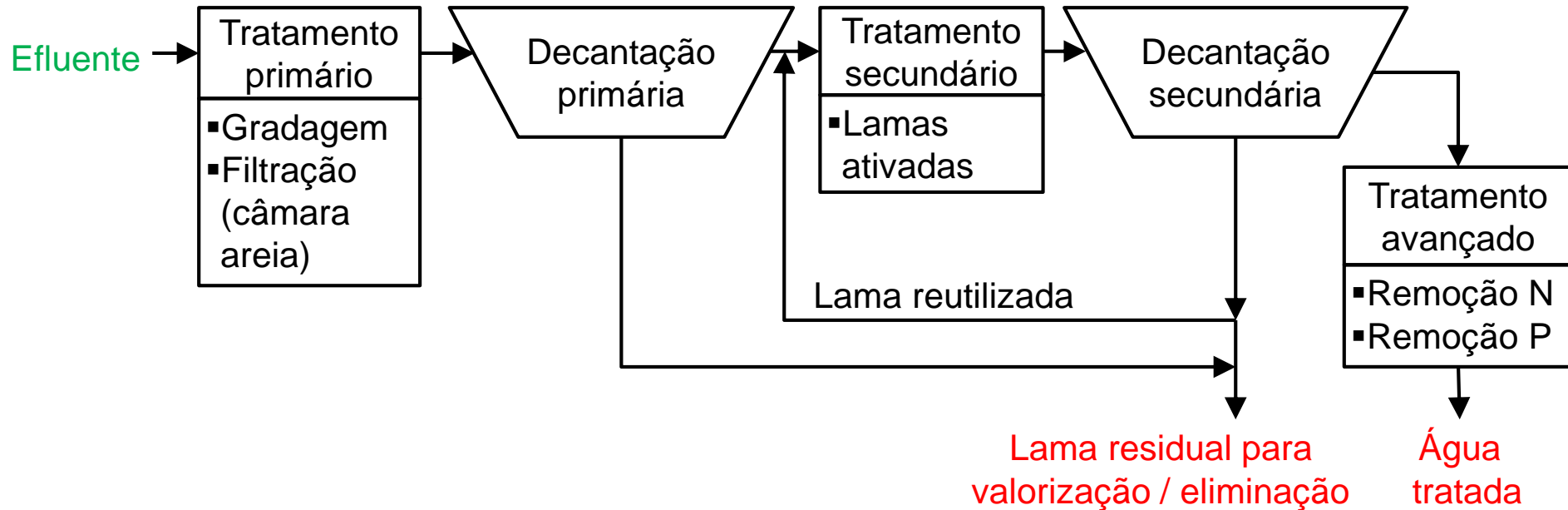
Novembro de 2015

1. Objetivos

- Identificar a origem e composição de lamas e de combustíveis derivados de resíduos (CDR).
- Expor os métodos de tratamento dos resíduos e os prós e contras de cada um.
- Apresentar os objetivos e as tarefas a realizar no presente trabalho.

2. Origem e composição dos resíduos de lamas e de CDR

- Lamas: geradas por sedimentação de matéria (orgânica e outros sólidos) nas estações de tratamento de águas residuais (ETAR's):



2. Origem e composição dos resíduos de lamas e de CDR (cont.)

- Composição das lamas:
 - variável consoante o tratamento e a origem das águas residuais;
 - constituição típica:

Elemento	Fração (%)	
	Lama primária	Lama secundária
Fração sólida	6	0,8 a 1,2
Óleos e gorduras	0,8 a 4,5	0,04 a 0,14
Proteínas	1,2 a 1,8	0,3 a 0,5
Sílica	0,9 a 1,2	-
Celulose	0,5 a 0,9	-
Azoto	0,09 a 0,24	0,02 a 0,06
P ₂ O ₅	0,05 a 0,17	0,02 a 0,13

(fonte: Metcalf & Eddy, 2004)

2. Origem e composição dos resíduos de lamas e de CDR (cont.)

- Combustíveis derivados de resíduos (CDR): matéria orgânica resultante da triagem de resíduos não perigosos urbanos ou industriais, com elevado PCI.
- 50 % a 55 % dos resíduos sólidos urbanos tem potencial para constituir CDR's.
- Destinos habituais são a incineração e a deposição em aterro.
- Exemplo de composição (resíduo seco):

