Estudo de sistemas SBR para tratamento de águas residuais domésticas, à escala piloto

Carla S. Ferreira, Maria L. Costa, Eugénio F. Santiago, Roberto A. Barbosa, Joana M. Dias

CERNAS – Centro de Estudos de Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade
Escola Superior Agrária de Coimbra
Bencanta, 3040-316 Coimbra, ***cferreira@esac.pt***

1. Introdução

Política de Gestão dos Recursos Hídricos

- Diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos

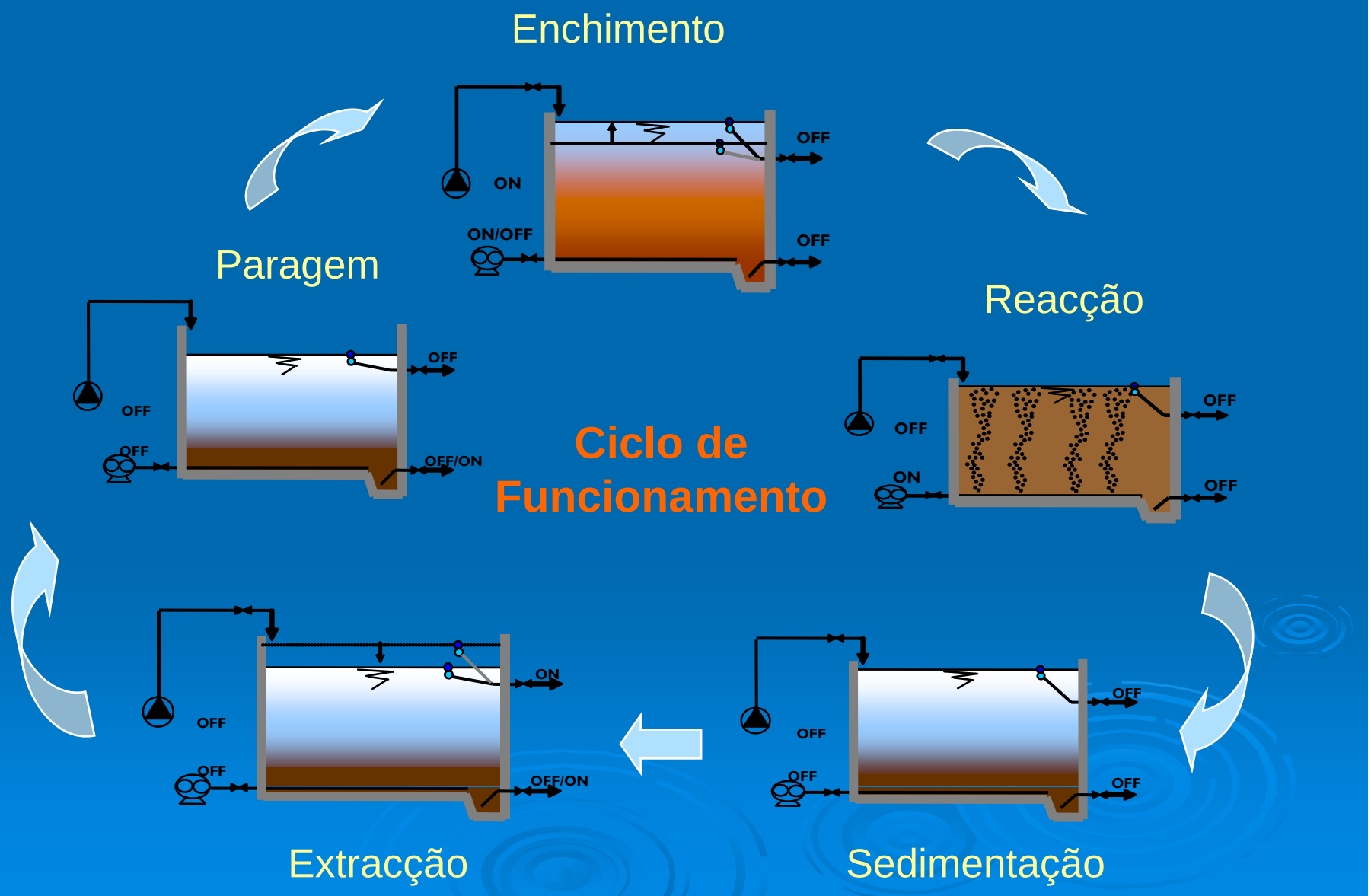
- Degradação da qualidade dos ecossistemas

