

Critérios de admissibilidade às tecnologias: resíduos sólidos e lamas espessas

TECNOLOGIAS ⇨	T 1 Trans- esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	T 7 Pirólise		T 8 Liquefação Hidrotérmica
Parâmetro							Sólida	Líquida	
Hum.TOTAL, % (m/m), ar					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar		≥ 0,5							
Razão C / N		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente (kg/m ³)						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)						≤ 80	≤ 2		≤ 10
Razão H / C									0,08 – 0,15
PRODUTOS ⇨	Biodiesel	Biogás	Bio- Etanol	Bio- Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		

a.r. – como recebida

d – base seca

Em seguida, alguns exemplos de aplicação.

Ativ. 1: Resíduos da recolha seletiva de orgânicos



TECNOLOGIAS →		T 1 Trans- esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	T 7 Pirólise		T 8 Liquefação Hidrotérmica
Parâmetro	Resultados							Sólida	Líquida	
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	70,4					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	7,2	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	1,1		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	26		≥ 0,5							
Razão C / N	16		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	31			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	7,2					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	2,3					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	0,27					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	21,9					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	890						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	n.a.						≤ 80	≤ 2		≤ 10
Razão H / C	0,13									0,08 - 0,15
PRODUTOS →		Biodiesel	Biogás	Bio- Etanol	Bio- Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		
Admissibilidade amostras como recebidas →		✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗

LEGENDA: a.r. – como recebida d – base seca n.a. – não aplicável
 Cumpre critério Não cumpre critério Inconclusivo



Ativ. 1: Resíduos da recolha seletiva de orgânicos



T 1 Trans- esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	T 7 Pirólise		T 8 Liquefação Hidrotérmica
						Sólida	Líquida	
✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗

Condições de processo	Aspeto do ensaio	Representação gráfica/Observações	Resultados
Não estéril 20 g L⁻¹ açúcares iniciais Biomassa pré-tratada com micro-ondas (4 mins, 550 W) CSTR com controlo de pH (5,5) Bioaugmentado com <i>Clostridium butyricum</i>			Rendimento e produtividade: $Y_{P/S}$: 71,5 ± 15,1 L H₂ kg biomassa seca⁻¹ $Y_{energia/S}$: 0,5 ± 0,1 MJ kg biomassa seca⁻¹ Q_p: 256,3 ± 56,3 mL H₂ (L h)⁻¹ Produção cumulativa: 98 L biogás L⁻¹ 93% vol. H₂ Duração: 382,8 horas [Butirato] = 3,2 ± 0,7 g L⁻¹ $Y_{But/S}$: 120,5 ± 0,0 g butirato kg biomassa seca⁻¹ Produção cumulativa: 84,6 g ± 0.5 g



Ativ. 1: Resíduos da recolha seletiva de verdes



TECNOLOGIAS →		T 1 Trans- esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	T e moagem 7 Pirólise		T 8 Liquefação Hidrotérmica
Parâmetro	Resultados							Sólida	Líquida	
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	72,3					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	0,8	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	> 0,07		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	23		≥ 0,5							
Razão C / N	20		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	11,9			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	14,1					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	0,6					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	0,2					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	16,4					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	90						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	58						≤ 80	≤ 2		≤ 10
Razão H / C	0,08									0,08 – 0,15
PRODUTOS →		Biodiesel	Biogás	Bio- Etanol	Bio- Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		
Admissibilidade amostras como recebidas ⇨		✗	✓	✗	✗	✓ após pré-secagem	✓ após pré-secagem	✓ após pré-secagem	✗	✓ após moagem

LEGENDA: a.r. – como recebida d – base seca
 Cumpre critério Não cumpre critério



Ativ. 1: Resíduos da recolha seletiva de verdes



T 1 Trans- esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	T 7 Pirólise		T 8 Liquefação Hidrotérmica
						Sólida	Líquida	
✗	✓	✗	✗	✓ após pré-secagem	✓ após pré-secagem	✓ após pré-secagem e moagem	✗	✓ após moagem



