

O MAIOR
EVENTO DE
SANEAMENTO
DA AMÉRICA
LATINA



18 A 20
SETEMBRO 2018
EXPO CENTER
NORTE
SÃO PAULO - SP

9903 - DESEMPENHO DE REATOR UASB EM ESCALA PLENA NO TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO E LODO ATIVADO EM EXCESSO DO PÓS-TRATAMENTO

Bruno Sidnei da Silva
Roque Passos Piveli
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP)
Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP)

Introdução

Vantagens dos Sistemas Combinados de Tratamento Anaeróbio e Aeróbio:

- **Menor demanda de área** quando comparado ao Sistema de Lodos Ativados
- **Menor OPEX** (~70 % da M.O é reduzida no processo anaeróbio → Menor consumo energético; menor produção de lodo; lodo digerido)
- Possibilidade de Utilização da Unidade Anaeróbia para **Digestão e Adensamento** do excesso de Lodo Aeróbio
- Aproveitamento Benéfico do **Biogás**.



Introdução

Desvantagens dos Sistemas Combinados de Tratamento Anaeróbio e Aeróbio:

- Processo Anaeróbio **prejudica** o processo de **desnitrificação** no Compartimento **Anóxico** do Pós-tratamento (Necessidade de 'by-pass' de parte do esgoto afluyente).
- Geração de **maus odores** no processo anaeróbio (que pode ser gerenciado preventivamente no projeto hidráulico de coleta do efluente e/ou tratamento do gás residual em biofiltros, por ex.)
- **Corrosão** (que deve ser gerenciada com a impermeabilização do reator)
- Formação de **Escuma** no **Interior do Separador Trifásico** (Reatores UASB)