Tratamento de águas residuais

Sistemas mais robustos e fiáveis

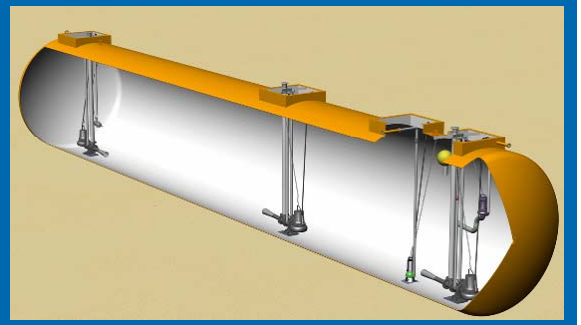
SBR - “Sequential Batch Reactor”

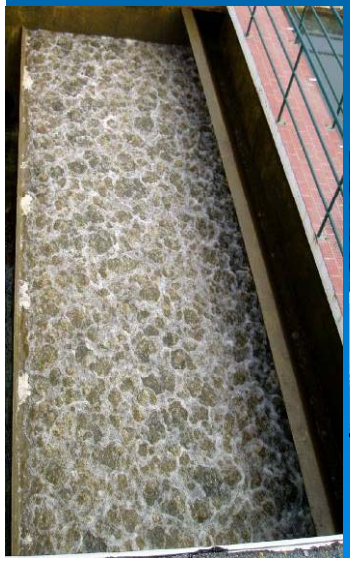
2. Apresentação dos sistemas SBR



2.1 Vantagens processuais

- Sistema bastante compacto, com reduzida ocupação de espaço
- Redução dos custos de construção e exploração
- Maior desempenho, relativamente ao processo de lamas activadas convencional
- Elevada flexibilidade processual





Eficiências de remoção:

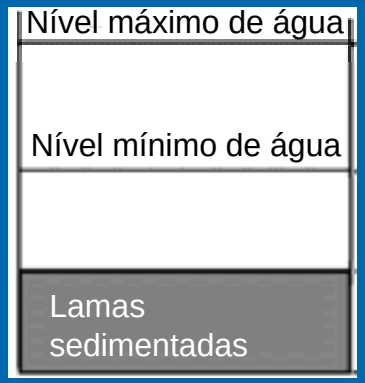
CBO: 88,9% a 98,1%

SST: 84,7% a 97,2%

N total: 56%

P total: 57%

2.2 Parâmetros gerais de dimensionamento



V_F: Volume de enchimento

V_S : Volume de amortização

V_F = 10% a 50% V_T

Tabela 1 - Parâmetros de dimensionamento típicos.

	Fonte	SRT (d)	F/M (kg COB_5/ kg MLVSS.d)	F/V (kg COB_5 / m^3.d)	MLSS (mg/L)	TRH (h)
SBR	METCALF & EDDY, 2003	10 - 30	0,04 – 0,10	0,1 – 0,3	2000 - 5000	15 - 40
SBR	IWA Publishing, 2003	10 - 30	0,04 – 0,10	0,1 – 0,3	2000 - 5000	15 - 40
SBR	EPA,1992	17 – 30	0,02 – 0,23	-	2000 - 3600	9 - 30
SBR	Águas de Portugal, 2002	>20	<0,05	<0,25	5000	>30
Lamas activadas, baixa carga	METCALF & EDDY, 2003	**20 - 40**	**0,044 – 0,10**	**0,1 – 0,3**	**2000 - 5000**	**20 - 30**

2.2 Parâmetros gerais de dimensionamento

Tabela 2 - Parâmetros de dimensionamento dos sistemas de remoção de nutrientes em SBR's (Metcalf & Eddy, 2003).