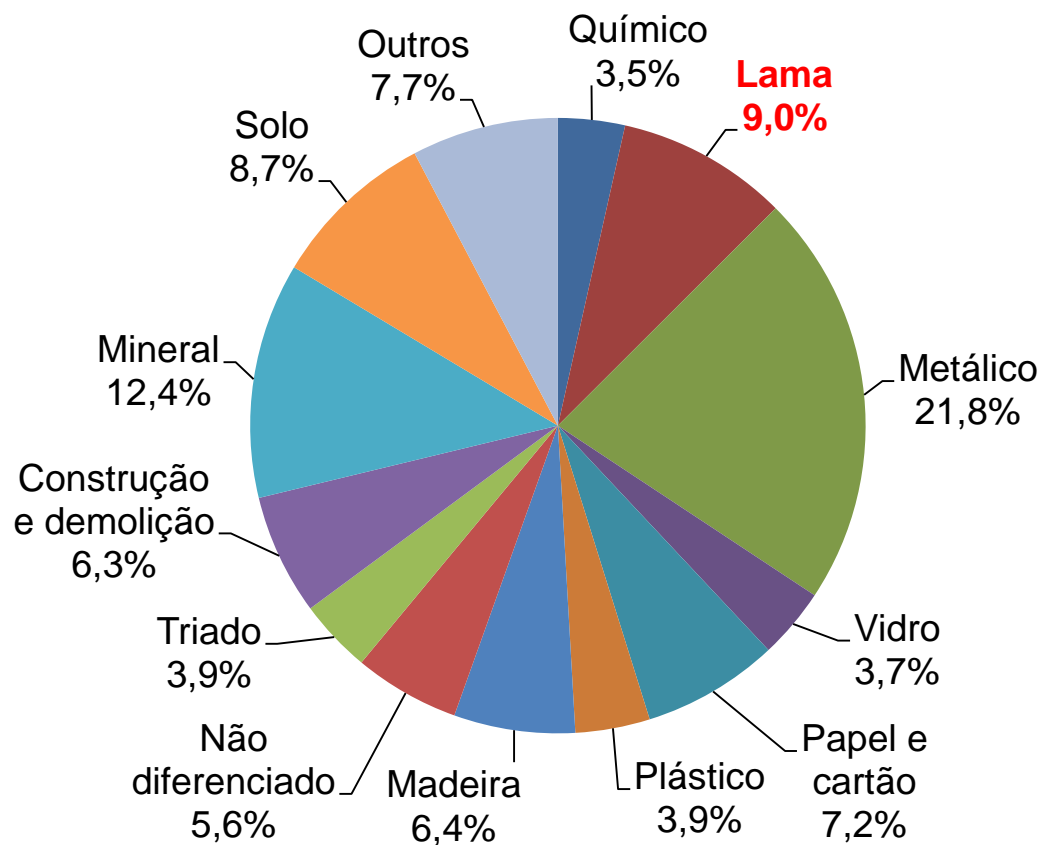
Composto	Parcela (%)
Alimentos e vegetais	12,3
Papel e cartão	28,6
Plásticos	30,6
Madeira	3,3
Têxteis	8,3
Metal	5,8
Outros	11,1



(fonte: Gallardo *et al*, 2014)

2. Origem e composição dos resíduos de lamas e de CDR (cont.)

- Resíduos gerados em Portugal (2013):



