



V. Valor Sustentável: aplicação aos casos de estudo



Atividade 5
Metodologia Valor Sustentável

**Jorge Alexandre
Justina Catarino
João Henriques**

NP EN 1325.1:2001 | NP EN 12973:2003 | EN 16271:2012

Vocabulário

Gestão pelo Valor

Expressão Funcional
da Necessidade



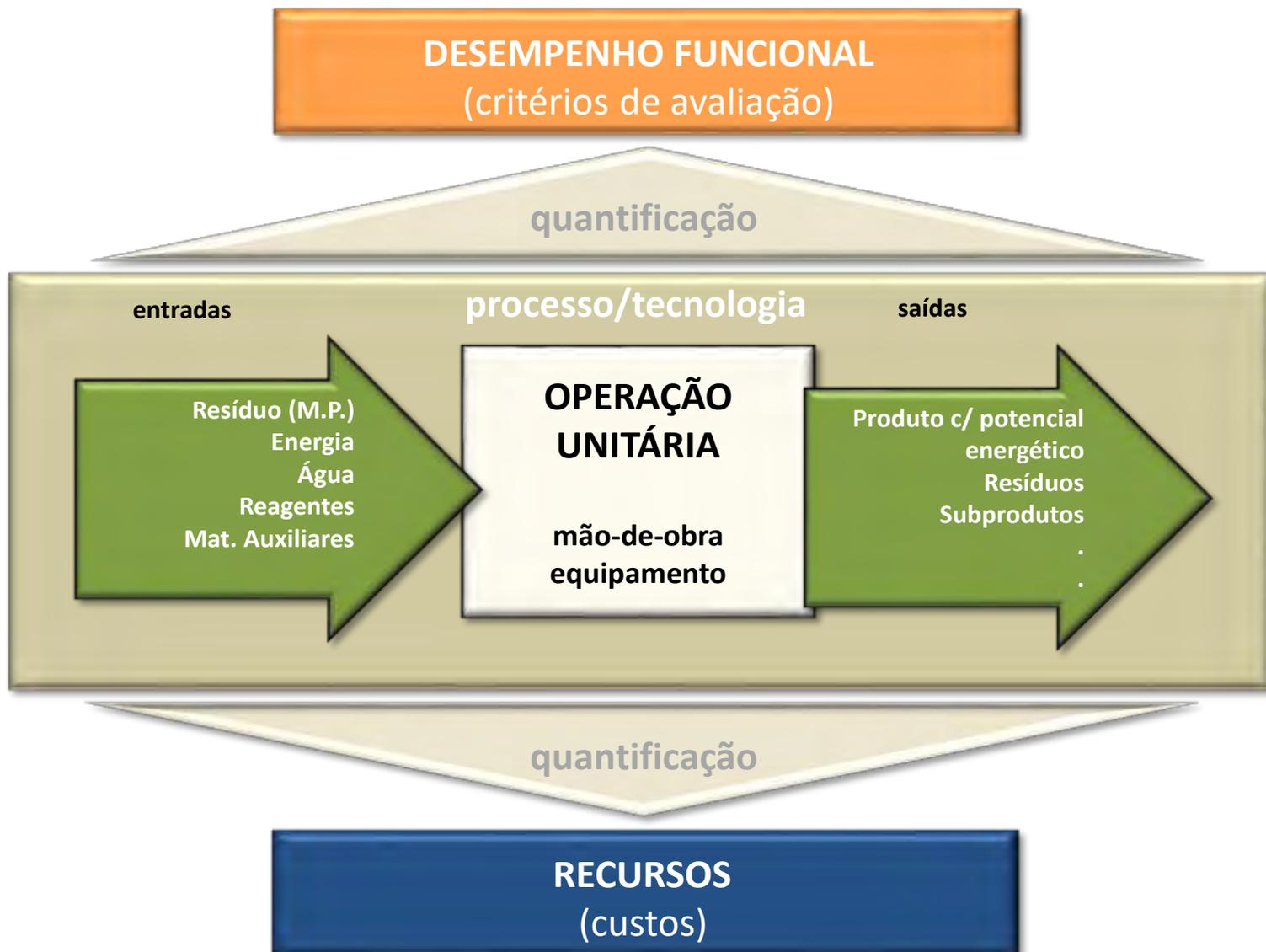
Desempenho Funcional

(somatório ponderado do desempenho das funções e/ou dos seus critérios de avaliação: técnicos, ambientais e sociais)

Recursos

(somatório de todos os custos necessários para concretizar o desempenho funcional)

= VALOR SUSTENTÁVEL



Unidade funcional:

