



Encontro Técnico
AESABESP

31º Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente

**[21] - AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE UM
REATOR DE LEITO MÓVEL (MBBR) TRATANDO
ESGOTO DOMÉSTICO, COM DIFERENTES
APLICAÇÕES DE CARGA ORGÂNICA
SUPERFICIAL.**

FÁBIO CAMPOS*

Rodrigo F. Bueno; Fábio Campos Jr.; Rosvaldo Catino.

(*) Coord. da Câmara Setorial de Filtros para Estações de Tratamento de Água,
Efluentes e Reúso (CSFETAER); Escola Politécnica da USP – fcampos@usp.br

CONTEXTUALIZAÇÃO

NOVAS TENDÊNCIAS APLICADAS ÀS ETE'S

EFICIÊNCIA

Padrões de qualidade restritivos;
Adoção de altas taxas.

COMPACIDADE

AUTOMAÇÃO

ECONOMIA DE ENERGIA

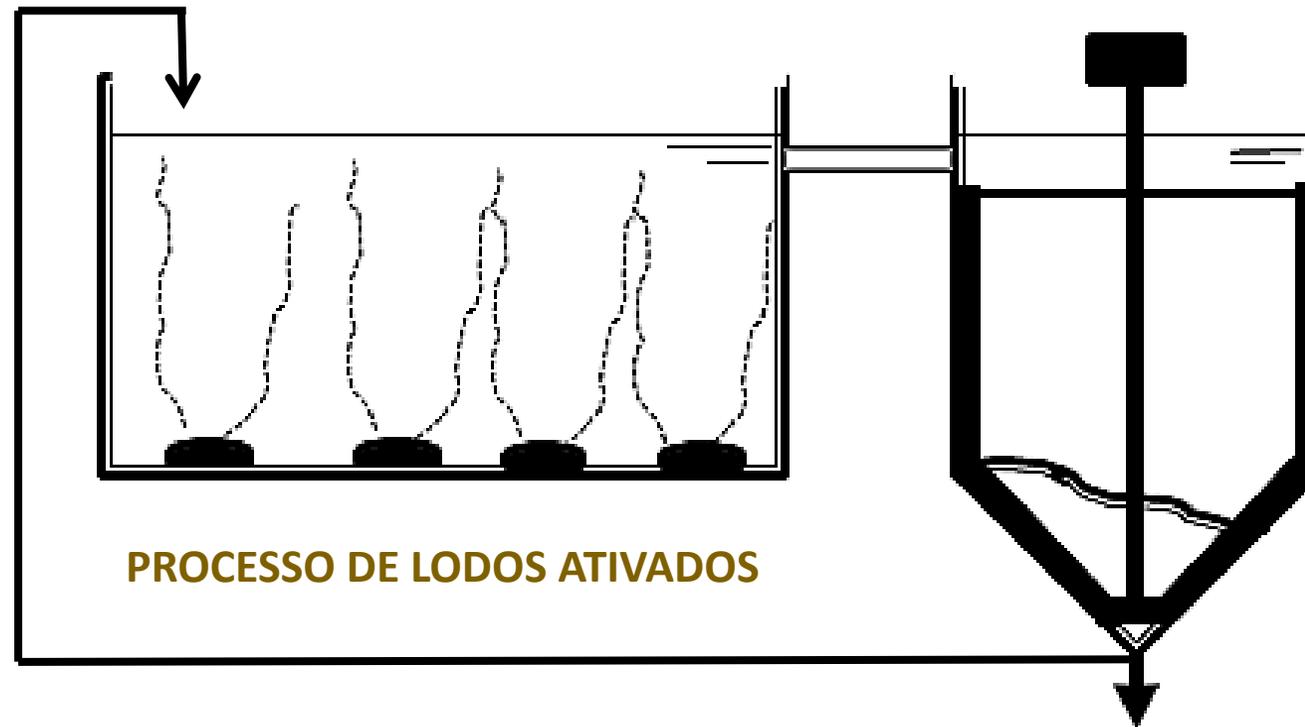
SUSTENTABILIDADE

DIMINUIÇÃO NA PRODUÇÃO DE LODO



CONTEXTUALIZAÇÃO