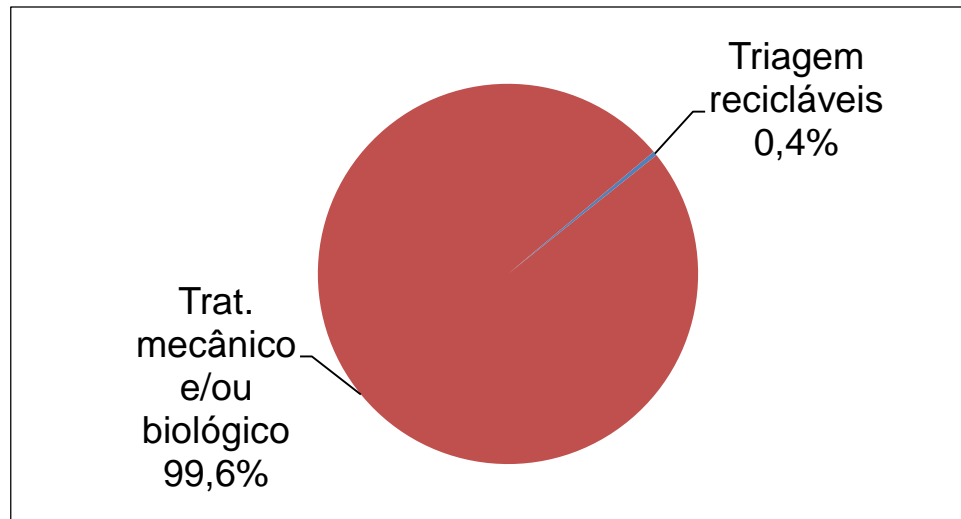
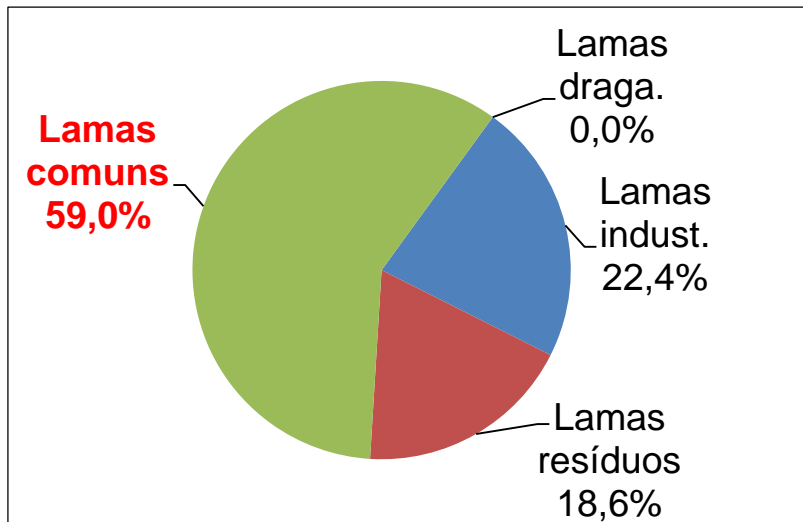
(fonte: INE)

2. Origem e composição dos resíduos de lamas e de CDR (cont.)

- Discriminação dos resíduos de lamas e CDR (2013):

Lamas	
Tipo	Quantidade (t)
Lamas efluentes industriais	226 192
Lamas tratamento resíduos	187 347
Lamas comuns	595 764
Lamas dragagem	3

CDR	
Tipo recolha	Quantidade (t)
Triagem recicláveis	120
Tratamento mecânico e / ou biológico	31 982



(fonte: INE)

(fonte: APAmbiente)

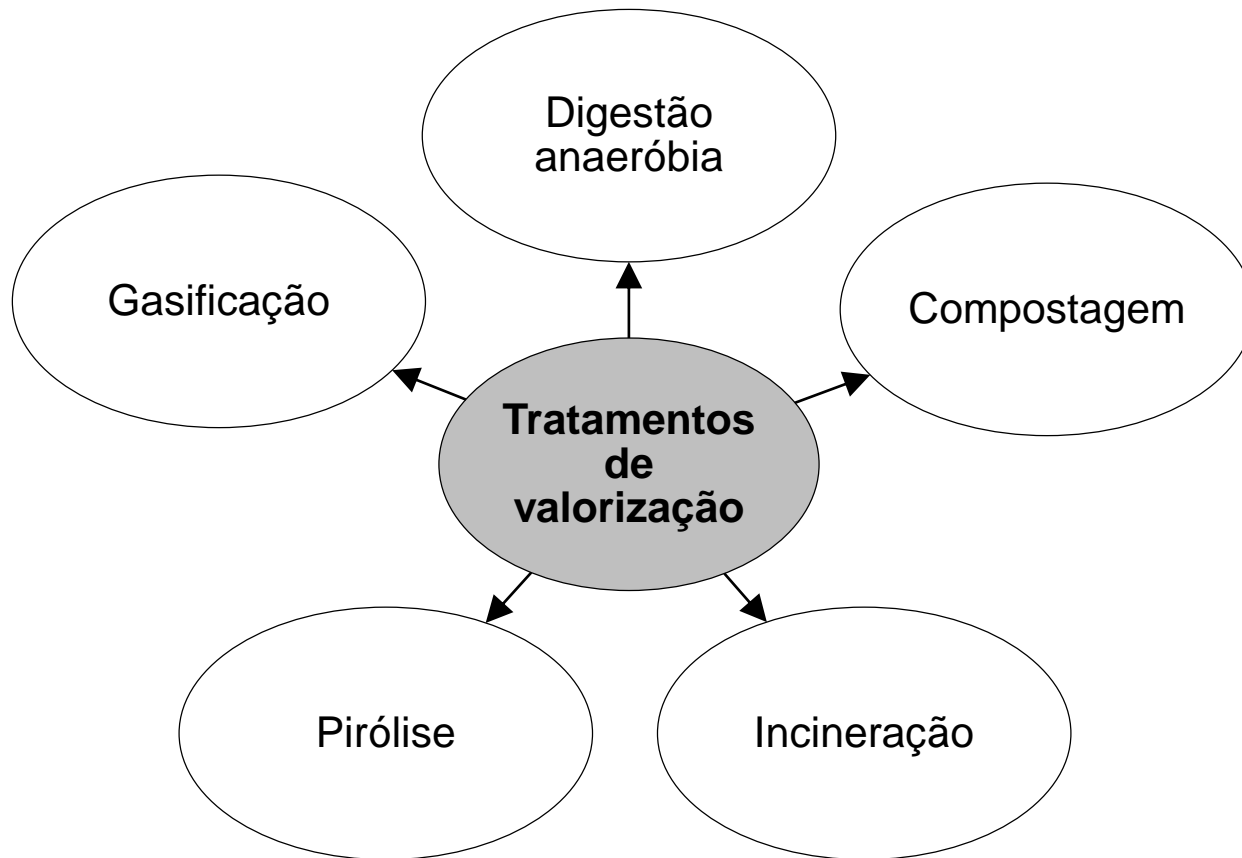
3. Processos de valorização de lamas e CDR

