

POTENCIAL BIOMÁSSICO PARA ENERGIA



GRELHA DE CARACTERIZAÇÃO PARA ENERGIA

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





ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO

CONVERTE - Potencial biomássico para energia	5
Tipologia de amostras – casos de estudo	6
Soluções tecnológicas e produtos energéticos	7
Valor sustentável	9

2. GRELHA DE CARACTERIZAÇÃO PARA ENERGIA

Distribuição das amostras por tipos de matriz	11
Admissibilidade das amostras às tecnologias	12
Caracterização físico-química, definição de parâmetros discriminantes por tipo de matriz e grelha de critérios de admissibilidade às tecnologias	13
Grelha de caracterização para energia – Notas explicativas para aplicação aos casos de estudo	19

3. ADMISSIBILIDADE DAS AMOSTRAS ÀS TECNOLOGIAS - Aplicação a casos de estudo

Tipo de Matriz 1: RESÍDUOS SÓLIDOS E LAMAS ESPESSAS	24
FRAÇÃO ORGÂNICA DE RESÍDUOS URBANOS E LAMAS DE ETAR (I.1.)	24
Resíduos da recolha seletiva de orgânicos (HORECA)	25
Resíduos da recolha seletiva de verdes	26
Fração para composto após tratamento mecânico e biológico	27
Fração para valorização orgânica após tratamento mecânico	28
Lamas de ETAR	29
RESUMO I.1.	30
BIORRESÍDUOS E SUBPRODUTOS PRODUZIDOS EM CONTEXTO INDUSTRIAL E LAMAS DE ETARI (I.2.)	31
Resíduos da produção de azeite (bagaço)	32





ÍNDICE

Resíduos da produção de azeite (folhas de oliveira)	33
Resíduos da produção de azeite (caroço de azeitona)	34
Resíduos do processamento da castanha	35
Resíduos do processamento da alfarroba	36
Resíduos da produção do vinho (folhelho)	37
Resíduos do processamento do tomate	38
Lamas de ETARI do processamento do tomate	39
Resíduos de avicultura	40
Lamas primárias da indústria da pasta e papel	41
Lamas de ETARI da indústria do laticínios	42
Lamas de ETARI do processamento de fruta	43
RESUMO I.2.	44
Tipo de Matriz 2: LAMAS LÍQUIDAS E GORDURAS	46
FRAÇÃO ORGÂNICA DE RESÍDUOS URBANOS (II.1.)	47
Fração para valorização orgânica por digestão anaeróbia (líquida)	47
BIORRESÍDUOS E SUBPRODUTOS PRODUZIDOS EM CONTEXTO INDUSTRIAL E LAMAS DE ETARI (II.2.)	48
Resíduos da produção de azeite com elevado teor de gordura	49
Resíduos do processamento de fruta	50
Subprodutos da indústria dos laticínios	51
Lamas da ETARI da produção de vinho	52





ÍNDICE

Lamas da ETARI do processamento da castanha	53
Lamas da ETARI da indústria dos laticínios, com elevado teor de gordura	54
RESUMO II.1. e II.2.	55
Tipo de Matriz 3: EFLUENTES	56
BIORRESÍDUOS E SUBPRODUTOS PRODUZIDOS EM CONTEXTO INDUSTRIAL E LAMAS DE ETARI (III.1.)	56
Efluentes da produção de azeite	57
Efluentes da indústria dos laticínios	58
Efluentes de suinicultura	59
Efluentes de avicultura	60
RESUMO III.1.	61
4. RENDIMENTOS E TAXAS DE CONVERSÃO- Casos de estudo por tecnologia	
Fração orgânica de resíduos urbanos: resíduos sólidos e lamas espessas / lamas líquidas e gorduras	63
Biorresíduos e subprodutos produzidos em contexto industrial: resíduos sólidos e lamas espessas	64
Biorresíduos e subprodutos produzidos em contexto industrial: lamas líquidas e gorduras	67
Biorresíduos e subprodutos produzidos em contexto industrial: efluentes	69
5. FLUXOGRAMAS DE PROCESSO E VALOR SUSTENTÁVEL POR TECNOLOGIA	70
6. GRELHA DE CARACTERIZAÇÃO PARA ENERGIA – Ficha técnica	75
7. BIBLIOGRAFIA	78
8. EQUIPA	79



Resíduos
sólidos e lamas
espessas

APLICAÇÃO a CASOS de ESTUDO (1.2.)