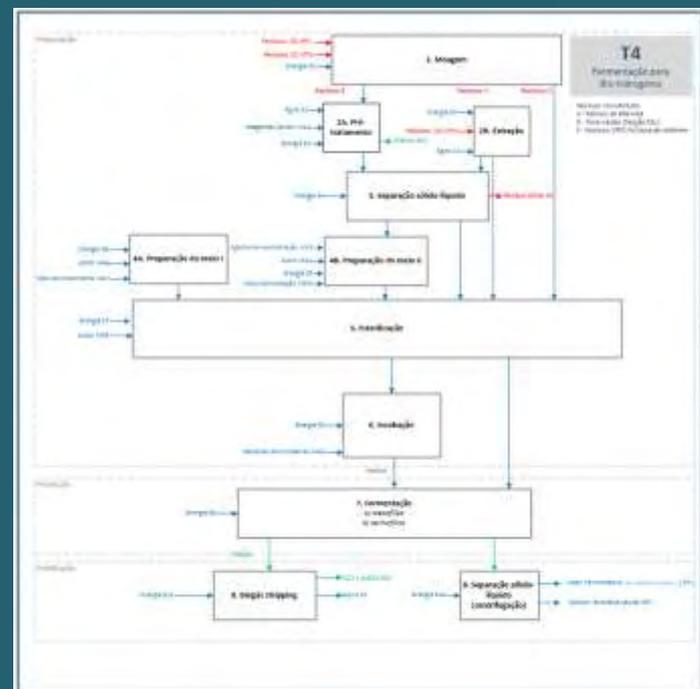
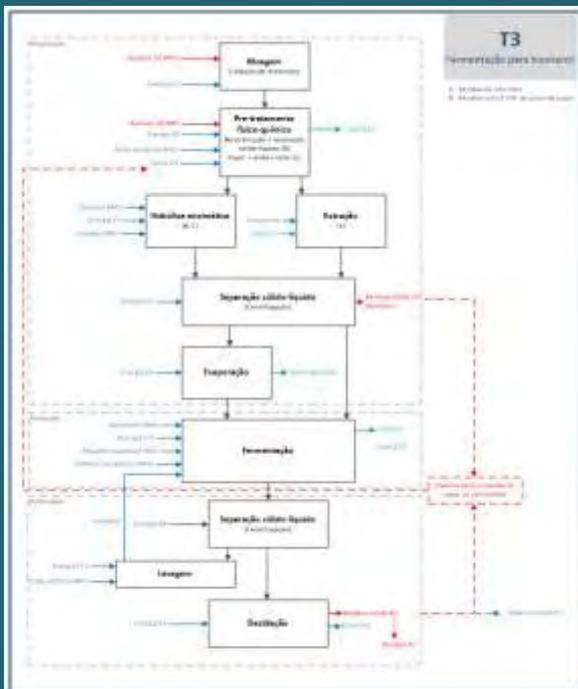
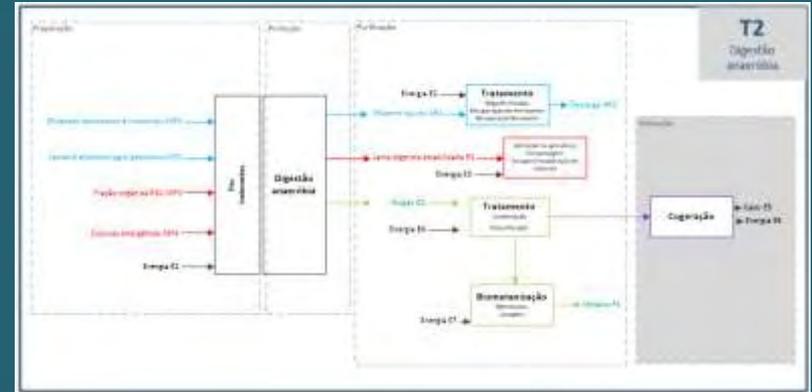
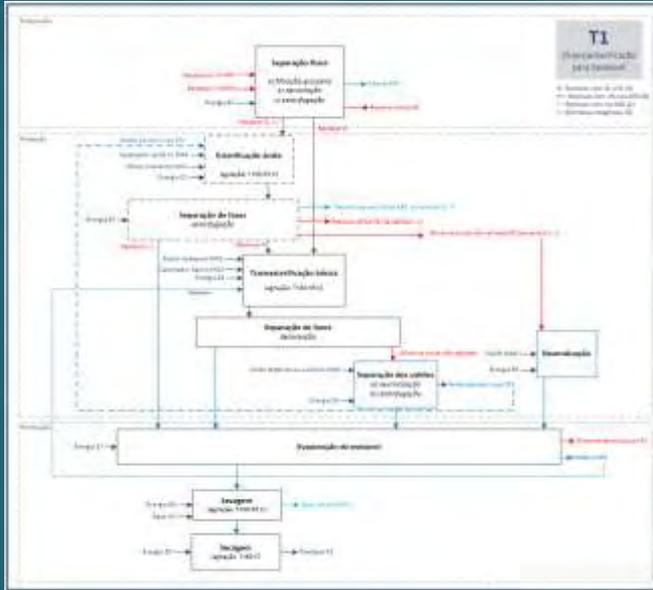
- **1 kg matéria seca do resíduo considerado**