- Deposição em aterro: solução de último recurso para eliminação de resíduos, devido a vários inconvenientes:
 - ocupação de grandes áreas de terreno;
 - contaminação de águas subterrâneas;
 - modificação da fauna e flora locais;
 - desperdício de recursos.
- Os esforços são agora canalizados para outras opções:
 - prevenção na produção de resíduos;
 - reutilização dos materiais;
 - **valorização energética.**



3. Processos de valorização de lamas e CDR (cont.)

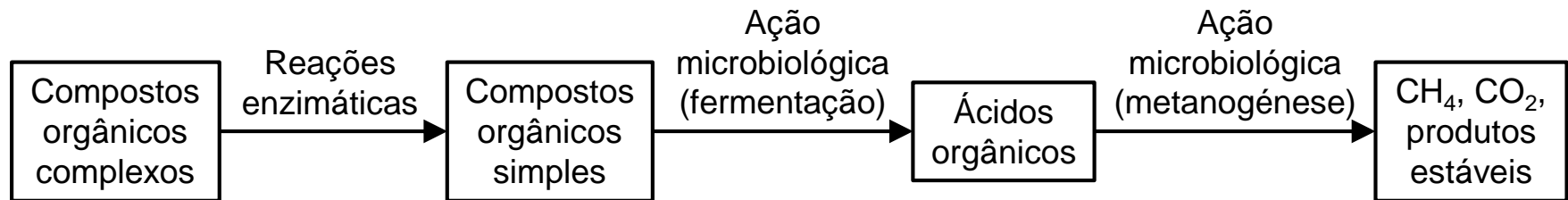
- Possíveis tratamentos de valorização:



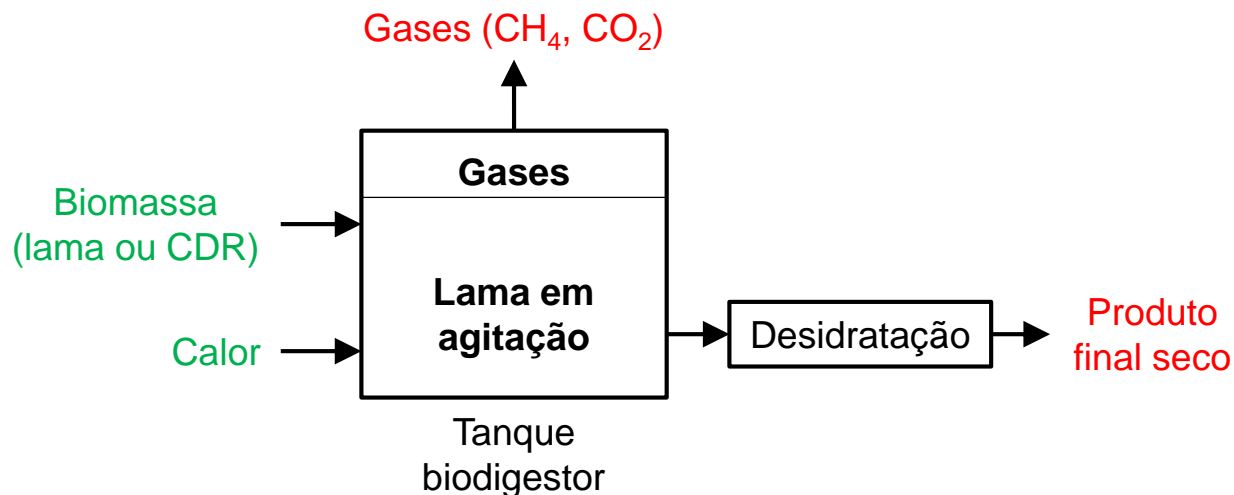
3. Processos de valorização de lamas e CDR (cont.)