Biorresíduos e subprodutos produzidos em contexto industrial
Lamas de ETARI





1ª etapa		TECNOLOGIAS →								
Parâmetro	Resultados	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7		T 8
		Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Liquefação Hidrotérmica
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	13 - 77					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	0,8 - 5,7	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,2 - 1,7		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	22 - 78		≥ 0,5							
Razão C / N	21 - 54		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	23 - 28			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	4,1 - 9,3					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	0,1 - 0,4					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	0,1 - 0,2					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	20 - 23					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	640 - 1140						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	n.a.						≤ 80	≤ 2		≤ 10
Razão H / C	0,10 - 0,13									0,08 - 0,15
PRODUTOS →		Biodiesel	Biogás	Bio-Etanol	Bio-Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		
Admissibilidade amostras como recebidas ⇨		✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓



2ª etapa		Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade ^(a) e dimensão das partículas ^(b)								
Hum.TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)						≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
R _H = Hum.TOTAL,a.r. / Hum.TOTAL, após ajuste (a)						1 < R _H ≤ 1,5	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 2,5	0,6 ≤ R _H < 1
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)							≤ 80	≤ 2		≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇨		✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓

a.r. – como recebida d – base seca n.a. – não aplicável

^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Líq.) ou Humidificação (T8)

^(b) - Moagem





1ª etapa		TECNOLOGIAS →								
Parâmetro	Resultados	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7		T 8
		Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Liquefação Hidrotérmica
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	22 - 44					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	3,0 - 7,7	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,6 - 0,8		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	52 - 69		≥ 0,5							
Razão C / N	46 - 48		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	20 - 23			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	5 - 10					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	< 0,1					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	0,11-0,14					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	22 - 23					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	110 - 120						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	3 - 8						≤ 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 ⇨		✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗



2ª etapa		Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade ^(a) e dimensão das partículas ^(b)								
Hum.TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)						≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
R _H = Hum.TOTAL,a.r. / Hum.TOTAL, após ajuste (a)						1 < R _H ≤ 1,5	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 2,5	0,6 ≤ R _H < 1
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)							≤ 80	≤ 2		≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇨		✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓

a.r. – como recebida

d – base seca

^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Líqu.) ou Humidificação (T8)

^(b) - Moagem



1ª etapa		TECNOLOGIAS →								
Parâmetro	Resultados	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7		T 8
		Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Liquefação Hidrotérmica
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	23					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	4	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,3		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	76		≥ 0,5							
Razão C / N	97		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	18			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	1					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	< 0,1					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	0,04					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	22					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	670						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	1,5						≤ 80	≤ 2		≤ 10
Razão H / C	0,11									0,08 - 0,15
PRODUTOS →		Biodiesel	Biogás	Bio-Etanol	Bio-Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		
Admissibilidade amostras como recebidas ⇨		✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗



2ª etapa		Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade ^(a) e dimensão das partículas ^(b)								
Hum.TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)						≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
R _H = Hum.TOTAL,a.r. / Hum.TOTAL, após ajuste (a)						1 < R _H ≤ 1,5	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 2,5	0,6 ≤ R _H < 1
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)							≤ 80	≤ 2		≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇨		✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗

a.r. – como recebida d – base seca

^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Líqu.) ou Humidificação (T8)

^(b) - Moagem





1ª etapa		TECNOLOGIAS →						T 7		T 8
Parâmetro	Resultados	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	Pirólise		Liquefação Hidrotérmica
		Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	64 - 80					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	0,3 - 0,8	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,2 - 0,5		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	20 - 35		≥ 0,5							
Razão C / N	42 - 65		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	31 - 36			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	1,5 - 2,5					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	< 0,1					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	0,07-0,09					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	20					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	310 - 790						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	2,4 - 7,3						≤ 80	≤ 2		≤ 10
Razão H / C	0,09 - 0,10									0,08 - 0,15
PRODUTOS →		Biodiesel	Biogás	Bio-Etanol	Bio-Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		
Admissibilidade amostras como recebidas ⇨		✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓



2ª etapa		Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade ^(a) e dimensão das partículas ^(b)								
Hum.TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)						≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
R _H = Hum.TOTAL,a.r. / Hum.TOTAL, após ajuste (a)						1 < R _H ≤ 1,5	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 2,5	0,6 ≤ R _H < 1
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)							≤ 80	≤ 2		≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇨		✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓

a.r. – como recebida d – base seca n.a. – não aplicável

^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Líqu.) ou Humidificação (T8)

^(b) - Moagem



1ª etapa		TECNOLOGIAS →								
Parâmetro	Resultados	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7		T 8
		Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Liquefação Hidrotérmica
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	15					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	0,4	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,4		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	83		≥ 0,5							
Razão C / N	79		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	29			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	2,4					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	< 0,1					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	< 0,03					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	18					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	510						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	5,4						≤ 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 ⇨		✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗



2ª etapa		Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade ^(a) e dimensão das partículas ^(b)								
Hum.TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)						≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
R _H = Hum.TOTAL,a.r. / Hum.TOTAL, após ajuste (a)						1 < R _H ≤ 1,5	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 2,5	0,6 ≤ R _H < 1
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)							≤ 80	≤ 2		≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇨		✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗

a.r. – como recebida

d – base seca

^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Líqu.) ou Humidificação (T8)