Fronteiras do estudo:

- **Em termos de matéria-prima/resíduo:**
 - **disponibilidade no território nacional.**
- **Em termos de fases do processo de conversão:**
 - **preparação, produção e purificação.**
(não inclui utilização)

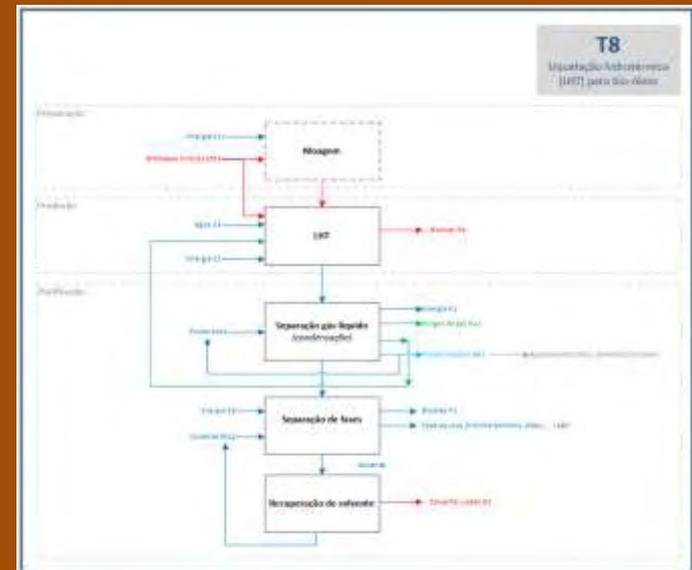
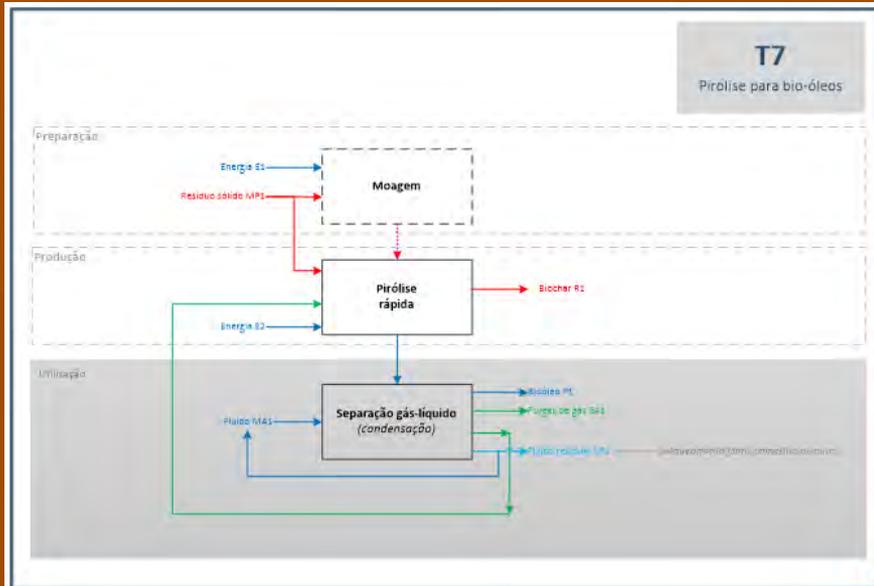
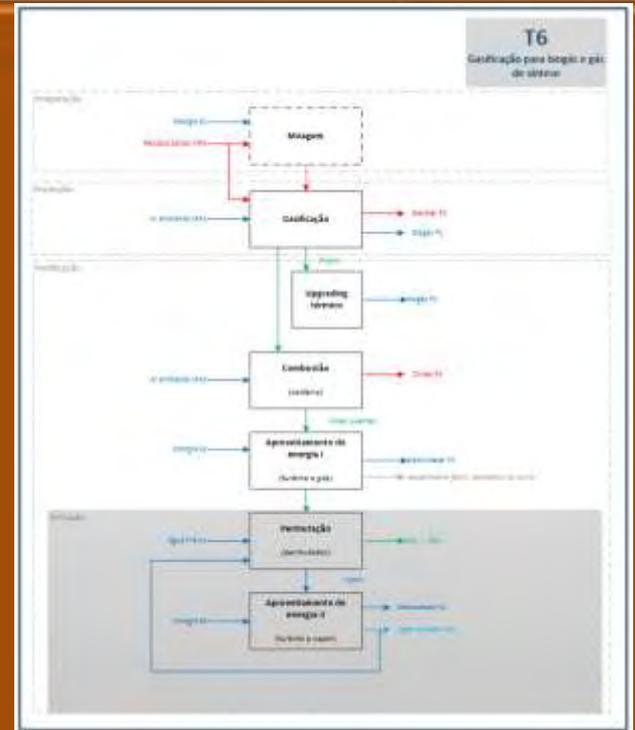
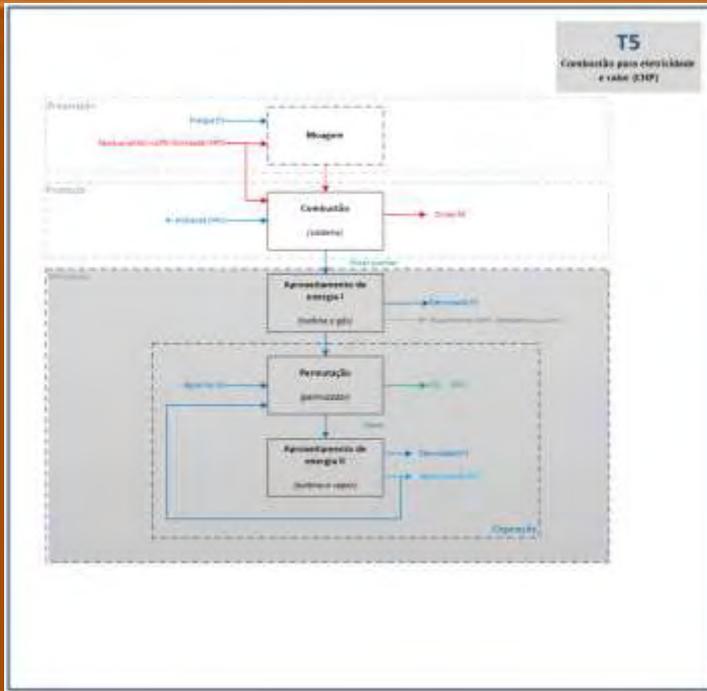
Inventário global de cada uma das tecnologias