Nutrientes removidos	SRT (dias)	MLSS (mg/L)	TRH (h)			
			Total	Zona anaeróbia	Zona anóxica	Zona aeróbia
Carbono	10 - 30	2000 - 5000	20 – 30	-	-	-
Azoto	10 - 30	3000 - 5000	20 -30	-	Variável	Variável
Fósforo	20 - 40	3000 - 4000	-	1,5 - 3	1 - 3	2 - 4

Duração dos ciclos

- 4 a 6 h para remoção de carbono
- 6 a 8h para remoção biológica de nutrientes

3. Estudo do sistema à escala piloto

Temporizadores

Bomba de enchimento

Bomba de arejamento

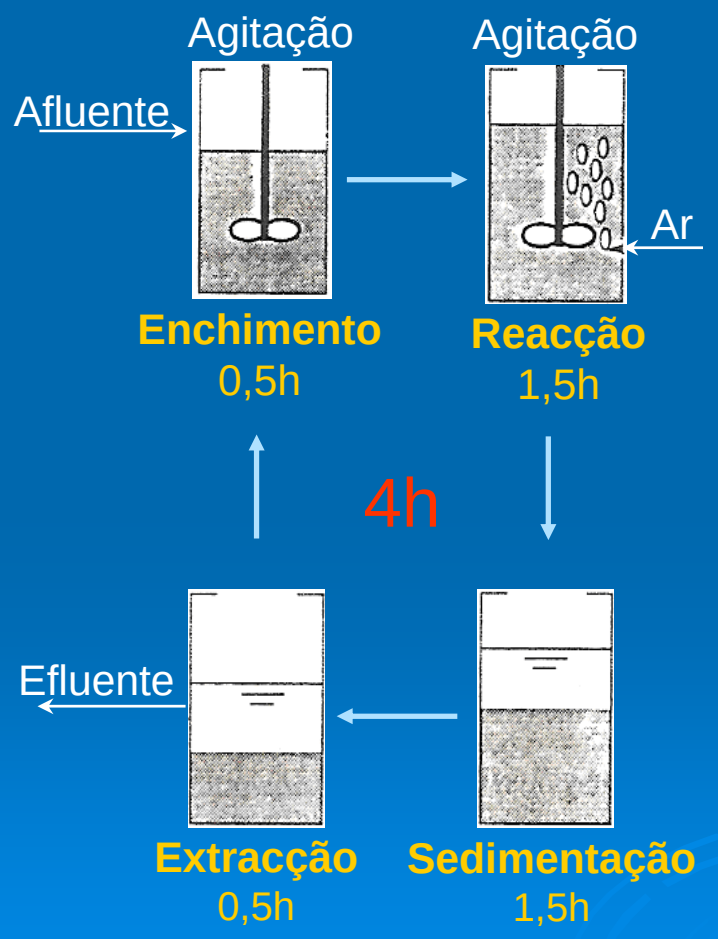
Bomba de extracção

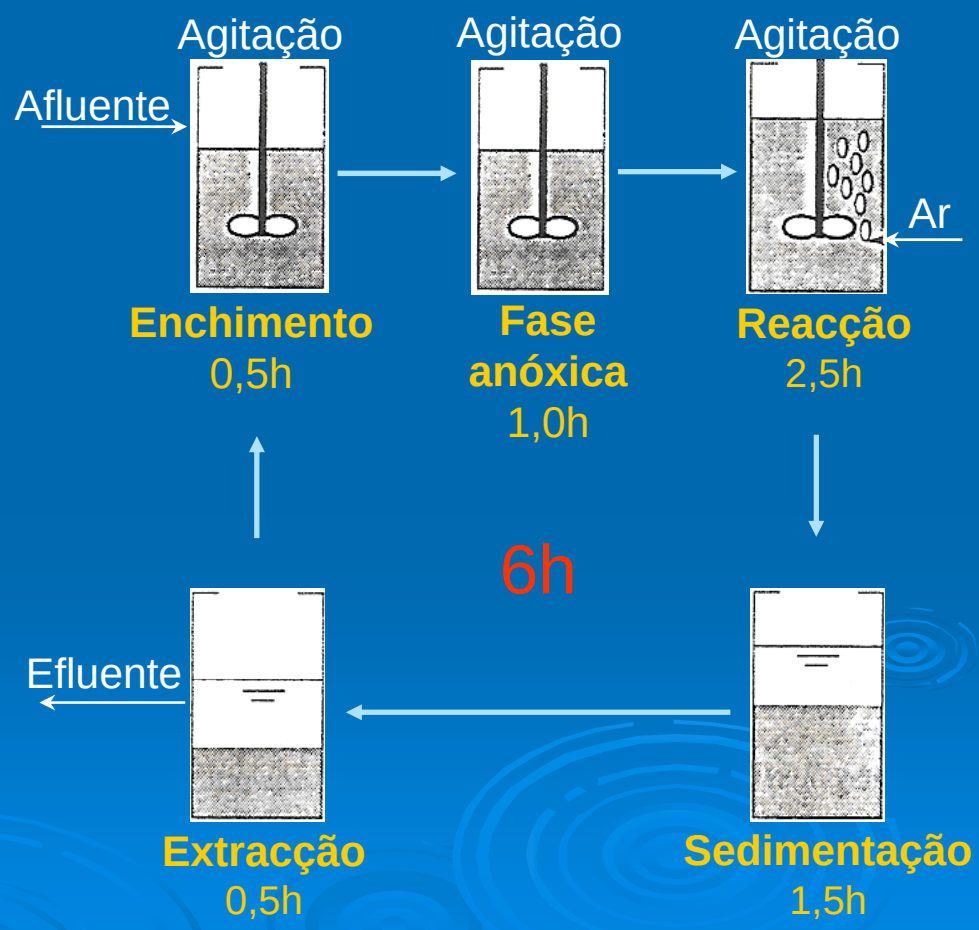
Agitador

Reactor biológico (volume útil: 23 Litros)

Efluente sintético: CQO=595±189 mg O_2 L^{-1}; CBO_5= 308±243 mg O_2 L^{-1}; Nt= 81±41 mg L^{-1} e Pt=17±15 mg L^{-1}

3.1 Ensaio experimental





3.1.1 Condições operacionais

Tabela 3 - Condições experimentais dos ensaios.

Parâmetros	Ensaio				
	1	2	3	4	5
Duração do ciclo (h)	4	4	6	6	6
Volume de enchimento (L ciclo $^{-1}$)	2,8	5,7	5,7	11,5	7,6
Relação V_F/V_T (%)	12	25	25	50	33
Relação V_S/V_T (%)	88	75	75	50	67
Caudal de funcionamento (L dia^{-1})	16,8	34,2	22,8	46,0	30,4