^(b) - Moagem



1ª etapa		TECNOLOGIAS →								
Parâmetro	Resultados	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7		T 8
		Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Liquefação Hidrotérmica
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	8,4					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	4,2	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	1,8		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	85		≥ 0,5							
Razão C / N	26		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	21			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	5,6					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	< 0,1					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	< 0,03					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	21					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	280						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	2,7						≤ 80	≤ 2		≤ 10
Razão H / C	0,11									0,08 - 0,15
PRODUTOS →		Biodiesel	Biogás	Bio-Etanol	Bio-Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		
Admissibilidade amostras como recebidas ⇨		✗	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗



2ª etapa		Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade ^(a) e dimensão das partículas ^(b)								
Hum.TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)						≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
R _H = Hum.TOTAL,a.r. / Hum.TOTAL, após ajuste (a)						1 < R _H ≤ 1,5	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 2,5	0,6 ≤ R _H < 1
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)							≤ 80	≤ 2		≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇨		✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗

a.r. – como recebida d – base seca

^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Líqu.) ou Humidificação (T8)

^(b) - Moagem





1ª etapa		TECNOLOGIAS →								
Parâmetro	Resultados	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7		T 8
		Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Liquefação Hidrotérmica
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	60 - 94					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	1,8 - 2,1	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,6 - 1,7		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	6 - 40		≥ 0,5							
Razão C / N	18 *		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	13 - 58			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	0,2 - 2,5					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	< 0,1 *					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	0,13 *					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	25 *					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	430 - 1000						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	2,8 *						≤ 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 ⇨		✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓

* resultado da amostra 289/2018



2ª etapa		Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade ^(a) e dimensão das partículas ^(b)								
Hum.TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)						≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
R _H = Hum.TOTAL,a.r. / Hum.TOTAL, após ajuste (a)						1 < R _H ≤ 1,5	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 2,5	0,6 ≤ R _H < 1
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)							≤ 80	≤ 2		≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇨		✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓

a.r. – como recebida

d – base seca

^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Líqu.) ou Humidificação (T8)

^(b) - Moagem



1ª etapa		TECNOLOGIAS →								
Parâmetro	Resultados	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7		T 8
		Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Liquefação Hidrotérmica
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	55					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	0,1	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,9		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	6,3		≥ 0,5							
Razão C / N	5,8		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	1,2			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	84					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	n.a.					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	n.a.					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	n.a.					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	1190						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	n.a.						≤ 80	≤ 2		≤ 10
Razão H / C	0,18									0,08 - 0,15
PRODUTOS →		Biodiesel	Biogás	Bio-Etanol	Bio-Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		
Admissibilidade amostras como recebidas ⇨		✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗



2ª etapa		Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade ^(a) e dimensão das partículas ^(b)								
Hum.TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)						≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
R _H = Hum.TOTAL,a.r. / Hum.TOTAL, após ajuste (a)						1 < R _H ≤ 1,5	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 2,5	0,6 ≤ R _H < 1
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)							≤ 80	≤ 2		≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇨		✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

a.r. – como recebida d – base seca n.a. – não aplicável

^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Líq.) ou Humidificação (T8)

^(b) - Moagem





1ª etapa		TECNOLOGIAS →								
Parâmetro	Resultados	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7		T 8
		Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Liquefação Hidrotérmica
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	29 - 64					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	0,5 - 1,5	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	1,6		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	29 - 60		≥ 0,5							
Razão C / N	12 - 17		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	42 - 45			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	14 - 19					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	0,4 - 0,5					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	0,3 - 0,4					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	15 - 17					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	250 - 590						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	n.efet.						≤ 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 ⇨		✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	?



2ª etapa		Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade ^(a) e dimensão das partículas ^(b)								
Hum.TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)						≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
R _H = Hum.TOTAL,a.r. / Hum.TOTAL, após ajuste (a)						1 < R _H ≤ 1,5	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 2,5	0,6 ≤ R _H < 1
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)							≤ 80	≤ 2		≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇨		✗	✓	✓	✓	✓	?	?	✗	?

a.r. – como recebida d – base seca n.efet. – não efetuado

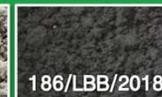
^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Liq.) ou Humidificação (T8)

^(b) - Moagem





Lamas primárias da indústria da pasta e papel



1ª etapa		TECNOLOGIAS →						T 7		T 8
Parâmetro	Resultados	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	Pirólise		Liquefação Hidrotérmica
		Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	52 - 70					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	0,1	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,03 - 1,1		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	11 - 35		≥ 0,5							
Razão C / N	7 - 130		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	3 - 74			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	7 - 63					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	< 0,1 - 0,2					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	< 0,03 - 0,2					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	6 - 15					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	510 - 1030						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	2,4 - 4,7						≤ 80	≤ 2		≤ 10
Razão H / C	0,08 - 0,12									0,08 - 0,15
PRODUTOS →		Biodiesel	Biogás	Bio-Etanol	Bio-Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		
Admissibilidade amostras como recebidas ⇨		✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓



2ª etapa		Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade ^(a) e dimensão das partículas ^(b)								
Hum.TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)						≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
R _H = Hum.TOTAL,a.r. / Hum.TOTAL, após ajuste (a)						1 < R _H ≤ 1,5	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 2,5	0,6 ≤ R _H < 1
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)							≤ 80	≤ 2		≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇨		✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓

a.r. – como recebida d – base seca

^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Líq.) ou Humidificação (T8)

^(b) - Moagem



1ª etapa		TECNOLOGIAS →								
Parâmetro	Resultados	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7		T 8
		Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Liquefação Hidrotérmica
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	84					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	7,0	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,8		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	16		≥ 0,5							
Razão C / N	12		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	2,7			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	4,1					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	< 0,1					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	0,32					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	32					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	970						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	n.a.						≤ 80	≤ 2		≤ 10
Razão H / C	0,15									0,08 - 0,15
PRODUTOS →		Biodiesel	Biogás	Bio-Etanol	Bio-Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		
Admissibilidade amostras como recebidas ⇨		✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗



2ª etapa		Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade ^(a) e dimensão das partículas ^(b)								
Hum.TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)						≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
R _H = Hum.TOTAL,a.r. / Hum.TOTAL, após ajuste (a)						1 < R _H ≤ 1,5	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 2,5	0,6 ≤ R _H < 1
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)							≤ 80	≤ 2		≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇨		✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

a.r. – como recebida d – base seca n.a. – não aplicável

^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Líq.) ou Humidificação (T8)

^(b) - Moagem



1ª etapa		TECNOLOGIAS →								
Parâmetro	Resultados	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7		T 8
		Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Liquefação Hidrotérmica
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	91					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	0,3	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,3		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	8,1		≥ 0,5							
Razão C / N	10		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	36			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	8,2					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	0,18					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	0,14					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	21					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	960						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	n.a.						≤ 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 ⇨		✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗



2ª etapa		Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade ^(a) e dimensão das partículas ^(b)								
Hum.TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)						≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
R _H = Hum.TOTAL,a.r. / Hum.TOTAL, após ajuste (a)						1 < R _H ≤ 1,5	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 3	1 < R _H ≤ 2,5	0,6 ≤ R _H < 1
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)							≤ 80	≤ 2		≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇨		✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗

a.r. – como recebida d – base seca n.a. – não aplicável

^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Líq.) ou Humidificação (T8)

^(b) - Moagem



Admissibilidade das amostras como recebidas com base nos critérios discriminantes

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
							Sólida	Líquida	
Resíduos da produção de azeite (bagaço)	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓
Resíduos da produção de azeite (folhas de oliveira)	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗
Resíduos da produção de azeite (caroço de azeitona)	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗
Resíduos do processamento da castanha	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓
Resíduos do processamento da alfarroba	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗
Resíduos da produção do vinho (folhelho)	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗



Admissibilidade das amostras após ajuste de humidade e dimensão das partículas

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
							Sólida	Líquida	
Resíduos da produção de azeite (bagaço)	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓
Resíduos da produção de azeite (folhas de oliveira)	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓
Resíduos da produção de azeite (caroço de azeitona)	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗
Resíduos do processamento da castanha	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓
Resíduos do processamento da alfarroba	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Resíduos da produção do vinho (folhelho)	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗
PRODUTOS ⇒	Biodiesel	Biogás	Bio-Etanol	Bio-Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		

Biorresíduos e subprodutos produzidos em contexto industrial

Lamas de ETARI

Resumo I.2. (2 de 2)

Admissibilidade das amostras como recebidas com base nos critérios discriminantes

TECNOLOGIAS ⇒	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7		T 8
	(Trans)-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Liquefação Hidrotérmica
Resíduos do processamento do tomate	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓
Lamas de ETARI do processamento do tomate	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Resíduos de avicultura	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	?
Lamas primárias da indústria da pasta e papel	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓
Lamas de ETARI da indústria dos lacticínios	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Lamas de ETARI do processamento da fruta	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗



Admissibilidade das amostras após ajuste de humidade e dimensão das partículas

TECNOLOGIAS ⇒	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7		T 8
	(Trans)-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Liquefação Hidrotérmica
Resíduos do processamento do tomate	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓
Lamas de ETARI do processamento do tomate	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Resíduos de avicultura	✗	✓	✓	✓	✓	?	?	✗	?
Lamas primárias da indústria da pasta e papel	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓
Lamas de ETARI da indústria dos lacticínios	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Lamas de ETARI do processamento da fruta	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
PRODUTOS ⇒	Biodiesel	Biogás	Bio-Etanol	Bio-Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		



Lamas
líquidas e
gorduras

APLICAÇÃO a CASOS de ESTUDO (II.1.)