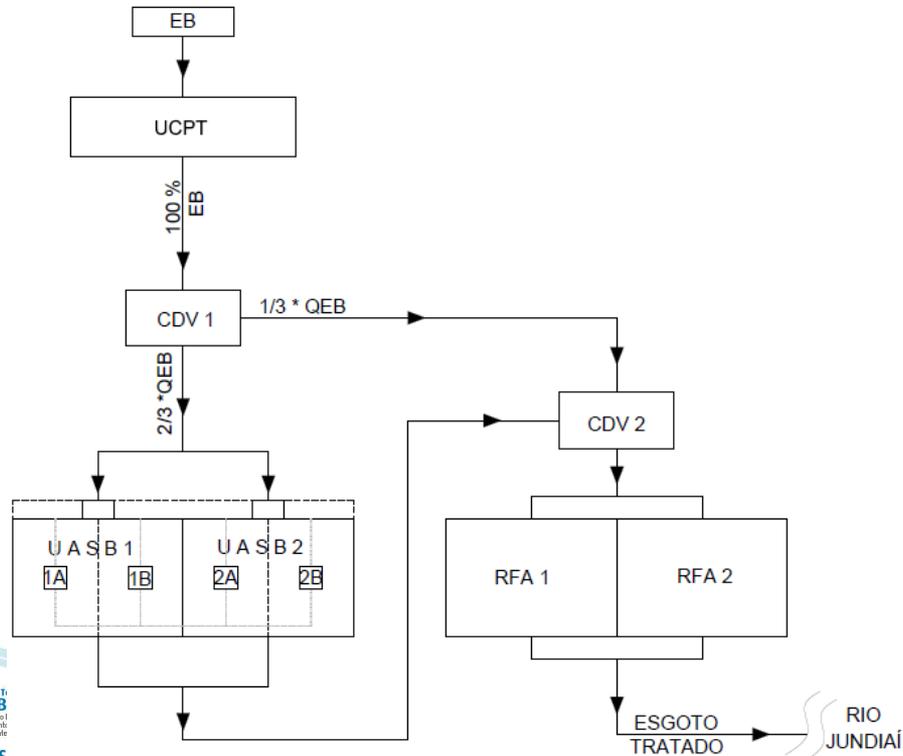


Objetivos Específicos

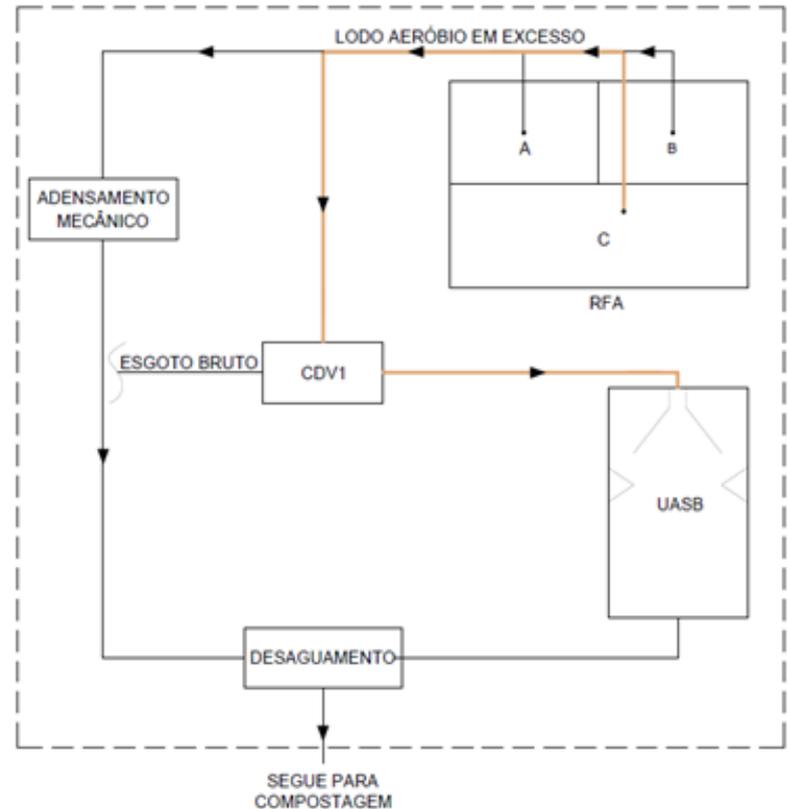
- ✓ Avaliar o **efeito do descarte de lodo aeróbio** na **qualidade** do efluente produzido para o pós-tratamento aeróbio;
- ✓ **Comparar** o desempenho do reator UASB e a qualidade do efluente produzido quando a operação de **descarte de lodo aeróbio** ocorre de forma **contínua** ao longo do dia e quando ocorre de forma **intermitente**;
- ✓ Avaliar a **produção de biogás** em termos **quantitativos** e **qualitativos** sob **diferentes condições operacionais** do reator UASB.

Metodologia

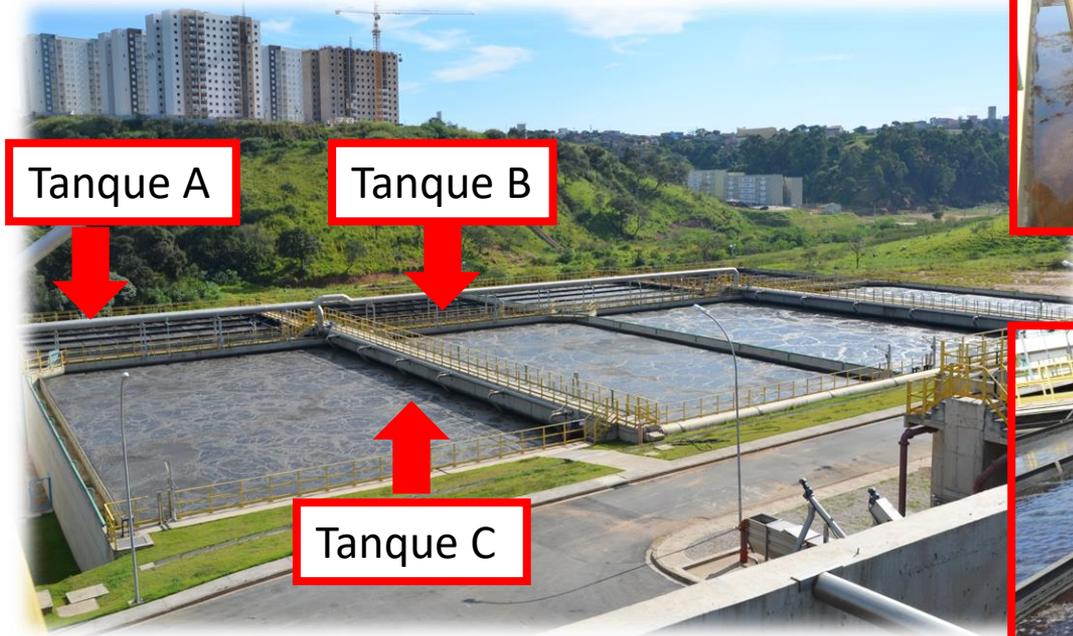
- Fase Líquida



- Fase Sólida



Metodologia



Metodologia



→ Menos Densa (10 a 30 Kg/m^3)

e Menores Velocidades de Sedimentação

→ Alta Concentração (50 a 100 Kg/m^3) e Capacidade de Sedimentação

Fonte: CHERNICHARO, 2007.

