

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



 **GRELHA de CARACTERIZAÇÃO para ENERGIA**
Notas explicativas



Avaliação da admissibilidade das amostras às tecnologias/produtos

A avaliação da admissibilidade é efetuada em duas etapas:

Resíduos da produção de azeite (folhas de oliveira)

1ª etapa	TECNOLOGIAS	T1 Trans- esterificação	T2 Digestão Anaeróbia	T3 Fermentação Alcoólica	T4 Fermentação Escura	T5 Combustão	T6 Gaseificação	T7 Pirólise Sólida Líquida	T8 Liquefação Hidrotérmica
Parâmetro	Resultados								
Hum. tot., % (m/m), ar	22 - 44	≥ 40	≤ 30			≤ 40	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	3,0 - 7,7		≥ 0,01					≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,6 - 0,8		≥ 0,5						
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	52 - 69		10 - 20						
Razão C / N	46 - 48			≥ 20	≥ 25				
Aplicação total no hidroólido (em glucose), % (m/m), d	20 - 23								
Carbox 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, (M/kg), d	22 - 23					≥ 10	≥ 10	≥ 10	
Densidade aparente, (g/cm³)	110 - 120					≤ 80	≤ 80	≤ 2	
Diâmetro médio partícula, d ₅₀ (mm)	3 - 6								0,08 - 0,15
Razão H/C	0,12								
Admissibilidade amostras como recebidas ⇔		✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗

1ª Etapa – avaliação da admissibilidade às tecnologias das várias tipologias de amostra, como recebidas, por verificação do cumprimento do valor limite definido na Grelha de Caracterização para Energia :

- ✓ Admissível
- ✗ Não admissível
- ✓ Admissão condicionada devido à dispersão de resultados das amostras no agrupamento da mesma tipologia
- ? Admissão questionável

Admissibilidade amostras como recebidas ⇔

✗ ✓ ✓ ✗ ✓ ✗ ✗ ✗ ✗

2ª Etapa –reavaliação da admissibilidade às tecnologias das várias tipologias de amostra, por verificação do cumprimento do valor limite definido na Grelha de Caracterização para Energia, após ajuste do teor de humidade (secagem natural, decantação ou humedificação) ou da dimensão das partículas (moagem).

2ª etapa

Critérios a satisfazer após eventual ajuste de humidade⁽¹⁾ e dimensão das partículas⁽²⁾

Hum. TOTAL, % (m/m), após ajuste (a)		≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	60 - 80
R _h = Hum _{TOT,ajuste} / r / Hum _{TOT,ajuste} , após ajuste (a)		1 < R _h ≤ 1,5	1 < R _h ≤ 3	1 < R _h ≤ 3	1 < R _h ≤ 2,5	0,8 ≤ R _h < 1
Diâmetro partícula, d ₅₀ (mm)			≤ 80	≤ 2		≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇔		✗	✓	✓	✗	✓

Admissibilidade amostras após ajuste ⇔

✗ ✓ ✓ ✗ ✓ ✓ ✗ ✓

As conclusões apresentadas sobre a admissibilidade de cada tipologia de amostra referem-se especificamente às amostras disponibilizadas pelas empresas que aceitaram colaborar no CONVERTE e que constituíram os casos de estudo do projeto.



Aplicação aos casos de estudo – Grelha de admissibilidades

Grelha de admissibilidade das amostras à tecnologia/produto respetivos

Tipologia das amostras

Tipo de matriz

1ª Etapa de avaliação: amostras como recebidas

Parâmetros analíticos discriminantes por matriz

Gama de resultados

2ª Etapa de avaliação: amostras após ajuste

Razão de valores de humidade (R_{hum}) entre a amostra como recebida e após ajuste