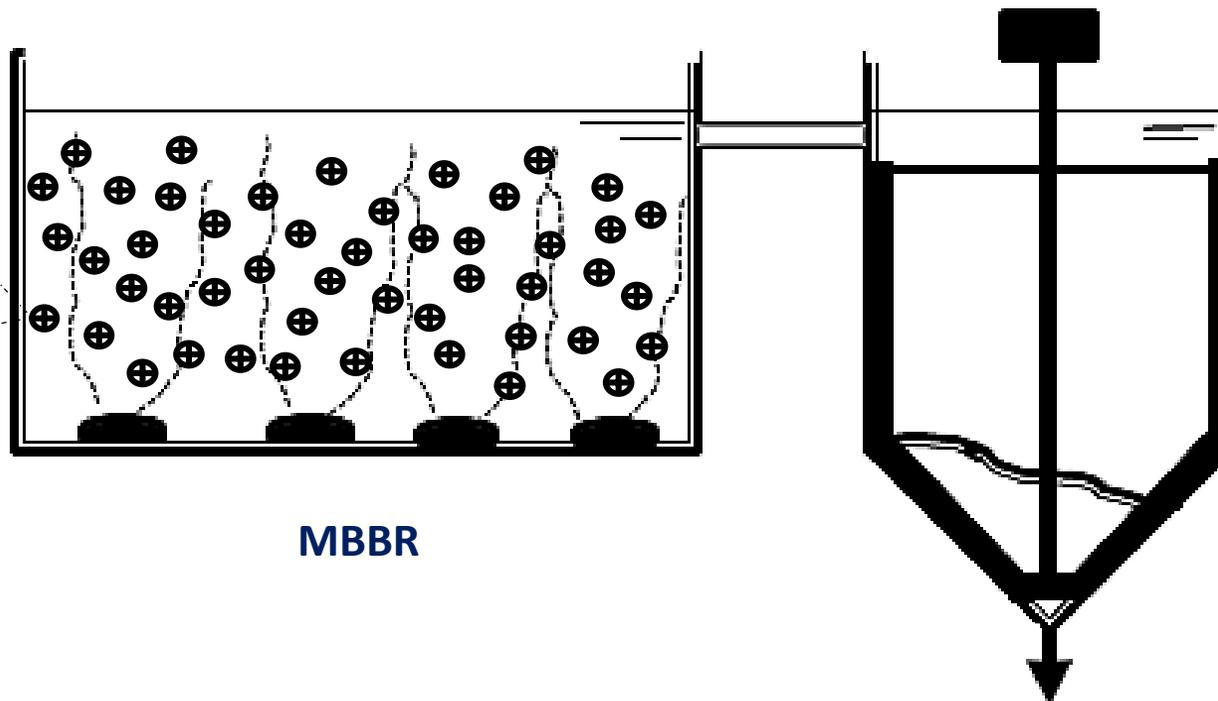
Moving Bed Biofilm Reactors (MBBR)
[Reator Biológico de Leito Móvel]



CONTEXTUALIZAÇÃO

Moving Bed Biofilm Reactors (MBBR) [Reator Biológico de Leito Móvel]

Biomídias: anéis plásticos com grande área superficial



MBBR

Oferece:

- Maior capacidade de recebimento de carga;
- Maior estabilidade operacional;
- Melhorias na remoção de nutrientes.

Processo Híbrido

Agrega as melhores características do processo de crescimento de biomassa em suspensão e aderida

CONTEXTUALIZAÇÃO

Fatores que afetam o desempenho do processo MBBR

Fração de enchimento do volume do reator com biomédias;

Área específica protegida disponível;

Concentração de oxigênio dissolvido;

Condições de fluxo e mistura (nível de turbulência);

Desenvolvimento do biofilme;

Carga orgânica aplicada.