TRH (h)	33	16	24	12	18,2
MLVSS (mg L^{-1})	924±151	2074±450	2196±563	1327±388	2189±773
F/M (kg COB_5 kg MLVSS^{-1}d^{-1})	0,19±0,08	0,21±0,09	0,16±0,04	0,58±0,19	0,17±0,10
F/V (kg COB_5 m^{-3}d^{-1})	0,18±0,07	0,44±0,11	0,40±0,25	0,87±0,11	0,32±0,07

Condições operacionais

- Temperatura ambiente (17 – 25ºC)
- pH: 6,7 – 8,2 (sem ajuste)
- Concentração de oxigénio dissolvido: 1 e 6 mg O_2 L^{-1}

3.2 Métodos de análise

- Carência química de oxigénio (CQO)
  Digestão e leitura em reactor e espectrofotómetro HACH (620nm)
- Carência bioquímica de oxigénio (CBO_5)
- Azoto Kjeldahl (Nk)
- Azoto amoniacal (NH_4^+) e nítrico (NO_3^-)
  Método SKALAR, através do auto analisador SAN^{++} System
- Fósforo total (Pt)
  Método do ácido ascórbico
  (análise espectrofotométrica, 880 nm)
- Sólidos em Suspensão voláteis (SSV)

"Standard Methods" (APHA AWWA WEF, 1998)

Auto-analisador SAN^{++} System

- pH
- Condutividade
- Oxigénio dissolvido (OD)

Medidor portátil
(HACH- Sension Portable Case)

4. Resultados e Discussão

Tabela 4 – **Remoção de matéria orgânica**.