Processos bioquímicos



Inventário global de cada uma das tecnologias

Processos termoquímicos



Determinação do desempenho funcional – identificação dos critérios

Base contemplada		Critérios
PROCESSO	Conversão	Rendimento global mássico
		Flexibilidade quanto à matéria-prima permitida à entrada
	Gestão	Tempo de execução (relativo à taxa de conversão)
		Maturidade – escala de Technological Readiness Level (TRL)
ENVOLVENTE	Social	Aceitação pelos stakeholders (população, produtores,...)
INPUT	Intensidade material	Incorporação de materiais (kg/kg matéria-prima)
	Dispersão toxicidade	Perigosidade dos materiais incorporados
	Escassez recursos	Utilização de recursos não renováveis
	Intensidade energética	Razão entre a energia libertada/produzida e a energia Consumida no processo (EROEI)
	Uso da água	Utilização de água (litro/kg matéria seca em matéria-prima)
	Uso dos recursos	Geração de resíduos (kg de resíduo seco/kg matéria seca em matéria-prima)
OUTPUT	Dispersão toxicidade	Perigosidade dos resíduos (número de características de perigosidade)
	Qualidade do ar	Emissão de partículas para a atmosfera (mg/kg matéria seca em matéria-prima)
	Alterações climáticas	Contributo para o efeito de estufa (kg CO ₂ eq. libertado/kg matéria seca em matéria-prima)

Determinação do desempenho funcional – hierarquização dos critérios

A \ B	Efic.	Flexib.	Stak.	Incor.	Perig.	Não.Ren.	Ener.	Água.	R.S	Perig.Resíd.	Part.Atmos	E.E.
Efic.		1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1
Flexib.	0		1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1
Stak.	0	0		0	0	0	0	0	0	1	1	1
Incor.	0	0	1		1	1	0,5	1	1	1	1	1
Perig.	0	0	1	0		1	0	1	1	1	1	1
Não.Ren.	0	0	1	0	0		0	0,5	1	1	1	1
Ener.	0,5	0,5	1	0,5	1	1		1	1	1	1	1
Água.	0	0	1	0	0	0,5	0		0,5	0	0	0
R.S.	0	0	1	0	0	0	0	0,5		0	0,5	0,5
Perig.Resíd.	0	0	0	0	0	0	0	1	1		0,5	0,5
Part.Atmos	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0,5		0,5
E.E.	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0,5	0,5	

0 – menos importante

1 – mais importante

0,5 – igualmente importante

Determinação do desempenho funcional - importância dos critérios

Critérios	Importância ϕ
Rendimento global mássico	5
Flexibilidade quanto à matéria-prima permitida à entrada	3
Aceitação pelos <i>stakeholders</i>	5
Incorporação de materiais	1
Perigosidade dos materiais	3
Utilização de recursos não renováveis	5
Razão entre a energia libertada/produzida e energia consumida no processo	5
Utilização de água	5
Geração de resíduos	1
Perigosidade dos resíduos	3
Emissão de partículas para atmosfera	1
Contributo para o efeito de estufa	5