- Digestão anaeróbia:

- método: decomposição da matéria orgânica por ação de microrganismos num ambiente pobre em Oxigénio:



- esquema da tecnologia:



3. Processos de valorização de lamas e CDR (cont.)

- Digestão anaeróbia (cont.):
 - aspeto dos tanques de digestão:



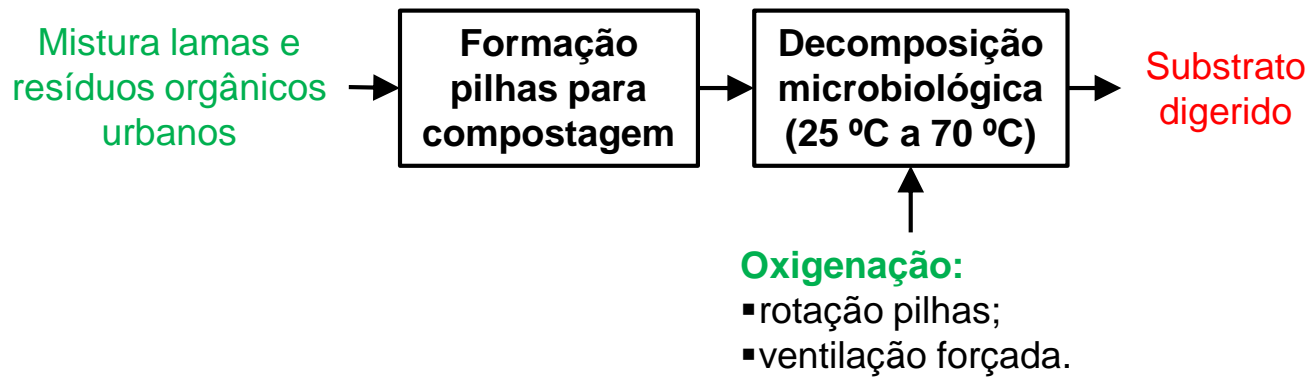
- vantagens e desvantagens:

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none">▪ Aproveitamento do CH₄ para produção energia.▪ Produto digerido aplicado como fertilizante.▪ Menor massa de matéria sólida final.	<ul style="list-style-type: none">▪ Sensibilidade do processo a variações de temperatura e pH.▪ Restrições legais ao uso como fertilizante.▪ Odores produzidos.

3. Processos de valorização de lamas e CDR (cont.)

- Compostagem:

- método: decomposição da matéria orgânica por ação de microrganismos e pequenos insetos em ambiente oxigenado:



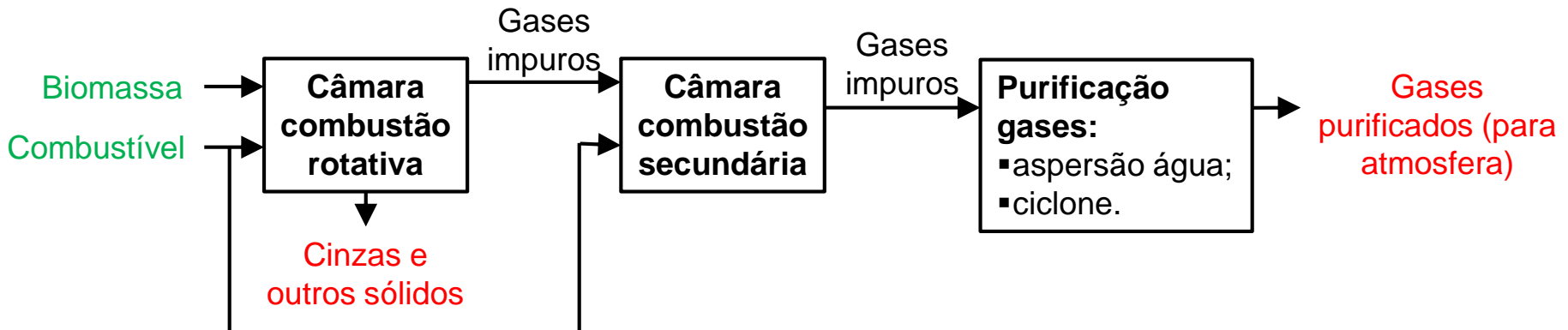
- vantagens e desvantagens:

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none">▪ Utilização do substrato final como fertilizante.▪ Sem grandes requisitos de segurança.▪ Secagem parcial das lamas.	<ul style="list-style-type: none">▪ Processo moroso (meses).▪ Substrato pobre em N, P e K.▪ Restrições legais ao emprego como fertilizante.