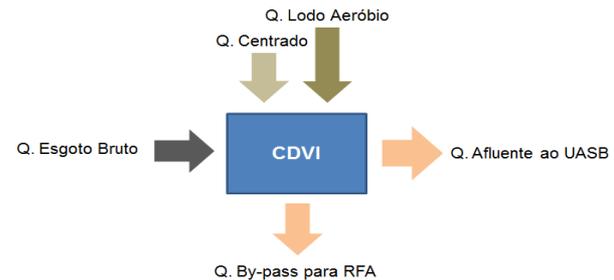
Metodologia

✓ Primeiro ano (2016)

Operação de descarte do excesso de lodo aeróbio (24 horas)

✓ Segundo ano (2017)

Operação de descarte do excesso de lodo aeróbio (00 às 08 horas)



Dia	Fase Líquida									Fase Sólida					
	Esgoto Bruto			Bay-pass			Tratado			Lodo Aeróbio			Centrado		
	L/s	m³/h	m³/d	L/s	m³/h	m³/d	L/s	m³/h	m³/d	L/s	m³/h	m³/d	L/s	m³/h	m³/d
1	284,13	1.022,87	24.548,83	82,43	296,75	7.121,95	266,77	960,37	23.048,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	330,00	1.188,00	28.512,00	98,28	353,81	8.491,39	308,11	1.109,20	26.620,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	283,44	1.020,38	24.489,22	81,86	294,70	7.072,70	267,63	963,47	23.123,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	306,98	1.105,13	26.523,07	89,47	322,09	7.730,21	287,87	1.036,33	24.871,97	0,00	0,00	0,00	11,02	39,67	952,13
5	283,03	1.018,91	24.453,79	83,13	299,27	7.182,43	269,35	969,66	23.271,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	286,46	1.031,26	24.750,14	82,86	298,30	7.159,10	267,17	961,81	23.083,49	0,00	0,00	0,00	8,45	30,42	730,08
7	306,87	1.104,73	26.513,57	91,04	327,74	7.865,86	286,70	1.032,12	24.770,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	297,60	1.071,36	25.712,64	87,27	314,17	7.540,13	277,30	998,28	23.958,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	305,30	1.099,08	26.377,92	90,36	325,30	7.807,10	289,18	1.041,05	24.985,15	0,00	0,00	0,00	4,14	14,90	357,70
10	329,40	1.185,84	28.460,16	100,52	361,87	8.684,93	314,28	1.131,41	27.153,79	17,27	62,17	1.492,13	4,28	15,41	369,79
11	301,84	1.086,62	26.078,98	92,88	334,37	8.024,83	283,75	1.021,50	24.516,00	36,04	129,74	3.113,86	6,04	21,74	521,86
12	275,79	992,84	23.828,26	85,56	308,02	7.392,38	270,42	973,51	23.364,29	39,20	141,12	3.386,88	0,00	0,00	0,00
13	271,78	978,41	23.481,79	84,92	305,71	7.337,09	259,88	935,57	22.453,63	49,61	178,60	4.286,30	0,00	0,00	0,00
14	301,98	1.087,13	26.091,07	95,47	343,69	8.248,61	290,79	1.046,84	25.124,26	46,27	166,57	3.997,73	0,00	0,00	0,00
15	269,46	970,06	23.281,34	83,50	300,60	7.214,40	254,78	917,21	22.012,99	41,00	147,60	3.542,40	3,12	11,23	269,57