Determinação do desempenho funcional - desempenho dos critérios

Critérios/unidade	5	4	3	2	1
Rendimento global mássico (%)	90-100	75-89	50-74	25-49	<25
Flexibilidade quanto à matéria-prima permitida à entrada	Indiferente	Gama larga	Elevada	Restrita	Muito restrita
Aceitação pelos <i>stakeholders</i>	Plenamente	Aceitável	Indiferente	Difícil aceitação	Rejeitação
Incorporação de materiais (kg/kg matéria seca MP)	0	<0,10	<0,10-25	0,25-0,5	>0,5
Perigosidade dos materiais	Nenhuma frase de perigo	1 frase em A	1 frase em A e outra em B ou C	2 frases em B ou C	>2 frases em B ou C
Utilização de recursos não renováveis	Não utiliza	---	---	---	Utiliza
Razão entre energia libertada/ produzida e energia consumida no processo (EROEI)	>1	---	1	---	<1
Utilização de água (litro/kg matéria seca MP)	0	0-1	1-2	2-3	>3
Geração de resíduos (kg de resíduo seco/kg matéria seca MP)	0	<0,25	0,25 a 0,5	0,5 a 0,75	>0,75
Perigosidade dos resíduos (número de características de perigosidade)	0	1	2	3 a 10	11 a 15
Emissão de partículas para atmosfera (mg/kg matéria seca MP)	0	---	---	---	1
Contributo para o efeito de estufa (kg CO ₂ eq. libertado/kg matéria seca MP)	0	<0,25	0,25 a 0,5	0,5 a 0,90	>0,90
Tempo de execução (relativo à taxa de conversão)	segundos	minutos	horas	dias	semanas
Maturidade (escala TRL)	Comercialização (TRL 8-9)	Demonstração (TRL 6-7)	Piloto (TRL 4-5)	R&D (TRL 2-3)	Ideia (TRL 1)

Determinação do desempenho funcional - desempenho dos critérios por tecnologia

Critérios	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Rendimento global mássico	5	4	2	2	5	5	3	3
Flexibilidade quanto à matéria-prima permitida à entrada	4	2	2	3	5	5	3	3
Aceitação pelos <i>stakeholders</i>	5	5	5	2	4	4	4	3
Incorporação de materiais	2	5	3	3	5	5	5	4
Perigosidade dos materiais	1	5	3	5	5	5	5	5
Utilização de recursos não renováveis	1	1	1	5	5	5	5	5
Razão entre energia libertada/ produzida e energia consumida no processo	5	5	5	1	5	5	5	5
Utilização de água	4	5	1	4	5	5	5	4
Geração de resíduos	4	5	4	4	4	4	3	3
Perigosidade dos resíduos	5	5	5	5	3	3	2	2
Emissão de partículas para atmosfera	5	5	5	5	5	5	5	5
Contributo para o efeito de estufa	5	3	4	4	1	5	5	5

Determinação do desempenho funcional – por tecnologia

A \ B	Efic.	Flexib.	Stak.	Incor.	Perig.	Não.Ren.	Ener.	Água.	R.S	Perig.Resid.	Part.Atmos	E.E.
Efic.	1	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1
Flexib.	0	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1
Stak.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Incor.	0	0	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1
Perig.	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
Não.Ren.	0	0	1	0	0	1	0	0,5	1	1	1	1
Ener.	0,5	0,5	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1
Água.	0	0	1	0	0	0,5	0	1	0,5	0	0	0
R.S.	0	0	1	0	0	0	0	0,5	1	0	0,5	0,5
Perig.Resid.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0,5	0,5
Part.Atmos	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0,5	1	0,5
E.E.	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0,5	0,5	1

	Importância
Flexibilidade quanto à matéria-prima permitida à entrada	5
Aceitação pelos stakeholders	3
Incorporação de materiais	1
Perigosidade dos materiais	3
Utilização de recursos não renováveis	5
Razão entre a energia libertada/produzida a energia consumida no processo	5
Utilização de água	5
Geração de resíduos	1
Perigosidade dos resíduos	3
Emissão de partículas para atmosfera	1
Contributo para o efeito de estufa	5