Condições de processo	Aspeto do ensaio	Representação gráfica/Observações	Resultados
Temperatura = 325°C Pressão = 3.9MPa Tempo = 30 minutos		Foram observadas duas fases, uma orgânica designada por bio-óleo e outra aquosa. O bio-óleo é constituído, principalmente por hidrocarbonetos. A fase aquosa é composta maioritariamente por ácidos e açúcares.	Rendimentos: Bio-óleo: 70% (m/m) Fase aquosa: 20% (m/m) Fase gasosa: 10% (m/m)

Ativ. 2: Resíduos da produção de azeite (folhas de oliveira)



TECNOLOGIAS →		T 1 Trans- esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	T 7 Pirólise		T 8 Liquefação Hidrotérmica
Parâmetro	Resultados							Sólida	Líquida	
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	44					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	3,0	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,6		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	52		≥ 0,5							
Razão C / N	48		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	20			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	6,7					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	0,03					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	0,1					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	22,8					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	120						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	7,7						≤ 80	≤ 2		≤ 10
Razão H / C	0,12									0,08 - 0,15
PRODUTOS →		Biodiesel	Biogás	Bio- Etanol	Bio- Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		
Admissibilidade amostras como recebidas ⇨		✗	✓	✓	✗	✓ após pré-secagem	✓ após pré-secagem	✓ após pré-secagem	✗	✗

LEGENDA: a.r. – como recebida d – base seca
 Cumpre critério Não cumpre critério



Ativ. 2: Resíduos da produção de azeite (folhas de oliveira)



T 1 Trans- esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	T 7 Pirólise		T 8 Liquefação Hidrotérmica
						Sólida	Líquida	
✗	✓	✓	✗	✓ após pré-secagem	✓ após pré-secagem	✓ após pré-secagem e moagem	✗	✗

Condições de processo	Aspeto do ensaio	Representação gráfica/Observações	Resultados
Temperatura (°C): 850°C Biomassa/Vapor: 1 Razão de Equivalência: 0,2			Produção de gás e síntese: 1 L/g biomassa seca Composição gás síntese: 41% vol. H₂ 31% vol. CO₂ 14% vol. CO 11% vol. CH₄ 2% vol. C_nH_m Conversão energética (%): 43 – 52%



Ativ. 2: Resíduos do processamento da castanha



TECNOLOGIAS →		T 1 Trans- esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	T 7 Pirólise		T 8 Liquefação Hidrotérmica
Parâmetro	Resultados							Sólida	Líquida	
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	64					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	0,8	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,5		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	35		≥ 0,5							
Razão C / N	42		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	36			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	2,5					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	0,02					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	0,09					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	19,7					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	310						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	7,3						≤ 80	≤ 2		≤ 10
Razão H / C	0,09									0,08 – 0,15
PRODUTOS →		Biodiesel	Biogás	Bio- Etanol	Bio- Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		
Admissibilidade amostras como recebidas ⇒		✗	✓	✓	✓	✓ após pré-secagem	✓ após pré-secagem	✓ após pré-secagem	✗	✓ e moagem



Ativ. 2: Resíduos do processamento da castanha



T 1 Trans- esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	T 7 Pirólise		T 8 Liquefação Hidrotérmica
						Sólida	Líquida	
✗	✓	✓	✓	✓ após pré-secagem	✓ após pré-secagem	✓ após pré-secagem e moagem	✗	✓

Condições de processo	Representação gráfica/Observações	Resultados
Regime: <i>batch</i> Inoculado com lamas do digestor anaeróbio (ETAR, Quinta do Conde) a 30% Condições de temperatura mesófilas ($37 \pm 1^\circ\text{C}$) Duração: 45 dias	Resíduo casca castanha Biogás acumulado, STP (mL) Tempo (d)	Rendimentos: 23 L biogás kg^{-1} matéria seca 11 L CH_4 kg^{-1} matéria seca 3,6 L biogás L^{-1} 1,7 L CH_4 L^{-1} 46 % CH_4 Qp: 0,13 L biogás $\text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ 0,06 L CH_4 $\text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ 0,046 L CH_4 $\text{g}^{-1} \text{SV}$ 0,1 L biogás $\text{g}^{-1} \text{SV}$