	TRH (h)	F/M (kg COB_5 kg $MLVSS^{-1}d^{-1}$)	CQO		CBO_5	
			%	mg L^{-1}	%	mg L^{-1}
Ensaio 1 (V_F/V_T=12%*; 4h)	33	0,19±0,08	84±4	86±2	92±5	16±7
Ensaio 2 (V_F/V_T=25%*; 4h)	16	0,21±0,09	91±3	52±2	94±4	14±7
Ensaio 3 (V_F/V_T =25%*; 6h)	24	0,16±0,04	94±2	38±1	97±1	9±4
Ensaio 4 (V_F/V_T =50%*; 6h)	12	0,58±0,19	90±3	66±2	93±3	26±8
Ensaio 5 (V_F/V_T =33%*; 6h**)	18,2	0,17±0,10	91±2	52±1	95±2	12±4
Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho	-	-	75	125	70 - 90	25

4. Resultados e Discussão

Tabela 5 – **Remoção de azoto**.

	TRH (h)	Nt		Nk		$N\text{-}NO_3^-$
		%	mg L^{-1}	%	mg L^{-1}	mg L^{-1}
Ensaio 1 (V_F/V_T=12%*; 4h)	33	78,1±7,6	20,2±4,7	78,9±10,0	16,0±6,3	5,7±2,4
Ensaio 2 (V_F/V_T=25%*; 4h)	16	75,7±7,3	18,9±7,0	84,5±7,7	12,2±6,8	3,4±2,3
Ensaio 3 (V_F/V_T =25%*; 6h)	24	78,8±2,3	15,9±1,9	89,5±4,2	7,2±3,4	2,5±0,4
Ensaio 4 (V_F/V_T =50%*; 6h)	12	42,1±5,1	46,8±7,3	48,3±9,2	39,5±10,4	6,6±6,0
Ensaio 5 (V_F/V_T =33%*; 6h**)	18,2	62,6±11,3	30,0±11,6	85,0±5,3	11,5±3,1	21,8±10,8
Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho (zonas sensíveis)	-	70-80	15 (10000-1000 e.p.) 10 (>100000 e.p.)	-	-	-

Acumulação de amónia

CQO:Nt 100:13,6 (Teórico - 100:5)

4. Resultados e Discussão

Tabela 6 – **Remoção de fósforo**.

	TRH (h)	Pt	
		%	mg L^{-1}
Ensaio 1 (V_F/V_T=12%*; 4h)	33	**54,6±27,9**	**7,1±5,0**
Ensaio 2 (V_F/V_T=25%*; 4h)	16	**25,3±17,9**	**14,5±3,1**
Ensaio 3 (V_F/V_T =25%*; 6h)	24	**25,3±21,7**	**12,5±2,3**
Ensaio 4 (V_F/V_T =50%*; 6h)	12	**41,2±11,4**	**11,1±2,5**
Ensaio 5 (V_F/V_T =33%*; 6h**)	18,2	**52,2±11,7**	**7,8±2,3**
Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho (zonas sensíveis)	-	80	2 (10000-1000 e.p.) 1 (>100000 e.p.)

Sugerem-se estudos de coagulação/ floculação

5. Conclusões

- Os sistemas de tratamento SBR constituem sistemas robustos
- Os sistemas SBR reagem bem a variações de carga orgânica aplicada (entre 0,16 kg CBO_5 kg $MLVSS^{-1}d^{-1}$ no ensaio 1 e, 0,58 kg CBO_5 kg $MLVSS^{-1}d^{-1}$ no ensaio 4)
- O ensaio 3 (ciclo de 6h e $V_F = 0,25\ V_T$) foi o que obteve melhores resultados em termos de remoção de C e N (eficiências de 94% para CQO e 79% para Nt)
- Apesar das melhores eficiências de remoção de C e N nos ciclos de 6h, as diferenças não são significativas. No entanto, o ciclo de 6h permitirá tratar um caudal 1,8 vezes superior (considerando o ensaio 5) ao observado no ensaio 1, realizado com a mais baixa percentagem de enchimento (12%)
- Relativamente à remoção de fósforo, os melhores resultados de eficiência observaram-se no ensaio 1 (ciclo de 4h, $V_F = 0,12\ V_T$)

Obrigado pela vossa atenção!

"O desenvolvimento sustentável implica para os seres humanos a necessidade de controlar as suas descargas domésticas e urbanas"

Comissão Europeia, 2001