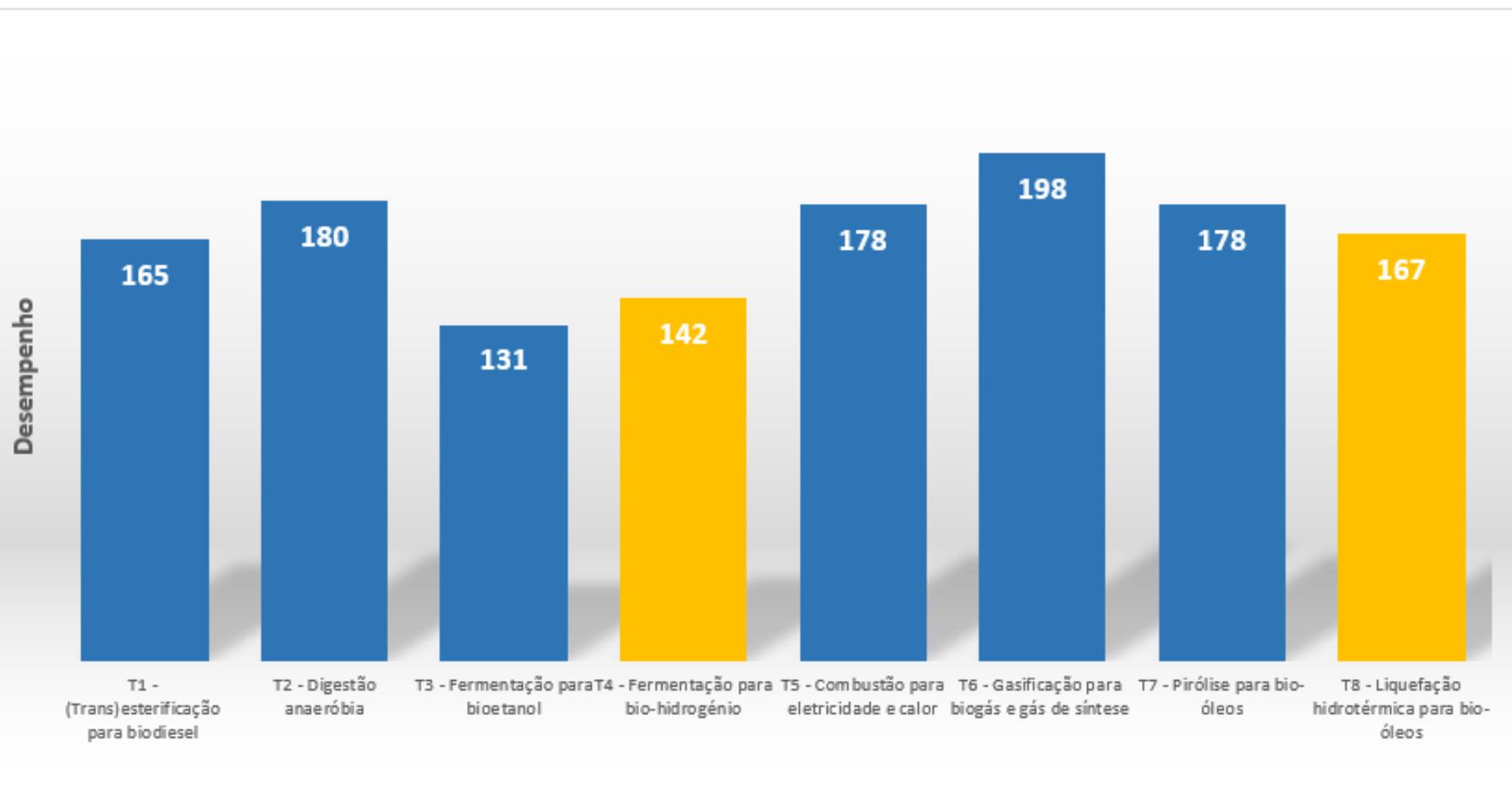
Critérios/unidades	5	4	3	2	1
Resendimento global máximo (t)	100.000	75.000	50.000	25.000	0
Flexibilidade quanto à matéria-prima permitida à entrada	5	4	3	2	1
Aceitação pelos stakeholders	5	4	3	2	1
Incorporação de materiais (kg/m³)	1	2	3	4	5
Perigosidade dos materiais	1	2	3	4	5
Utilização de recursos não renováveis	5	4	3	2	1
Razão entre energia libertada/produzida e energia consumida no processo (t/t)	5	4	3	2	1
Utilização de água (litros/m³)	1	2	3	4	5
Geração de resíduos (kg/m³)	1	2	3	4	5
Perigosidade dos resíduos	1	2	3	4	5
Emissão de partículas para atmosfera (mg/m³)	1	2	3	4	5
Contributo para o efeito de estufa (kg CO2 eq/m³)	1	2	3	4	5

Critérios	1	2	3	4	5
Resendimento global máximo	5	4	2	2	5
Flexibilidade quanto à matéria-prima permitida à entrada	4	2	2	3	5
Aceitação pelos stakeholders	5	5	5	2	4
Incorporação de materiais	2	5	3	3	5
Perigosidade dos materiais	1	5	3	5	5
Utilização de recursos não renováveis	1	1	1	5	5
Razão entre energia libertada/produzida e energia consumida no processo	5	5	5	1	5
Utilização de água	4	5	1	4	5
Geração de resíduos	4	5	4	4	4
Perigosidade dos resíduos	5	5	5	5	3
Emissão de partículas para atmosfera	5	5	5	5	5
Contributo para o efeito de estufa	5	3	4	4	1

$$\sum \phi * S$$

Somatório da **importância** do critério X grau de satisfação do critério)

Determinação do desempenho funcional – por tecnologia



Desempenho Funcional

(somatório ponderado do desempenho das funções e/ou dos seus critérios de avaliação: técnicos, ambientais e sociais)