Ativ. 2: Resíduos do processamento da castanha



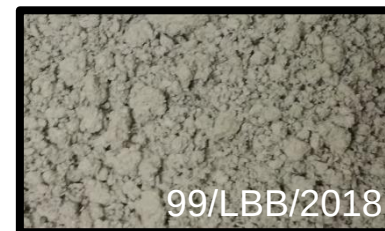
T 1 Trans- esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	T 7 Pirólise		T 8 Liquefação Hidrotérmica
						Sólida	Líquida	
✗	✓	✓	✓	✓ após pré-secagem	✓ após pré-secagem	✓ após pré-secagem e moagem	✗	✓



Condições de processo	Representação gráfica/Observações	Resultados
Meio Fermentação: Esterilizado (autoclave, 121 °C) Batch em atmosfera anaeróbia Inoculado com <i>E. aerogenes</i> Tempo de fermentação: 6h		Rendimentos: $Y_{p/s}: 12,0 \pm 0,16 \text{ LH}_2 \text{ kg}_{\text{biomassa}}^{-1}$ PCI: 129.5 kJ/kg_{Biomassa} 50% vol. H₂ [Ac. Acético] = 0,67 g L⁻¹



Ativ. 2: Lamas primárias da indústria da pasta e papel



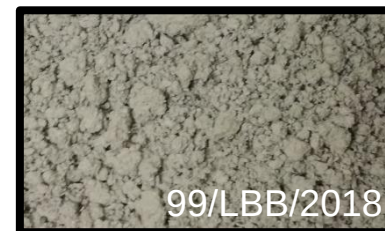
99/LBB/2018

TECNOLOGIAS →		T 1 Trans- esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	T 7 Pirólise		T 8 Liquefação Hidrotérmica
Parâmetro	Resultados							Sólida	Líquida	
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	51,6					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	0,6	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,2		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	18		≥ 0,5							
Razão C / N	49		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	21,6			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	43					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	§					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	§					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	7,2					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	640						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	2,8						≤ 80	≤ 2		≤ 10
Razão H / C	0,09									0,08 – 0,15
PRODUTOS →		Biodiesel	Biogás	Bio- Etanol	Bio- Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		
Admissibilidade amostras como recebidas ⇨		✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗

LEGENDA: a.r. – como recebida d – base seca
 §-ensaios não realizados em face do comportamento da amostra
 ■ Cumpre critério ■ Não cumpre critério ■ Inconclusivo



Ativ. 2: Lamas primárias da indústria da pasta e papel



T 1 Trans- esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	T 7 Pirólise		T 8 Liquefação Hidrotérmica
						Sólida	Líquida	
✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗

Condições de processo	Representação gráfica/Observações	Resultados
<u>Hidrólise enzimática</u>: Lamas neutralizadas (0,46 kg HCl 37% /kg lamas_{secas}), 130 g lamas_{secas}/L; Celulase comercial (Novozymes), 2% (m/m lamas_{secas}); 50°C, 30 horas <u>Meio de cultura</u>: hidrolisado concentrado, de forma a obter 130 g/L de açúcares totais, suplementado c/ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (0,01 g/L), ureia (0,8 g/L), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (1,3 g/L) e CSL (14,6 g/L) <u>Condições da fermentação</u>: Batch c/ <i>S. cerevisiae</i> industrial fermentadora de C6 - Ethanol Red® (Lesaffre Advanced Fermentations) – inoculada a 0,5 g_{seco}/L; 35°C, 36 horas	Fermentação após HE (configuração SHF):	Rendimentos: $Y_{p/s}$: 0,46 g EthOH/ g Glc consumida Q_p: 1,38 g EthOH/L/h Rend. Global (real): 0,26 L EthOH /kg Lamas Primárias secas Rend. Teórico (máx): 510×1,11×0,51 g EthOH /ton Lamas Primárias secas = 288,7g EthOH /kg Lamas Primárias secas $Y_{real}/Y_{teór.} = 73\%$ $[\text{Etanol}]_{final} = 49,7 \text{ g/L}$ Duração: 30 h (HE) + 36 h (F) = 66 h