Resíduos da recolha seletiva de verdes



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	33 - 81	≥ 40	≤ 30			≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	1,4 - 1,6		≥ 0,01						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,7 - 0,8		≥ 0,5							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	16 - 46		10 - 60							
Razão C / N	12 - 36									
Apúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	12 - 22			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	14 - 30					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	0,3 - 0,6					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	0,02 - 0,2					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS (MJ/kg), d	13 - 18					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	90 - 200						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	5,2 - 58						≤ 80	≤ 2		≤ 10
Razão H / C	0,08 - 0,11									0,08 - 0,15
	PRODUTOS →	Biodiesel	Biogás	Bio-Etanol	Bio-Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gas 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	≤ 20	50 - 80
$R_H = \text{Hum.TOTAL a.r.} / \text{Hum.TOTAL após ajuste (a)}$					$1 < R_H \leq 1,5$	$1 < R_H \leq 3$	$1 < R_H \leq 3$	$1 < R_H \leq 2,5$		$0,6 \leq R_H < 1$
Diâmetro partículas, d ₅₀ (mm)						≤ 80	≤ 2			≤ 10
Admissibilidade amostras após ajuste ⇔		✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓

Imagem e identificação das amostras

Tecnologias consideradas no CONVERTE

Valores limite definidos na Grelha de Classificação para cada parâmetro analítico discriminante, em função da tecnologia/produto e matriz das amostras

Produtos considerados no CONVERTE

Decisão da 1ª etapa de avaliação

- ✓ Admissível
- ✗ Não admissível
- ✓ Admissão condicionada devido à dispersão de resultados nas amostras
- ? Admissão questionável

Valores limite a satisfazer para cumprir a admissibilidade à tecnologia / produto respectivos após ajuste

Decisão da 2ª etapa de avaliação

A adequabilidade das amostras (casos de estudo) foi avaliada em ensaios tecnológicos



Aplicação aos casos de estudo – Grelha de resultados nas tecnologias

Resultados dos ensaios tecnológicos das amostras (casos de estudo) admitidas às tecnologias/produto

TECNOLOGIA AMOSTRAS	Ref. ^a	(Trans)- esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação alcoólica	Fermentação escura	Combustão	Gasificação em leito fluidizado	Pirólise líquida	Liquefação hidrotérmica	Tecnologias consideradas no CONVERTE
Resíduos da recolha seletiva de orgânicos (HORECA)	313/2017				Y _p : 72 L/H /kg biomassa seca Q _p : 0,26 L/H /L/h C _p : 93%(v/v) H ₂ no gás de saída					
Resíduos da recolha seletiva de verdes	347/2017								Y _p : 700 g bio-óleo / kg biomassa seca T _{proc} : 0,5 horas Obtenção de bio-óleo bruto que requer refinação	Amostra(s) não admissível(eis) (✗) e não testada(s)
Fração para composto após TMB	várias									Amostra(s) admissível(eis) (✓) mas não testada(s)
Fração para valorização orgânica após TM	várias									Amostra(s) de admissão condicionada (✓) e não testada(s)
Lamas de ETAR	várias									Amostra(s) com dúvidas na admissibilidade (?) e não testada(s)
PRODUTO		Biodiesel	Biogás e Biometano	Etanol	Hidrogénio	Eletricidade e calor	Gás de síntese	Bio-óleo	Bio-óleo	Produtos considerados no CONVERTE

Cálculo de rendimentos e taxas:

Y_{PS} Rendimento em produto: razão entre o volume ou massa de produto (condições PTN para os produtos gasosos) ou energia produzida e o volume ou massa de biomassa ou efluente fornecido (em base seca ou como recebido)

Q_p Taxa de produção: razão entre a concentração máxima de produto no meio de fermentação ou na massa de digestão anaeróbia (condições PTN para os produtos gasosos) e o tempo necessário para atingir essa concentração