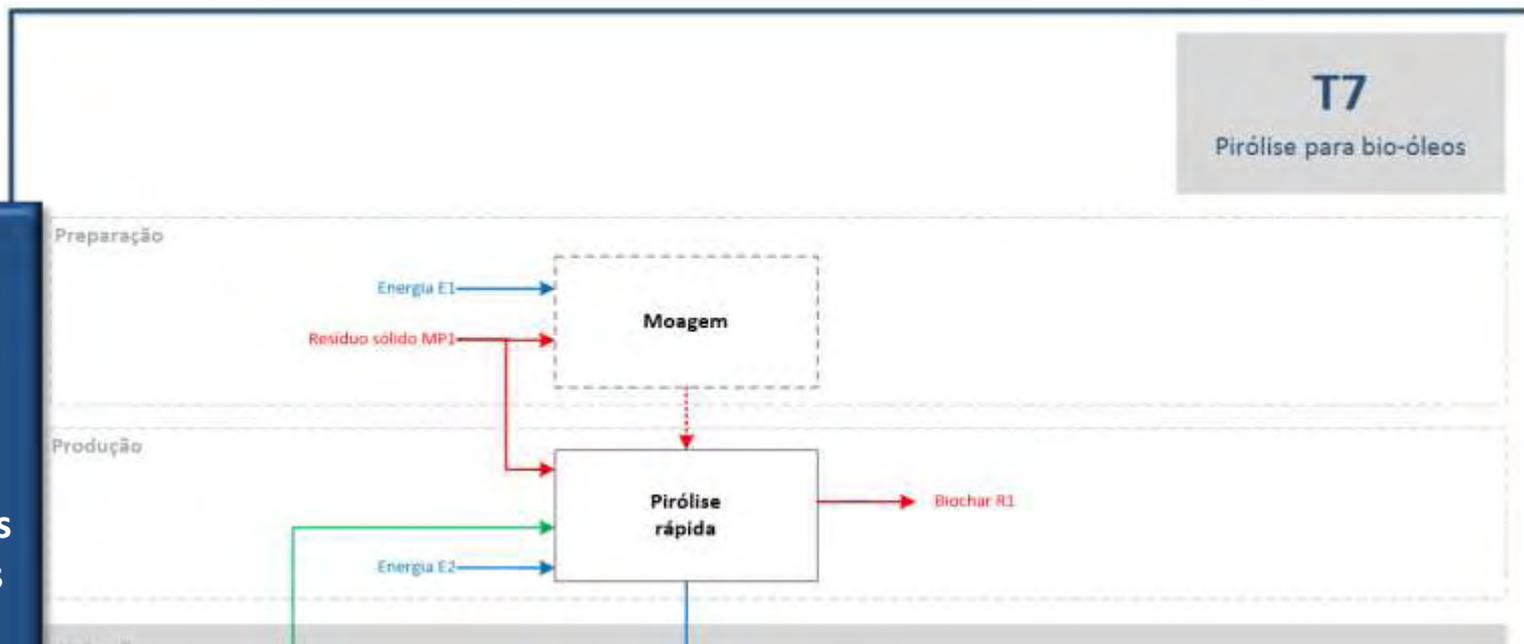


= VALOR SUSTENTÁVEL

Recursos

(somatório de todos os custos necessários para concretizar o desempenho funcional)

Identificação e contabilização dos recursos (traduzidos em custos) necessários para cada uma das 8 tecnologias



Operação – 1 kg matéria seca de resíduo A

Energia

Água

Mat.

Amort.

Mão de obra

...

Moagem

Pirólise

...

Total parcial

Total

Análise de custos

Tecnologia	Custo, €/MWh	Referência	
T1 (Trans) esterificação para biodiesel	68-104	EC, 2017. Sub Group on Advanced Biofuels	
T2 Digestão anaeróbia	71-91	EC, 2017. Sub Group on Advanced Biofuels	
	40-120	Bioenergy in Germany facts and figures, 2017	
	Produção biogás em codigestão	28,8	UE, 2016. Optimal use of biogas from waste streams
	Produção biogás convencional	50,4	UE, 2016. Optimal use of biogas from waste streams
	Produção biogás em monodigestão	79,2	UE, 2016. Optimal use of biogas from waste streams
Produção biogás de lamas de ETAR	108	UE, 2016. Optimal use of biogas from waste streams	
T3 Fermentação bioetanol	67-87	EC, 2017. Sub Group on Advanced Biofuels	
T4 Fermentação bio-hidrogénio	960	Han, 2016	
	50	Hay, 2013	
	201*	Randolph and Studer, 2017	
T5 Combustão para eletricidade e calor (CHP)	55,7-112,7	Energy Authority of Ireland, 2018	
	100	Bruckner et al., 2011	
T6 Gasificação para biogás e gás de síntese	50,9	EC, 2017. Sub Group on Advanced Biofuels; Hannula e Kurkela, 2013	
T7 Pirólise para bio-óleos	83-118	EC, 2017. Sub Group on Advanced Biofuels	
T8 Liquefação hidrotérmica (LHT) para bio-óleos	81-128	Magdeldin et al, 2018	