Critérios de admissibilidade às tecnologias: lamas líquidas e gorduras

TECNOLOGIAS ⇨	T 1 Trans- esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	T 7 Pirólise		T 8 Liquefação Hidrotérmica
Parâmetro							Sólida	Líquida	
Humidade Total, % (m/m), a.r.					≤ 40	≤ 20	Tecnologia não aplicável a esta matriz	≤ 20	50 - 80
Óleo, a.r. (g/L)	≥ 300	≤ 250						≥ 250	
Azoto Kjeldahl, a.r. (g/L)		≥ 0,1							
Sólidos Totais Voláteis, a.r. (g/L)		≥ 1							
Razão C / N		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d					≤ 20	≤ 20			≤ 20
Cl, % (m/m), d					≤ 1	≤ 1			≤ 1
S, % (m/m), d					≤ 2	≤ 2			≤ 2
PCS, (MJ/kg), d					≥ 16	≥ 16			
Densidade aparente (kg/m³)						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)						≤ 80			≤ 10
Razão H / C									0,08 – 0,15
PRODUTOS ⇨	Biodiesel	Biogás	Bio- Etanol	Bio- Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		

a.r. – como recebida

d – base seca

Em seguida, exemplo de aplicação.

Ativ. 2: Lamas da ETARI da indústria dos laticínios, com elevado teor de gordura

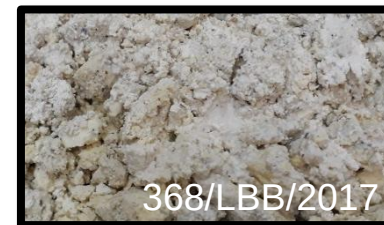


TECNOLOGIAS →		T 1 Trans- esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	T 7 Pirólise		T 8 Liquefação Hidrotérmica
Parâmetro	Resultados							Sólida	Líquida	
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	50					≤ 40	≤ 20	Tecnologia não aplicável a esta matriz	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	300	≥ 300	≤ 250						≥ 250	
Azoto Kjeldahl, a.r. (g/L)	1,5		≥ 0,1							
Sólidos Totais Voláteis, a.r. (g/L)	380		≥ 1							
Razão C / N	§		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	0,2			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	0,3					≤ 20	≤ 20			≤ 20
Cl, % (m/m), d	§					≤ 1	≤ 1			≤ 1
S, % (m/m), d	§					≤ 2	≤ 2			≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	§					≥ 16	≥ 16			
Densidade aparente, (kg/m³)	760						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	n.a.						≤ 80			≤ 10
Razão H / C	§									0,08 - 0,15
PRODUTOS →		Biodiesel	Biogás	Bio-Etanol	Bio-Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		
Admissibilidade amostras como recebidas ⇨		✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓ após decantação	?	a avaliar

LEGENDA: a.r. – como recebida d – base seca n.a. – não aplicável
 §-ensaios não realizados em face do comportamento da amostra
 ■ Cumpre critério ■ Não cumpre critério ■ Inconclusivo



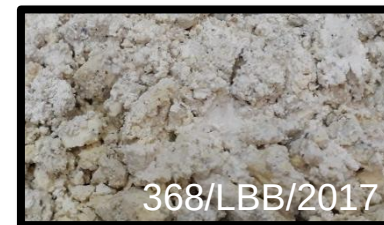
Ativ. 2: Lamas da ETARI da indústria dos laticínios, com elevado teor de gordura