Fração orgânica de resíduos urbanos
Lamas de ETAR





Fração para valorização orgânica por digestão anaeróbia (líquidos)



1ª etapa		TECNOLOGIAS →						T 7		T 8	
		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	Pirólise		Liquefação	
		Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Hidrotérmica	
Parâmetro	Resultados										
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	93					≤ 40	≤ 20	Tecnologia não aplicável a esta matriz	≤ 20	50 - 80	
Óleo, % (m/m), ar	16	≥ 300	≤ 250						≥ 250		
Azoto Kjeldahl, a.r. (g/L)	3,1		≥ 0,1								
Sólidos Totais Voláteis, a.r. (g/L)	48		≥ 1								
Razão C / N	11		10 - 60								
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	6,8			≥ 20	≥ 25						
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	24					≤ 20	≤ 20				≤ 20
Cl, % (m/m), d	1,6					≤ 1	≤ 1				≤ 1
S, % (m/m), d	0,8					≤ 2	≤ 2				≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	21,6					≥ 16	≥ 16				
Densidade aparente, (kg/m³)	990						≥ 120				
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	n.a.						≤ 80				≤ 10
Razão H / C	0,15										0,08 - 0,15
PRODUTOS →		Biodiesel	Biogás	Bio-Etanol	Bio-Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese		Bio-óleos		
Admissibilidade amostras como recebidas ⇨		✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗			



2ª etapa		Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade ^(a) e dimensão das partículas ^(b)								
Hum.TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)						≤ 40	≤ 20		≤ 20	50 - 80
R _H = Hum.TOTAL,a.r. / Hum.TOTAL, após ajuste (a)						1 < R _H ≤ 1,5	1 < R _H ≤ 3		1 < R _H ≤ 2,5	0,6 ≤ R _H < 1
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)							≤ 80			≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇨		✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗		

a.r. – como recebida d – base seca n.a. – não aplicável

^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Líqu.) ou Humidificação (T8)

^(b) - Moagem



Lamas
líquidas e
gorduras

APLICAÇÃO a CASOS de ESTUDO (II.2.)

Biorresíduos e subprodutos produzidos em contexto industrial
Lamas de ETARI





Resíduos da produção de azeite com elevado teor de gordura



1ª etapa		TECNOLOGIAS →						T 7		T 8
		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	Pirólise		Liquefação
		Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Hidrotérmica
Parâmetro	Resultados									
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	10 -13					≤ 40	≤ 20	Tecnologia não aplicável a esta matriz	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	460 -760	≥ 300	≤ 250						≥ 250	
Azoto Kjeldahl, a.r. (g/L)	78 *		≥ 0,1							
Sólidos Totais Voláteis, a.r. (g/L)	810 - 860		≥ 1							
Razão C / N	§		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	0,03-0,08			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	0,1 - 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)	930-950						≥ 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 ⇨		✓	✗	✗	✗	?	?	✓		✗

* resultado da amostra 30/2018

§-ensaios não realizados em face do comportamento da amostra



2ª etapa		Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade ^(a) e dimensão das partículas ^(b)								
Hum.TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)						≤ 40	≤ 20		≤ 20	50 - 80
R _H = Hum.TOTAL,a.r. / Hum.TOTAL, após ajuste (a)						1 < R _H ≤ 1,5	1 < R _H ≤ 3		1 < R _H ≤ 2,5	0,6 ≤ R _H < 1
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)							≤ 80			≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇨		✓	✗	✗	✗	?	?	✓		✗

a.r. – como recebida

d – base seca

n.a. – não aplicável

n.efet. – não efetuado

^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Líq.) ou Humidificação (T8)

^(b) - Moagem





Resíduos do processamento de fruta



1ª etapa		TECNOLOGIAS →						T 7		T 8
Parâmetro	Resultados	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	Pirólise		Liquefação
		Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Hidrotérmica
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	82					≤ 40	≤ 20	Tecnologia não aplicável a esta matriz	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	2,5	≥ 300	≤ 250						≥ 250	
Azoto Kjeldahl, a.r. (g/L)	0,12		≥ 0,1							
Sólidos Totais Voláteis, a.r. (g/L)	188		≥ 1							
Razão C / N	58		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	50			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	1,5					≤ 20	≤ 20			≤ 20
Cl, % (m/m), d	0,12					≤ 1	≤ 1			≤ 1
S, % (m/m), d	0,07					≤ 2	≤ 2			≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	n.efet.					≥ 16	≥ 16			
Densidade aparente, (kg/m³)	1043						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	n.a.						≤ 80			≤ 10
Razão H / C	0,17									0,08 - 0,15
PRODUTOS →		Biodiesel	Biogás	Bio-Etanol	Bio-Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese		Bio-óleos	
Admissibilidade amostras como recebidas ⇨		✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗		