3. Processos de valorização de lamas e CDR (cont.)

- Incineração:

- método: combustão da matéria orgânica a alta temperatura (850 °C a 950 °C), com pós-tratamento aos gases libertados:



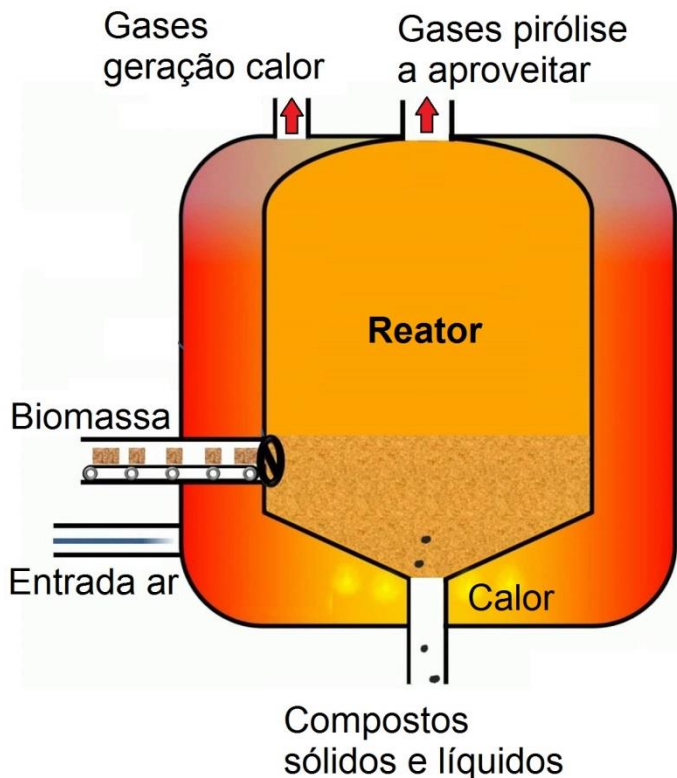
- vantagens e desvantagens:

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none">▪ Grande redução do volume de lamas (até 90 %).▪ Recuperação de energia das câmaras (aquecimento ou energia elétrica).▪ Eliminação eficiente de patogénicos.	<ul style="list-style-type: none">▪ Necessário tratamento intensivo dos gases.▪ Requer pessoal especializado.▪ Muitos obstáculos contra a localização das instalações.

3. Processos de valorização de lamas e CDR (cont.)

- Pirólise:

- método: decomposição térmica da matéria (entre 300 °C e 900 °C), num meio com pouco O₂ (até 10 % da quantidade para combustão completa);
- tecnologia e produtos obtidos:



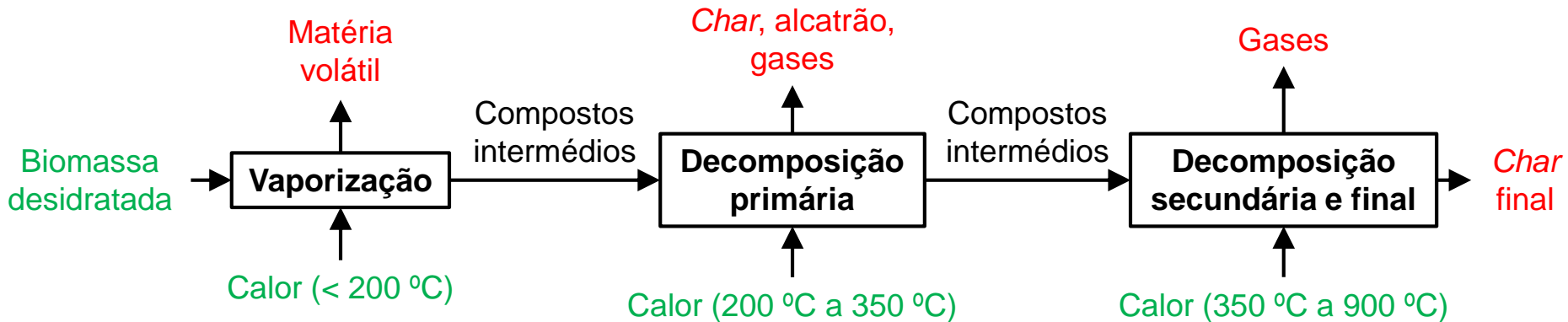
Constituição produtos		
Fase	Compostos lamas	Compostos CDR
Gasosa combustível	H ₂ (40 %), CH ₄ (21 %)	HC's simples (26 %), CH ₄ (7 %), H ₂ (4 %)
Líquida	Óleo, alcatrão, água, metanol	Óleo
Sólida	Cinzas e <i>char</i> (rico em C)	