T 1 Trans- esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	T 7 Pirólise		T 8 Liquefação Hidrotérmica
						Sólida	Líquida	
✓	✗	✗	✗	✗	✗	(não aplicável)	✓ após decantação	? a avaliar

Condições de processo	Aspeto do ensaio	Representação gráfica/Observações	Resultados
Catálise básica: Catalisador – NaOH (1% m/m gordura) Razão molar metanol:gordura = 6:1 T=55°C; t= 4h		• Não houve separação de fases, mesmo após 8h de reação, pelo que não foi possível obter uma fase de ésteres metílicos. Causa provável: elevada formação de sabões como resultado da presença de ácidos livres e água.	-
Catálise ácida seguida de catálise básica: 1)Catalisador - H ₂ SO ₄ (44 % m/m AGL) Razão molar metanol:AGL = 44:1 T=55°C; t= 90 min 2) Catalisador – NaOH (1% m/m gordura) Razão molar metanol:gordura = 6:1 T=55°C; t= 4h		• Separação de fases na catálise ácida, mas sem conversão dos ácidos livres, nem mesmo para um tempo de reação de 7h. • Hidrólise da matéria-prima (IA=12mg/g). Causa provável: elevada presença de água. • Não foi possível realizar o 2º passo.	-
Catálise ácida: Catalisador - H ₂ SO ₄ (22 % m/m gordura) Razão molar metanol:gordura = 50:1 T=55°C; t= 8h		• Separação de fases, mas obtenção de um baixo teor em ésteres, mesmo para um tempo de reação de 48h. Causa provável: tipo de impurezas na biomassa.	Rendimento: FAME/Óleo:1,5% (m/m) FAME/Biomassa: 0,9 % (%m/m) Cp: 7,8% de FAME

Ativ. 2: Lamas da ETARI da indústria dos laticínios, com elevado teor de gordura



T 1 Trans- esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	T 7 Pirólise		T 8 Liquefação Hidrotérmica
						Sólida	Líquida	
✓	✗	✗	✗	✗	✗	(não aplicável)	✓ após decantação	? a avaliar



Condições de processo	Aspeto do ensaio	Representação gráfica/Observações		Resultados
Temperatura = 380 °C Pressão = 0,55MPa Tempo = 30 minutos			Foram observadas duas fases, uma orgânica designada por bio-óleo e outra aquosa, sendo, maioritariamente constituída por água. O bio-óleo apresenta baixa viscosidade e é constituído, principalmente, por hidrocarbonetos.	Rendimentos: Bio-óleo: 81% (m/m) Fase aquosa: 4% (m/m) Fase gasosa: 9% (m/m) Sólido: 6% (m/m)

Critérios de admissibilidade às tecnologias: efluentes

1ª etapa	TECNOLOGIAS ⇨								
Parâmetro	T 1 Trans-esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	T 7 Pirólise		T 8 Liquefação Hidrotérmica
							Sólida	Líquida	
Humidade Total, % (m/m), a.r.									
Óleo, a.r. (g/L)	≥ 300	≤ 250							
Sólidos Totais Voláteis, a.r. (g/L)		≥ 1							
Razão CQO/Azoto Kjeldahl		20 – 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d									
Cl, % (m/m), d									
S, % (m/m), d									
PCS, (MJ/kg), d									
Densidade aparente (kg/m³)									
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)									
Razão H / C									
PRODUTOS ⇨	Biodiesel	Biogás	Bio-Etanol	Bio-Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		

a.r. – como recebida

d – base seca

Em seguida, exemplo de aplicação.