Carga orgânica superficial (COS – $\text{g}/\text{m}^2.\text{d}$)
Carga orgânica volumétrica (COV – $\text{g}/\text{m}^3.\text{d}$)

Water Environment Federation (WEF)
Taxa elevada – $\text{COS} > 20 \text{ gDBO}/\text{m}^2.\text{d}$
Taxa normal – $15 < \text{COS} < 5 \text{ gDBO}/\text{m}^2.\text{d}$
Taxa baixa – $< 5 \text{ gDBO}/\text{m}^2.\text{d}$

CONTEXTUALIZAÇÃO

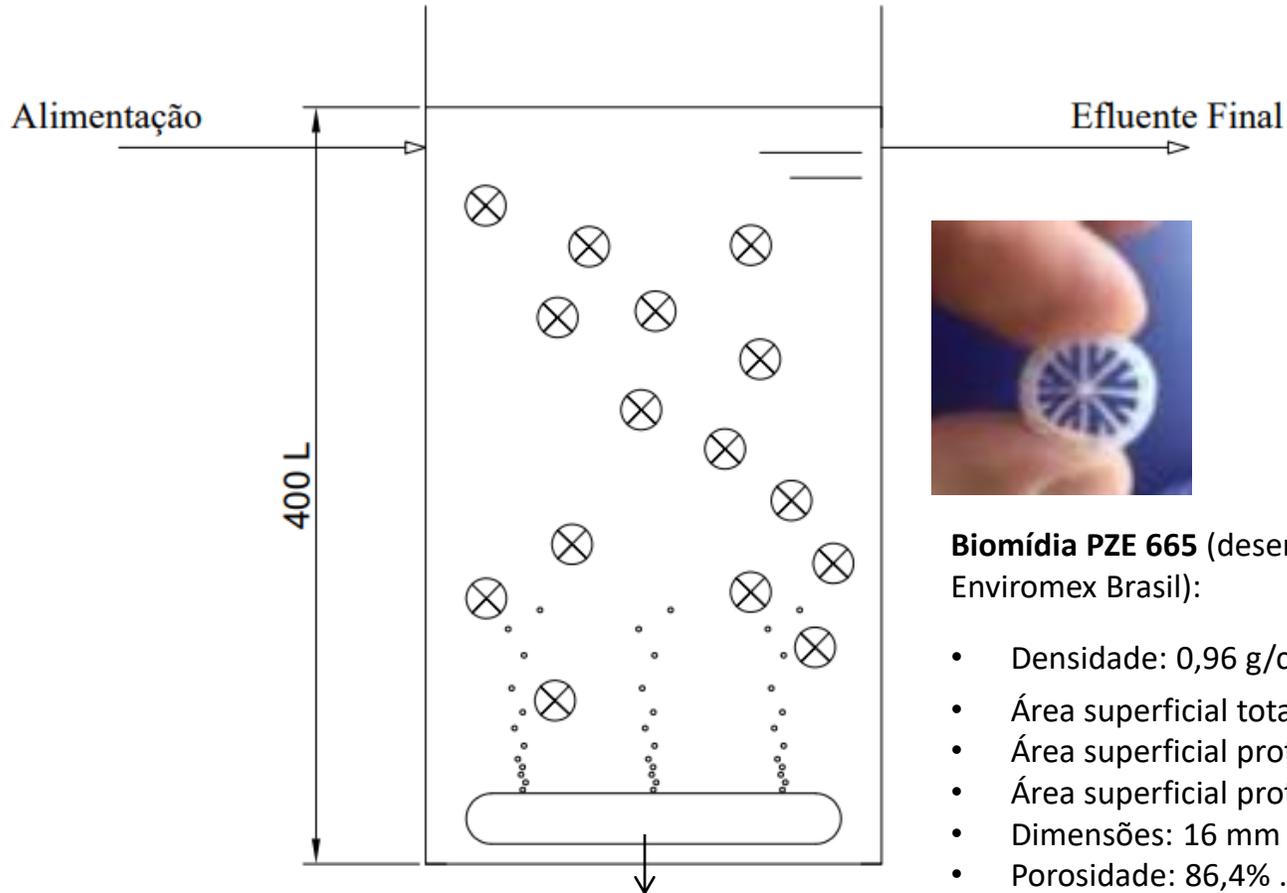
Problemas observados com MBBR de Alta Taxa