(fonte: Kluska *et al*, 2014; Furness *et al*, 2000)

3. Processos de valorização de lamas e CDR (cont.)

- Pirólise (cont.):

- estágios do processo:



- vantagens e desvantagens:

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none">▪ Concentração dos metais pesados no <i>char</i>.▪ Calor gerado é suficiente para alimentar o processo.▪ Maior PCI do gás (13 a 28 MJ/m³).	<ul style="list-style-type: none">▪ Necessita de lamas com baixo teor de humidade (15 %).▪ Muitos produtos para pós-processamento.

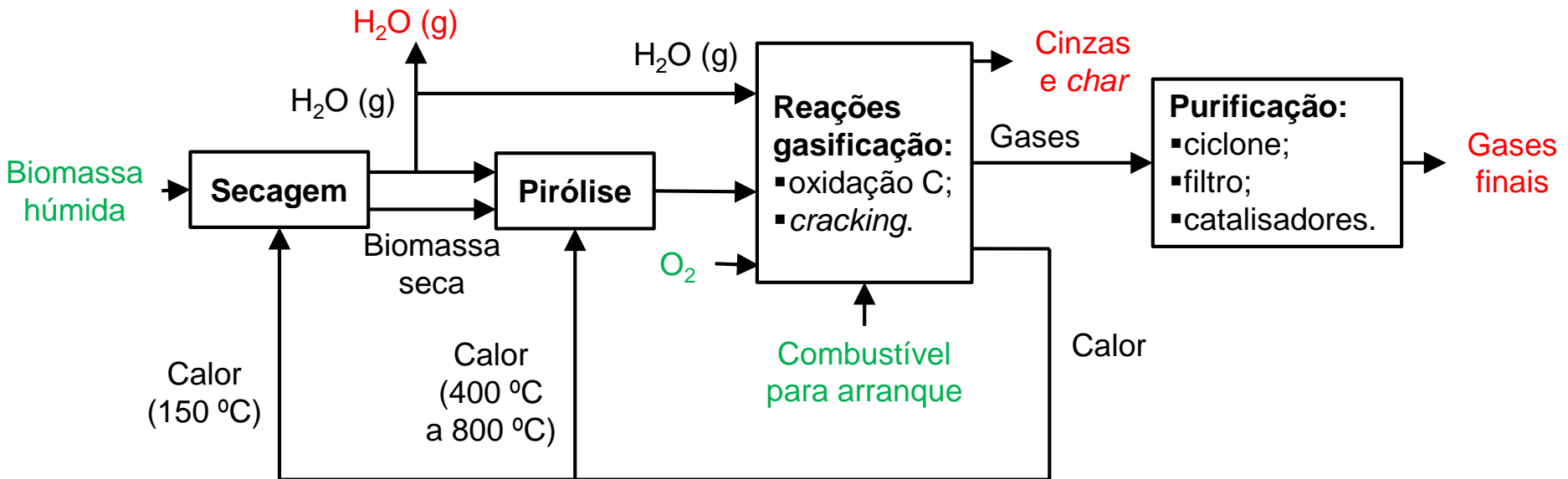
3. Processos de valorização de lamas e CDR (cont.)

▪ Gasificação:

– método: transformação por oxidação parcial da matéria orgânica em gases combustíveis, num meio com:

- conteúdo em O_2 : 20 % a 40 % do valor para combustão completa;
- temperatura: 800 °C a 1400 °C.