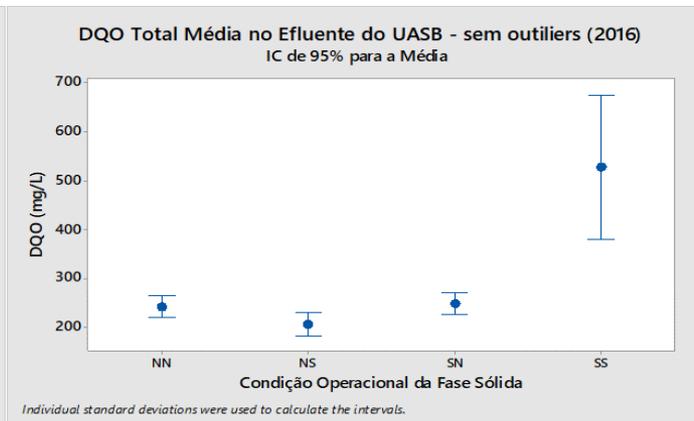
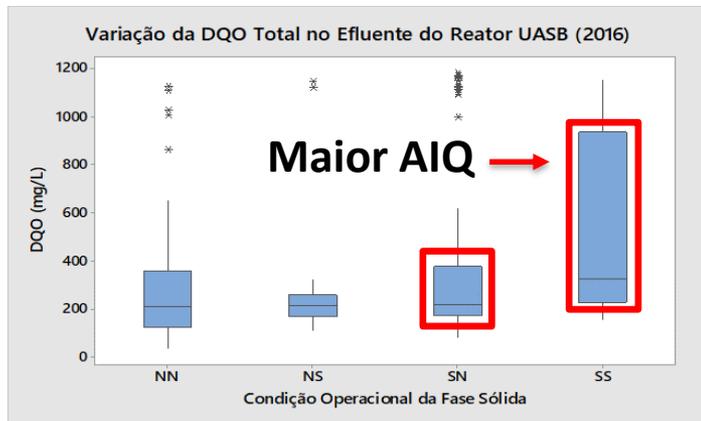
Reator	Válvulas	Dia																																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
U A 1 S A B	102-VG-01			■																																	
	102-VG-02				■																																
	102-VG-03					■																															
	102-VG-04						■																														
U A 1 S B	102-VG-05						■																														
	102-VG-06							■																													
	102-VG-07								■																												
	102-VG-08									■																											
U A 2 S A B	102-VG-09									■																											
	102-VG-10										■																										
	102-VG-11											■																									
	102-VG-12												■																								
U A 2 S B	102-VG-13												■																								
	102-VG-14													■																							
	102-VG-15														■																						
	102-VG-16															■																					

Metodologia

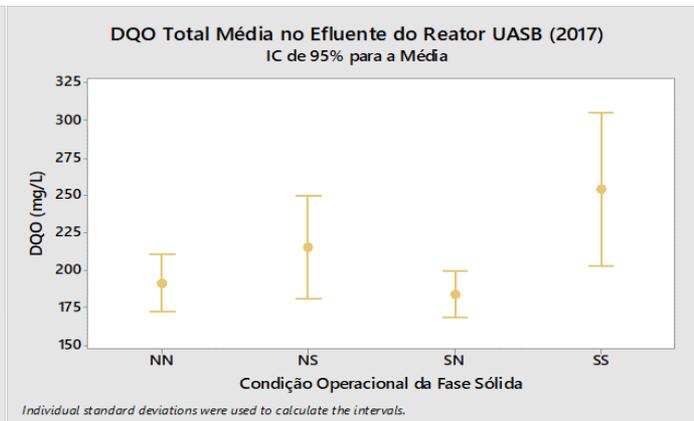
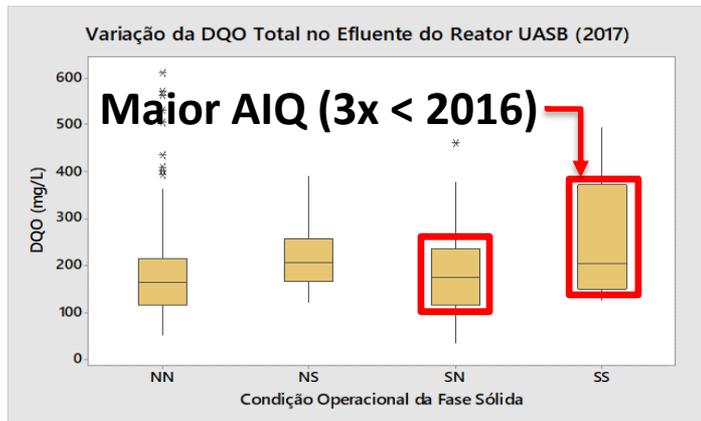
- **Categorização dos Dados**