2ª etapa		Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade ^(a) e dimensão das partículas ^(b)								
Hum.TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)						≤ 40	≤ 20		≤ 20	50 - 80
R _H = Hum.TOTAL,a.r. / Hum.TOTAL, após ajuste (a)						1 < R _H ≤ 1,5	1 < R _H ≤ 3		1 < R _H ≤ 2,5	0,6 ≤ R _H < 1
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)							≤ 80			≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇨		✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗		

a.r. – como recebida d – base seca n.a. – não aplicável n.efet. – não efetuado

^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Líqu.) ou Humidificação (T8)

^(b) - Moagem





Subprodutos da indústria dos laticínios



1ª etapa		TECNOLOGIAS →						T 7		T 8
		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	Pirólise		Liquefação
		Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Hidrotérmica
Parâmetro	Resultados									
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	92 - 93					≤ 40	≤ 20	Tecnologia não aplicável a esta matriz	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	0,02 - 1,6	≥ 300	≤ 250						≥ 250	
Azoto Kjeldahl, a.r. (g/L)	0,9 - 2,0		≥ 0,1							
Sólidos Totais Voláteis, a.r. (g/L)	56 - 74		≥ 1							
Razão C / N	n.efet.		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	37 - 64			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	0,1 - 0,4					≤ 20	≤ 20			≤ 20
Cl, % (m/m), d	n.efet					≤ 1	≤ 1			≤ 1
S, % (m/m), d	n.efet					≤ 2	≤ 2			≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	n.efet					≥ 16	≥ 16			
Densidade aparente, (kg/m³)	1016						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	n.a.						≤ 80			≤ 10
Razão H / C	n.efet.									0,08 - 0,15
PRODUTOS →		Biodiesel	Biogás	Bio-Etanol	Bio-Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese		Bio-óleos	
Admissibilidade amostras como recebidas ⇨		✗	?	✓	✓	✗	✗	✗		



2ª etapa		Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade ^(a) e dimensão das partículas ^(b)								
Hum.TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)						≤ 40	≤ 20		≤ 20	50 - 80
R _H = Hum.TOTAL,a.r. / Hum.TOTAL, após ajuste (a)						1 < R _H ≤ 1,5	1 < R _H ≤ 3		1 < R _H ≤ 2,5	0,6 ≤ R _H < 1
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)							≤ 80			≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇨		✗	?	✓	✓	✗	✗	✗		

a.r. – como recebida

d – base seca

n.a. – não aplicável

n.efet. – não efetuado

^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Líq.) ou Humidificação (T8)

^(b) - Moagem





Lamas da ETARI da produção de vinho



1ª etapa		TECNOLOGIAS →						T 7		T 8
		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	Pirólise		Liquefação
		Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Hidrotérmica
Parâmetro	Resultados									
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	90					≤ 40	≤ 20	Tecnologia não aplicável a esta matriz	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	1,0 - 2,2	≥ 300	≤ 250						≥ 250	
Azoto Kjeldahl, a.r. (g/L)	3,5 - 4,5		≥ 0,1							
Sólidos Totais Voláteis, a.r. (g/L)	74 - 81		≥ 1							
Razão C / N	n.efet.		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	17 - 19			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	16 - 28					≤ 20	≤ 20			≤ 20
Cl, % (m/m), d	n.efet.					≤ 1	≤ 1			≤ 1
S, % (m/m), d	n.efet.					≤ 2	≤ 2			≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	n.efet.					≥ 16	≥ 16			
Densidade aparente, (kg/m³)	1000-1040						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	n.a.						≤ 80			≤ 10
Razão H / C	n.efet.									0,08 - 0,15
PRODUTOS →		Biodiesel	Biogás	Bio-Etanol	Bio-Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese		Bio-óleos	
Admissibilidade amostras como recebidas ⇨		✗	?	✗	✗	✗	✗	✗		



2ª etapa		Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade ^(a) e dimensão das partículas ^(b)								
Hum.TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)						≤ 40	≤ 20		≤ 20	50 - 80
R _H = Hum.TOTAL,a.r. / Hum.TOTAL, após ajuste (a)						1 < R _H ≤ 1,5	1 < R _H ≤ 3		1 < R _H ≤ 2,5	0,6 ≤ R _H < 1
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)							≤ 80			≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇨		✗	?	✗	✗	✗	✗	✗		

a.r. – como recebida

d – base seca

n.a. – não aplicável

n.efet. – não efetuado

^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Líq.) ou Humidificação (T8)

^(b) - Moagem





Lamas da ETARI do processamento da castanha



1ª etapa		TECNOLOGIAS →						T 7		T 8
Parâmetro	Resultados	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	Pirólise		Liquefação
		Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Hidrotérmica
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	99					≤ 40	≤ 20	Tecnologia não aplicável a esta matriz	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	1,7	≥ 300	≤ 250						≥ 250	
Azoto Kjeldahl, a.r. (g/L)	0,2		≥ 0,1							
Sólidos Totais Voláteis, a.r. (g/L)	10		≥ 1							
Razão C / N	19		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	28			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	7,0					≤ 20	≤ 20			≤ 20
Cl, % (m/m), d	0,35					≤ 1	≤ 1			≤ 1
S, % (m/m), d	0,35					≤ 2	≤ 2			≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	19,0					≥ 16	≥ 16			
Densidade aparente, (kg/m³)	990						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	n.a.						≤ 80			≤ 10
Razão H / C	0,14									0,08 - 0,15
PRODUTOS →		Biodiesel	Biogás	Bio-Etanol	Bio-Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese		Bio-óleos	
Admissibilidade amostras como recebidas ⇨		✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗		