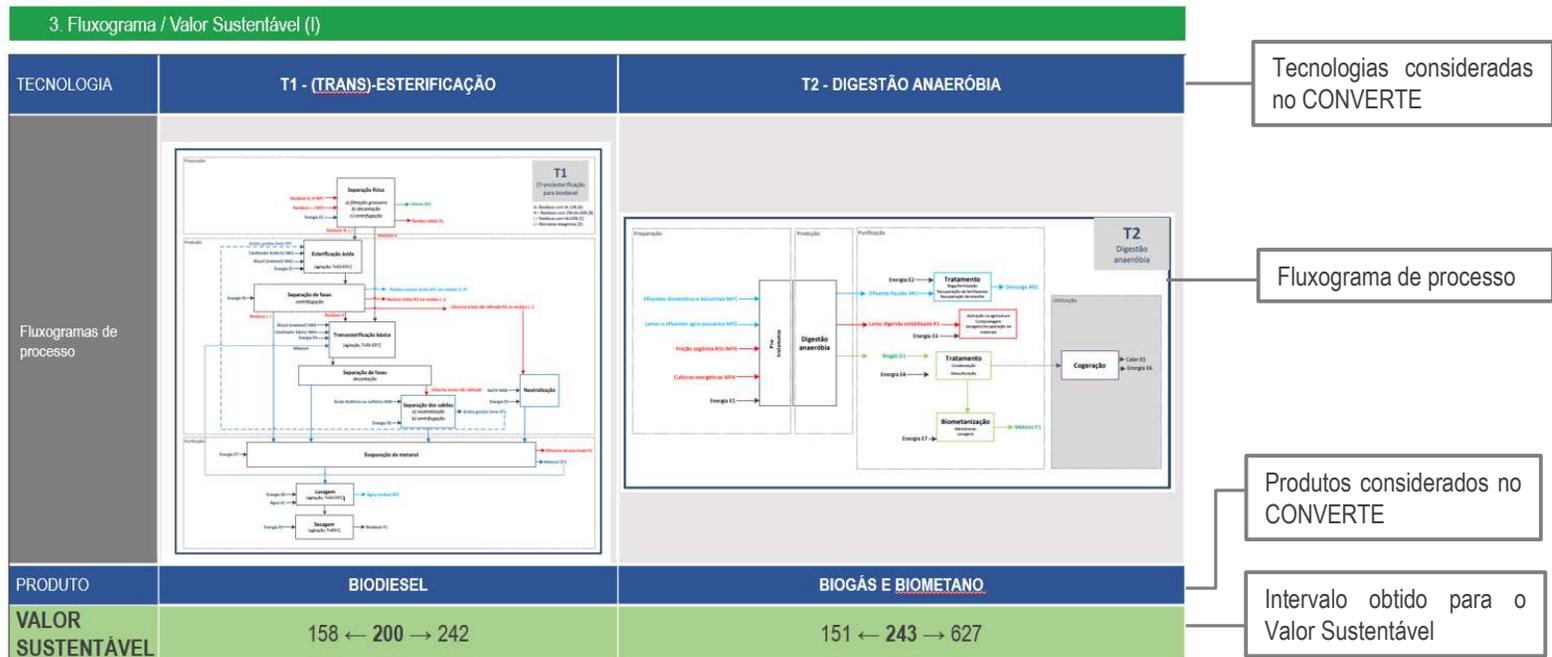
T_{Proc} Tempo de reação: tempo de duração do processo de conversão

C_p Concentração em produto: percentagem em volume, em massa ou massa/volume de produto na mistura final, gasosa ou líquida



Aplicação aos casos de estudo – Fluxogramas de processo e Valor Sustentável

Fluxogramas dos processos tecnológicos e estimativa do Valor Sustentável



Resíduos
sólidos e lamas
espessas

APLICAÇÃO a CASOS de ESTUDO (I.1.)