Condição Operacional	Categoria
Sem descarte de lodo aeróbio para UASB e sem remoção voluntária de excesso de lodo do UASB para Unidade de Desaguamento	NN
Sem descarte de lodo aeróbio para UASB e com remoção voluntária de excesso de lodo do UASB para Unidade de Desaguamento	NS
Com descarte de lodo aeróbio para UASB e sem remoção voluntária de excesso de lodo do UASB para Unidade de Desaguamento	SN
Com descarte de lodo aeróbio para UASB e com remoção voluntária de excesso de lodo do UASB para Unidade de Desaguamento	SS

Resultados

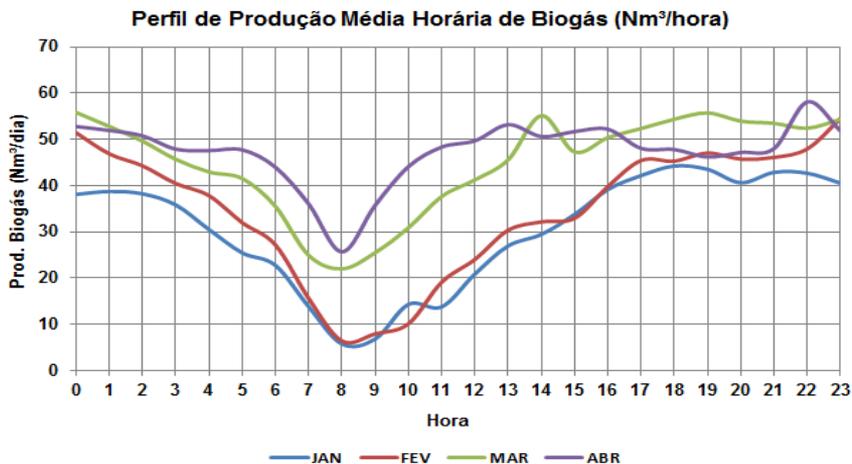


→ Maior IC
Média



→ Maior IC
Média

Resultados



**Pior Cenário
(Lobato, 2011)**

CO	Valor 'p'	Coefficiente de Correlação de Pearson
NN	0,006	0,396
NS	0,161	0,651
SN	0,671	0,145
SS	0,201	0,608

Relação Unitária	Média	Mínimo	Máximo
NL.biogás/ m ³ .efluente.trata do	58	24	100
NL.biogás/ Kg.DQO.remov.	101	31	269
NL.biogás/ hab.dia	12	4	31