2ª etapa		Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade ^(a) e dimensão das partículas ^(b)								
Hum.TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)						≤ 40	≤ 20		≤ 20	50 - 80
R _H = Hum.TOTAL,a.r. / Hum.TOTAL, após ajuste (a)						1 < R _H ≤ 1,5	1 < R _H ≤ 3		1 < R _H ≤ 2,5	0,6 ≤ R _H < 1
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)							≤ 80			≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇨		✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗		

a.r. – como recebida d – base seca n.a. – não aplicável
 (a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Líqu.) ou Humidificação (T8)
 (b) - Moagem





Lamas da ETARI da indústria dos laticínios, com elevado teor de gordura



1ª etapa		TECNOLOGIAS →						T 7 Pirólise		T 8	
		T 1 Trans-esterificação	T 2 Digestão Anaeróbia	T 3 Fermentação Alcoólica	T 4 Fermentação Escura	T 5 Combustão	T 6 Gasificação	Sólida	Líquida	Liquefação Hidrotérmica	
Parâmetro	Resultados										
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	34 - 50					≤ 40	≤ 20	Tecnologia não aplicável a esta matriz	≤ 20	50 - 80	
Óleo, % (m/m), ar	300 - 450	≥ 300	≤ 250						≥ 250		
Azoto Kjeldahl, a.r. (g/L)	1,5		≥ 0,1								
Sólidos Totais Voláteis, a.r. (g/L)	380 - 500		≥ 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 ⇨		✓	✗	✗	✗	?	✗		✗		

* resultado da amostra 30/2018

§-ensaios não realizados em face do comportamento da amostra

2ª etapa		Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade ^(a) e dimensão das partículas ^(b)								
Hum.TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)						≤ 40	≤ 20		≤ 20	50 - 80
R _H = Hum.TOTAL,a.r. / Hum.TOTAL, após ajuste (a)						1 < R _H ≤ 1,5	1 < R _H ≤ 3		1 < R _H ≤ 2,5	0,6 ≤ R _H < 1
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)							≤ 80			≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇨		✓	✗	✗	✗	?	?	✓		?

a.r. – como recebida

d – base seca

n.a. – não aplicável

n.efet. – não efetuado

^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Líq.) ou Humidificação (T8)

^(b) - Moagem



Fração Orgânica dos Resíduos Urbanos Biorresíduos e subprodutos produzidos em contexto industrial Lamas de ETARI Resumo II.1. e II.2.

Admissibilidade das amostras como recebidas com base nos critérios discriminantes

TECNOLOGIAS ⇒ Tipo de amostra	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7		T 8
	(Trans)- esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Liquefação Hidrotérmica
Fração para valorização orgânica por digestão anaeróbia (líquidos)	✗	✓	✗	✗	✗	✗	Tecnologia não aplicável a esta matriz	✗	✗
Resíduos da produção de azeite com elevado teor de gordura	✓	✗	✗	✗	?	?		✓	✗
Resíduo do processamento de fruta	✗	✓	✓	✓	✗	✗		✗	✗
Subprodutos da indústria dos laticínios	✗	?	✓	✓	✗	✗		✗	✗
Lamas da ETARI da produção de vinho	✗	?	✗	✗	✗	✗		✗	✗
Lamas da ETARI do processamento da castanha	✗	✓	✓	✓	✗	✗		✗	✗
Lamas da ETARI da indústria dos laticínios, com elevado teor de gordura	✓	✗	✗	✗	?	✗		✗	?



Admissibilidade das amostras após ajuste de humidade e dimensão das partículas

TECNOLOGIAS ⇒ Tipo de amostra	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7		T 8
	(Trans)- esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Liquefação Hidrotérmica
Fração para valorização orgânica por digestão anaeróbia (líquidos)	✗	✓	✗	✗	✗	✗	Tecnologia não aplicável a esta matriz	✗	✗
Resíduos da produção de azeite com elevado teor de gordura	✓	✗	✗	✗	?	?		✓	✗
Resíduos do processamento de fruta	✗	✓	✓	✓	✗	✗		✗	✗
Subprodutos da indústria dos laticínios	✗	?	✓	✓	✗	✗		✗	✗
Lamas da ETARI da produção de vinho	✗	?	✗	✗	✗	✗		✗	✗
Lamas da ETARI do processamento da castanha	✗	✓	✓	✓	✗	✗		✗	✗
Lamas da ETARI da indústria dos laticínios, com elevado teor de gordura	✓	✗	✗	✗	?	?		✓	?
PRODUTOS ⇒	Biodiesel	Biogás	Bio-Etanol	Bio-Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		

○ - Admissibilidade alterada



Efluentes

APLICAÇÃO a CASOS de ESTUDO (III.1.)