Fração orgânica de resíduos urbanos
Lamas de ETAR





Resíduos da recolha seletiva de orgânicos (HORECA)



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	70 - 86							≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	3,6 - 7,2	≥ 40	≤ 30								≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,2 - 1,0		≥ 0,01									
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	14 - 26		≥ 0,5									
Razão C / N	16		10 - 60									
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	31 - 40			≥ 20	≥ 25							
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	3 - 7							≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	2,3							≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	0,2 - 0,3							≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	22 - 24							≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	890 - 1050								≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	n.a.								≤ 80	≤ 2		≤ 10
Razão H / C	0,13 - 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	≤ 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	33 - 81					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	1,4 - 1,6	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,7 - 0,8		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	16 - 46		≥ 0,5							
Razão C / N	12 - 36		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	12 - 22			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	14 - 30					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	0,3 - 0,6					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	0,02 - 0,2					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	13 - 18					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	90 - 200						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	5,2 - 58						≤ 80	≤ 2		≤ 10
Razão H / C	0,08 - 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





Fração para composto após Tratamento Mecânico e Biológico (TMB)



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	5 - 34					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	3,5	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,6 - 2		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	18 - 44		≥ 0,5							
Razão C / N	15 - 24		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	6 - 18			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	37 - 77					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	0,2 - 0,7					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	0,1 - 0,4					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	5 - 12					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	400 - 870						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	1,6 - 7,0						≤ 80	≤ 2		≤ 10
Razão H / C	0,08 - 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





Fração para valorização orgânica após Tratamento Mecânico (TM)



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	7 - 56							≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	0,9 - 4,1	≥ 40	≤ 30								≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,5 - 1,4		≥ 0,01									
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	21 - 46		≥ 0,5									
Razão C / N	17 - 32		10 - 60									
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	13 - 30			≥ 20	≥ 25							
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	32 - 48							≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	0,3 - 0,9							≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	0,2 - 0,3							≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	10 - 15							≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	300 - 510								≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	19 - 29								≤ 80	≤ 2		≤ 10
Razão H / C	0,11 - 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

^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Liq.) 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	80 - 81					≤ 40	≤ 20	≤ 20	≤ 20	50 - 80
Óleo, % (m/m), ar	0,6 - 1	≥ 40	≤ 30						≥ 30	
Azoto Kjeldahl, % (m/m), ar	0,4 - 1,7		≥ 0,01							
Sólidos Totais Voláteis, % (m/m), ar	15,8-16,5		≥ 0,5							
Razão C / N	5,5 - 5,7		10 - 60							
Açúcares totais no hidrolisado (em glucose), % (m/m), d	11 - 13			≥ 20	≥ 25					
Cinzas 815 °C, % (m/m), d	17 - 19					≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 20
Cl, % (m/m), d	0,3 - 0,4					≤ 1	≤ 1	≤ 1		≤ 1
S, % (m/m), d	0,9 - 1,0					≤ 2	≤ 2	≤ 2		≤ 2
PCS, (MJ/kg), d	19 - 20					≥ 16	≥ 16	≥ 16		
Densidade aparente, (kg/m³)	620 - 660						≥ 120			
Diâmetro médio partículas, d ₅₀ (mm)	n.efet.						≤ 80	≤ 2		≤ 10
Razão H / C	0,12 - 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.efet. – não efetuado
^(a) – Secagem natural (T5, T6, T7-Sól.), Decantação (T7-Liq.) ou Humidificação (T8)
^(b) - Moagem





Fração Orgânica dos Resíduos Urbanos Lamas de ETAR

Resumo I.1.

Admissibilidade das amostras como recebidas com base nos critérios discriminantes

TECNOLOGIAS ⇒	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		T8
	(Trans)-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Liquefação Hidrotérmica
Resíduos da recolha seletiva de orgânicos (HORECA)	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
Resíduos da recolha seletiva de verdes	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓
Fração para composto após TMB	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Fração para valorização orgânica após TM	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
Lamas ETAR	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	?

↓ Admissibilidade das amostras após ajuste de humidade e dimensão das partículas

TECNOLOGIAS ⇒	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		T8
	(Trans)-esterificação	Digestão Anaeróbia	Fermentação Alcoólica	Fermentação Escura	Combustão	Gasificação	Sólida	Líquida	Liquefação Hidrotérmica
Resíduos da recolha seletiva de orgânicos (HORECA)	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
Resíduos da recolha seletiva de verdes	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓
Fração para composto após TMB	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Fração para valorização orgânica após TM	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
Lamas ETAR	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	?
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