Resultados

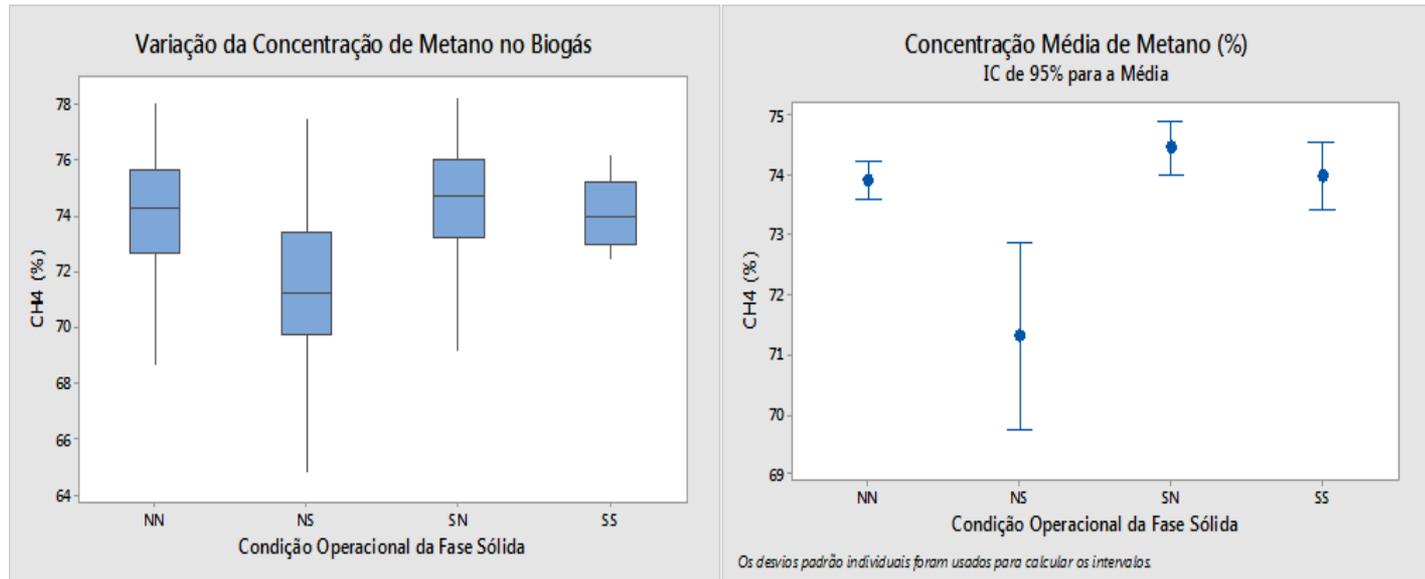


Relação Unitária	Média	Mínimo	Máximo
NL.biogás/ m ³ .efluente.trat ado	63	9	147
NL.biogás/ Kg.DQO.remov.	171	33	413
NL.biogás/ hab.dia	14	3	34

- Aumento de **70 %** na relação unitária NL.biogás/kg.DQO.Removida
- Comparação com Modelo de Lobato (2011) indica uma aproximação ao cenário de **Situação Típica**, porém ainda se situa no cenário **Pior Situação** de Produção de Biogás