Biorresíduos e subprodutos produzidos em contexto industrial
Lamas de ETARI





Efluentes da produção de azeite



1ª etapa		TECNOLOGIAS →		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7		T 8			
				Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Pirólise		Liquefação Hidrotérmica			
Parâmetro		Resultados								Sólida	Líquida				
Hum.TOTAL, % (m/m), ar		97,5 - 99,8													
Óleo, % (m/m), ar		0,4 - 2,3		≥ 300	≤ 250										
Sólidos Totais Voláteis, a.r. (g/L)		1,7 - 20			≥ 1										
Razão CQO / Azoto Kjeldahl		30 - 355			20 - 60										
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d		0,1 - 4,9				≥ 20	≥ 25			Tecnologias não aplicáveis a esta matriz					
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 ⇒				✗	✓	✗	✗								

a.r. – como recebida

d – base seca

n.a. – não aplicável



1ª etapa		TECNOLOGIAS →		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7		T 8			
				Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Pirólise		Liquefação Hidrotérmica			
Parâmetro	Resultados									Sólida	Líquida				
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	99,4														
Óleo, % (m/m), ar	3,9	≥ 300	≤ 250												
Sólidos Totais Voláteis, a.r. (g/L)	3,7		≥ 1												
Razão CQO / Azoto Kjeldahl	47		20 - 60												
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	2			≥ 20	≥ 25	Tecnologias não aplicáveis a esta matriz									
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		✘	✔	✘	✘										

a.r. – como recebida

d – base seca

n.a. – não aplicável





1ª etapa		TECNOLOGIAS →		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7		T 8					
				Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Pirólise		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	Tecnologias não aplicáveis a esta matriz											
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/m ³)	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		✗	✓	✗	✗												

a.r. – como recebida

d – base seca

n.a. – não aplicável

n.efet. – não efetuado





384/LBB/2018

1ª etapa		TECNOLOGIAS →						T 7		T 8
Parâmetro	Resultados	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	Pirólise		Liquefação
		Trans-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Hidrotérmica
Hum.TOTAL, % (m/m), ar	98,6									
Óleo, % (m/m), ar	0,4	≥ 300	≤ 250							
Sólidos Totais Voláteis, a.r. (g/L)	14,4		≥ 1							
Razão CQO / Azoto Kjeldahl	4		20 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	0,3			≥ 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		✗	✗	✗	✗					

Tecnologias não aplicáveis a esta matriz

a.r. – como recebida d – base seca n.a. – não aplicável



Biorresíduos e subprodutos produzidos em contexto industrial

Lamas de ETARI

Resumo III.1.

Admissibilidade das amostras como recebidas com base nos critérios discriminantes

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
							Sólida	Líquida	
Tipo de amostra									
Efluentes da produção de azeite	✘	✓	✘	✘	<p><i>Tecnologias não aplicáveis a esta matriz</i></p>				
Efluentes da indústria dos lacticínios	✘	✓	✘	✘					
Efluentes de suinicultura	✘	✓	✘	✘					
Efluentes de avicultura	✘	✘	✘	✘					
PRODUTOS ⇒	Biodiesel	Biogás	Bio- Etanol	Bio- Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás síntese	Bio-óleos		





CONVERTE

EQUIPA

Coordenador do CONVERTE

Francisco Gírio

Gestora do CONVERTE

Patrícia Moura

Seleção casos de estudo

Testes em tecnologias

Ana Eusébio

Cristina Oliveira

Filomena Pinto

Helena Albergaria

Isabel Paula Marques

Joana Ortigueira

Luís Silva

Natércia Sousa

Paula Passarinho

Paula Costa

Paula Marques

Rui André

Santino diBerardino

Susana Marques

Teresa Lopes da Silva

Bolseiras do CONVERTE

Mariana Abreu

Diana Cipriano

Coordenadora da caracterização físico-química

Maria Ascensão Trancoso

Caracterização físico-química

Amélia Caldeira

Ana Passarinho

Ana Rita Sousa

Ana Teresa Crujeira

Cristina Oliveira

Graça Gomes

Jorgiana Branco

Luís Ramalho

Paula Passarinho

Sandra Calisto

Cálculo Valor Sustentável

Jorge Alexandre

João Henriques

Justina Catarino

Tiago Lopes



Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I. P.

LNEG

Estrada do Paço do Lumiar, 22

1649-038 Lisboa

Tel: + 351 210 924 600 / 1

info@lneg.pt

www.lneg.pt

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

Documento elaborado em:

Fevereiro de 2020