Desempenho Funcional

(somatório ponderado do desempenho das funções e/ou dos seus critérios de avaliação: técnicos, ambientais e sociais)



= VALOR SUSTENTÁVEL

Recursos

(somatório de todos os custos necessários para concretizar o desempenho funcional)



Determinação do Valor Sustentável para cada tecnologia

		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
DESEMPENHO	($\Sigma\phi*s$)	165	180	131	142	178	198	178	167
CUSTO €/MWh	máx	104	120	87	960	113	51	118	128
	médio	86	74	77	201	84	51	101	105
	min	68	29	67	50	56	51	83	81
VALOR SUSTENTÁVEL	máx	242	624	196	284	320	389	214	206
	médio	200	241	173	149	239	389	183	168
	min	158	150	151	15	158	389	151	130

(Trans)esterificação biodiesel

Digestão anaeróbia

Fermentação bioetanol

Fermentação bio-hidrogénio

Combustão para eletricidade e calor

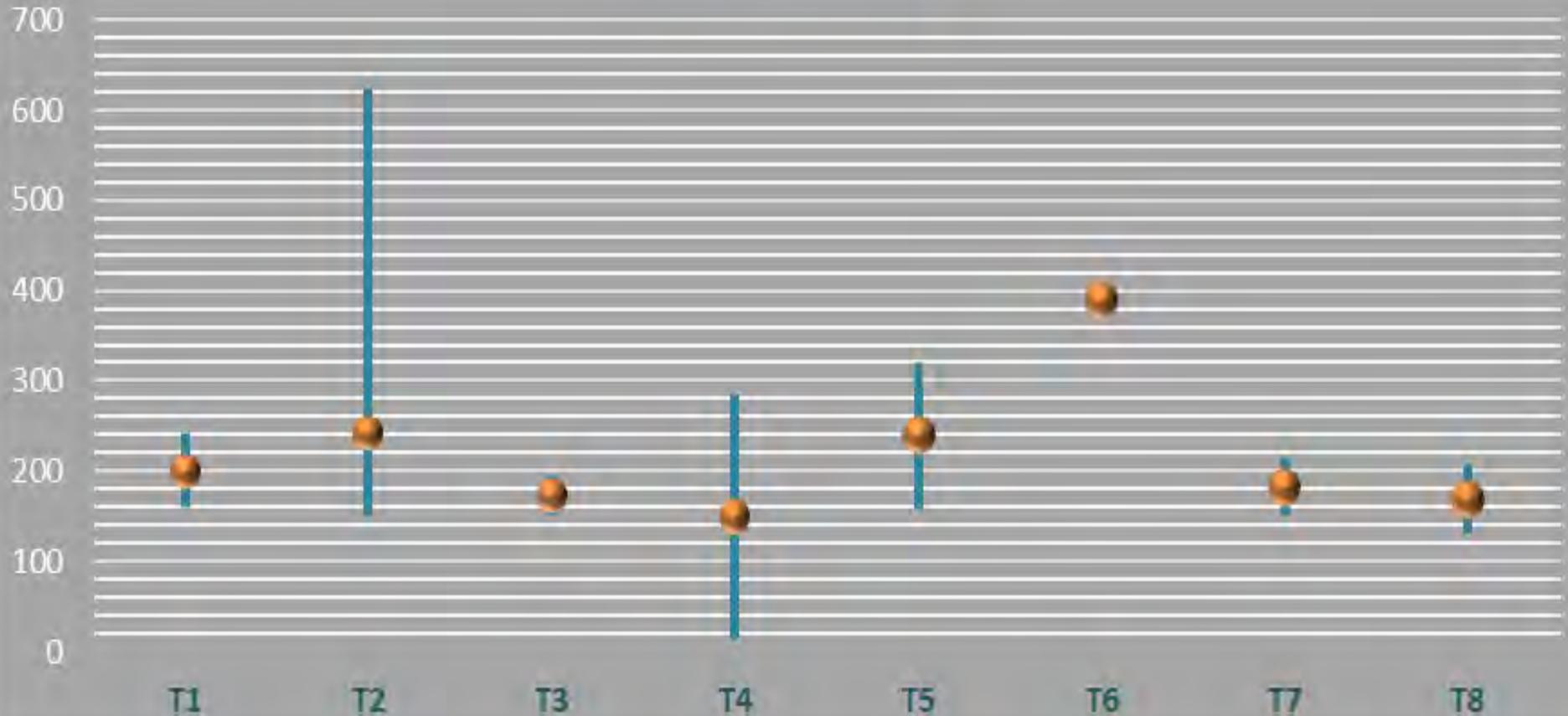
Gasificação biogás e gás de síntese

Pirólise bio-óleos

Liquefação Hidrotérmica bio-óleos

Determinação do Valor Sustentável para cada tecnologia

Valor Sustentável





OBRIGADO



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