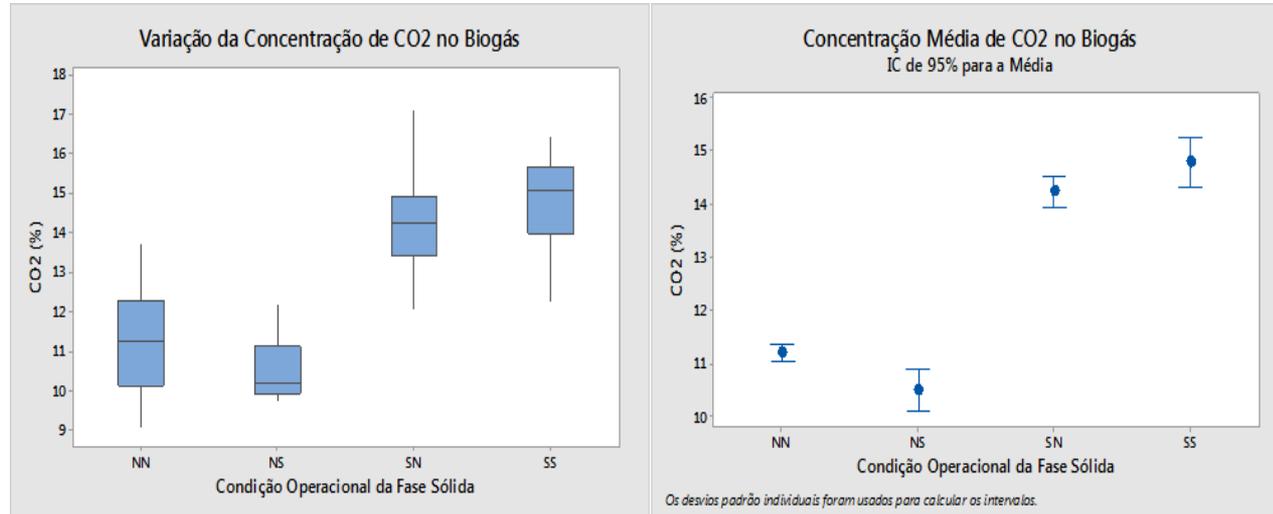
Resultados

- **Concentração de CH₄ (%) no Biogás**



Resultados

- **Concentração de CO₂ (%) no Biogás**



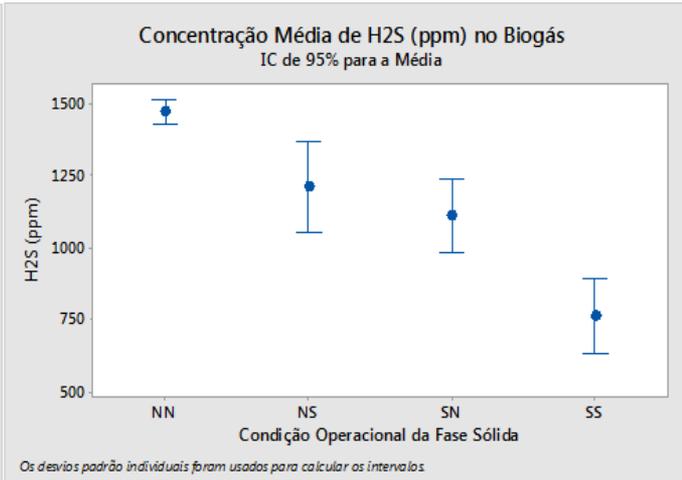
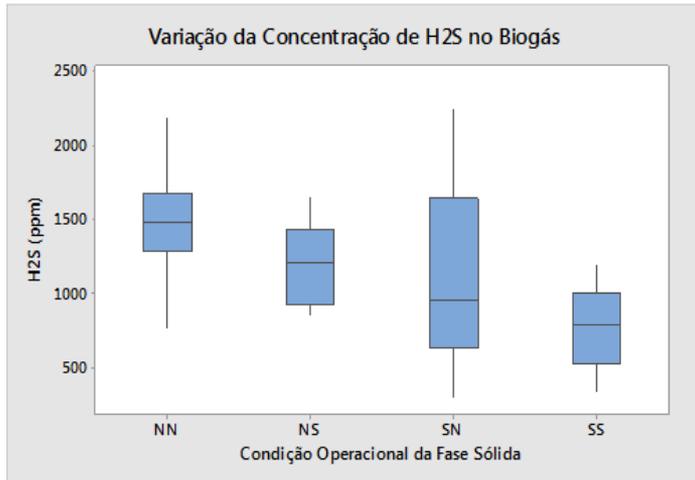
Comentários:

- Com LA no Afluente: CO₂ (%) até 50 % superior

- Hipótese: Aumento de DQO particulada no afluente do reator. Leitão et. al. (2006) relatou elevação do teor de H₂ e CO₂ no biogás, quando houve mudanças bruscas na composição do esgoto afluente a tratar.

Resultados

- **Concentração de H₂S (ppm) no Biogás**



Comentários:

- Com LA no Afluente: H₂S (%) até 50 % inferior

- Hipótese: Redução da conc. de H₂S: Possível **presença de nitrato** junto com o Excesso de Lodo Aeróbio. O Nitrato é mais **eletronegativo** que o Sulfato → Maior capacidade de atração de elétrons no processo de oxidação do composto orgânico.

Conclusões

- Tendência de **Aumento** da **DQO total** e **SST** no **Efluente do UASB** quando o afluente era composto de EB e Excesso de Lodo Aeróbio.
- Porém, a **intensidade** dos resultados de DQO total e SST no Efluente parecem estar relacionadas **não apenas** a presença de lodo aeróbio no afluente, mas também com a **estratégia de remoção de lodo de fundo do reator anaeróbio**, que podem levar a uma remoção excessiva desse leito de lodo, mais concentrado.
- Os resultados de **produção de Biogás** indicaram que após intervenção na tubulação de quebra-escuma, houve uma melhoria na captação de biogás do reator. Porém, a produção ainda encontra-se no **pior cenário do modelo de Lobato**, o que indica que, outros fatores, associados a operação do reator, podem ser melhoradas.

Conclusões

- Tendência de **Aumento** da **DQO total** e **SST** no **Efluente do UASB** quando o afluente era composto de EB e Excesso de Lodo Aeróbio.
- Porém, a **intensidade** dos resultados de DQO total e SST no Efluente parecem estar relacionadas **não apenas** a presença de lodo aeróbio no afluente, mas também com a **estratégia de remoção de lodo de fundo do reator anaeróbio**, que podem levar a uma remoção excessiva desse leito de lodo, mais concentrado.
- Os resultados de **produção de Biogás** indicaram que após intervenção na tubulação de quebra-escuma, houve uma melhoria na captação de biogás do reator. Porém, a produção ainda encontra-se no **pior cenário do modelo de Lobato**, o que indica que, outros fatores, associados a operação do reator, podem ser melhoradas.

OBRIGADO

brsidnei@usp.br

bsidnei@sabesp.com.br