Ativ. 2: Efluentes de suinicultura



TECNOLOGIAS ➡		T 1 Trans- esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	T 7 Pirólise		T 8 Liquefação Hidrotérmica
Parâmetro	Resultados							Sólida	Líquida	
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	94,7									
Óleo, % (m/m), ar	5,6	≥ 300	≤ 250							
Sólidos Totais Voláteis, a.r. (g/L)	40,5		≥ 1							
Razão CQO / Azoto Kjeldahl	45		20 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	10			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	n.a.									
Cl, % (m/m), d	n.a.									
S, % (m/m), d	n.a.									
PCS, (MJ/kg), d	n.a.									
Densidade aparente, (kg/m³)	n.a.									
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	n.a.									
Razão H / C	n.a.									
PRODUTOS ➡		Biodiesel	Biogás	Bio- Etanol	Bio- Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		
Admissibilidade amostras como recebidas		✗	✓	✗	✗	←----- não aplicável ----->				

*Tecnologias não aplicáveis
a esta matriz*

LEGENDA: a.r. – como recebida d – base seca n.a. – não aplicável
 Cumpre critério Não cumpre critério





T 1 Trans- esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	T 7 Pirólise		T 8 Liquefação Hidrotérmica
						Sólida	Líquida	
✗	✓	✗	✗	←----- não aplicável ----->				

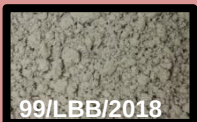


Condições de processo	Aspeto do ensaio	Representação gráfica/Observações	Resultados
Regime: <i>batch</i> Sem inoculação Condições de temperatura mesófilas ($37 \pm 1^\circ\text{C}$) Duração: 45 dias			Rendimentos: 10 L biogás. L^{-1} 7 L CH_4. L^{-1} 70% CH_4 Q_p: 0,022 L biogás $\text{L}^{-1} \text{h}^{-1}$ 0,015 L CH_4 $\text{L}^{-1} \text{h}^{-1}$ 0,45 L biogás $\text{g}^{-1} \text{SV}$ 0,31 L CH_4 $\text{g}^{-1} \text{SV}$



Síntese de resultados obtidos em algumas das amostras testadas

BASE DE CÁLCULO { Biomassa/Resíduos sólidos e Lamas: 1 kg biomassa seca
Lamas líquidas, gorduras e efluentes: 1 L

AMOSTRAS	(Trans)-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Pirólise Líquida	Liquefação Hidrotérmica
Desperdício alimentar  313/LBB/2017		(Amostra admissível - não testada)	(Amostra admissível - não testada)	Rend.: 71,5 ± 15,1 L H ₂ / kg biomassa seca 93% vol. H ₂ no gás de saída 383 horas				
Resíduos de cemitério/verdes  347/LBB/2017		(Amostra admissível - não testada)			(Amostra admissível - não testada)	(Amostra admissível - não testada)		Rend. 700 g Bio-óleo/ kg biomassa seca 30 minutos
Folhas de oliveira  354/LBB/2017		(Amostra admissível - não testada)	(Amostra admissível - não testada)		Conversão: 6-10 MJ / kg biomassa seca < 5 min	Conversão: 1 m ³ gás síntese / kg biomassa seca < 5 min		
Casca da castanha  350/LBB/2017		Rend.: 11 L CH ₄ / kg biomassa seca 46% vol. CH ₄ no biogás 30 dias	(Amostra admissível - não testada)	Rend.: 12,0 ± 0,16 L H ₂ / kg biomassa seca 50% vol. H ₂ no gás de saída	(Amostra admissível - não testada)	(Amostra admissível - não testada)		(Amostra admissível - não testada)
Lamas da Indústria de pasta e papel  99/LBB/2018		(Amostra admissível - não testada)	Rend.: 0,26 L EtOH / kg lamas secas 49,7 g EtOH / L					
Gordura ETARI da indústria dos lacticínios  368/LBB/2017	Rend.: 13,6 g FAME/ kg biomassa seca 7,8% (m/m) de FAME no produto						Rend. 810 g bio-óleo/ kg biomassa seca 30 minutos	(Admissibilidade da amostra a avaliar - não testada)
Efluente suinicultura  187/LBB/2018		Rend.: 7 L CH ₄ / L efluente 70% vol. CH ₄ no biogás 25 dias						





OBRIGADA



<http://converte.lneg.pt/>