– fases do processo:

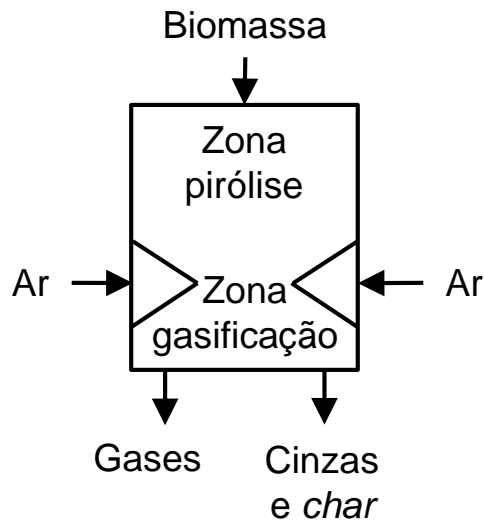


3. Processos de valorização de lamas e CDR (cont.)

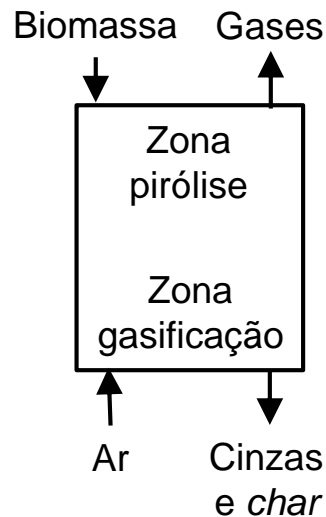
- Gasificação (cont.):

- tipos de gasificadores:

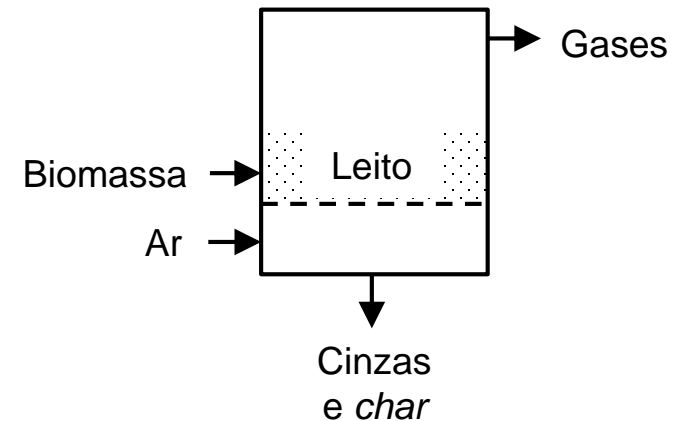
Leito fixo co-corrente



Leito fixo contracorrente



Leito fluidizado



- produtos resultantes:

Fase	Composição	
	Lamas	CDR
Gasosa combustível	H ₂ (10 %), CH ₄ (2 %)	H ₂ (13 %), CH ₄ (11 %)
Sólida	Cinzas e <i>char</i>	

(fonte: Manara *et al*, 2012)

3. Processos de valorização de lamas e CDR (cont.)

- Gasificação (cont.):

- linhas recentes de investigação:

- gasificação água supercrítica → menos energia para secagem;
- mistura lamas com carvão / pellets → maior PCI e menos poluentes gasosos;
- uso de catalisadores (NaOH, Ni, CaO) → mais H₂ e menos alcatrão e *char*.

- vantagens e desvantagens:

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none">▪ Uso de lamas mais húmidas (até 75 %).▪ Menos produtos gerados (<i>char</i> e gases).▪ Adequado para implantação nas ETAR's.	<ul style="list-style-type: none">▪ Gás resultante com menor poder calorífico (4 a 6 MJ/m³).▪ Maiores temperaturas → maior resistência térmica dos equipamentos.▪ Pode originar mais cinzas nos gases.

4. Descrição do presente trabalho

- Objetivos a alcançar:
 - desenvolver um método para obtenção de um *syngas* a partir da co-gasificação de misturas de lamas e CDR.
- Tarefas propostas:
 - analisar a composição e o poder calorífico dos resíduos;
 - avaliar o efeito da torrefação como pré-tratamento dos resíduos;
 - testar a co-gasificação de várias misturas, com e sem catalisadores;
 - otimizar o processo com vista à redução de contaminantes;
 - projetar e avaliar a viabilidade de uma instalação para tratamento dos resíduos.

5. Conclusões

- Grande produção de lamas e CDR → potencia maior valorização energética.
- Pirólise e gasificação → tecnologias promissoras, limpas e com muitos aspetos a investigar ou melhorar.
- Gasificação → processo atrativo para tratamento de lamas + CDR.
- Presente trabalho pode tirar partido de todos estes aspetos.

FIM

OBRIGADO PELA ATENÇÃO!