- Aplicação de altas cargas ocasiona baixo TDH = fração orgânica particulada pode ser carregada no efluente final;
- Má sedimentabilidade de lodo em função da não coagulação do material particulado;
- Possível nitritação, com acúmulo de nitrito no efluente final.

OBJETIVO

Avaliar o efeito do aumento gradual da carga orgânica superficial aplicada a um sistema de MBBR na eficiência de remoção de matéria orgânica e nitrogenada em esgoto doméstico.

METODOLOGIA

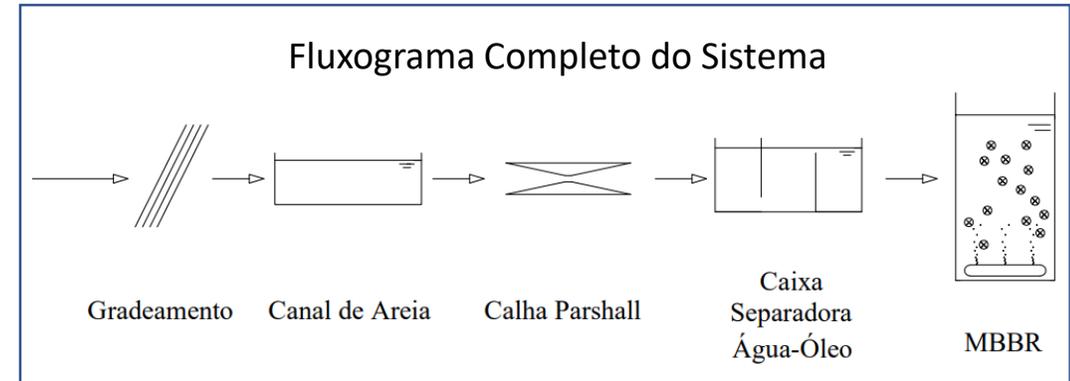


Difusor tubular de bolha fina em silicone
Cedido pela empresa Krieger/Bioworks



Biomídia PZE 665 (desenvolvido pela empresa Poluição Zero Engenharia , cedido pela Enviromex Brasil):

- Densidade: 0,96 g/cm³;
- Área superficial total: 850 m²/m³;
- Área superficial protegida: **665 m²/m³**;
- Área superficial protegida por peça: 2068,26 mm²;
- Dimensões: 16 mm diâmetro x 10 mm de comprimento;
- Porosidade: 86,4% .



METODOLOGIA

ESGOTO APLICADO NO ESTUDO (CRUSP + Restaurante)



Caracterização do esgoto afluyente à unidade piloto de MBBR

Variável	n	Média e desvio padrão	Variável	n	Média e desvio padrão
DQO total (mgO ₂ /L)	26	522±162,9	P total (mgP/L)	16	7,2±1,02
DQO sol (mgO ₂ /L)	26	249±113,2	Alcalinidade (mgCaCO ₃ /L)	20	202±39,04
DBO total (mgO ₂ /L)	11	291±40,5	pH	20	7,0±0,28
DBO sol (mgO ₂ /L)	11	153±34,4	SST (mg/L)	26	186±80,1
N-NH ₄ ⁺ (mgN/L)	22	56±16,3	SSF (mg/L)	26	23±19,0
NTK (mgN/L)	12	62±4,7	SSV (mg/L)	26	163±66,0

METODOLOGIA



Fases	Fração de enchimento (%)	COS (gDQO/m ² .d)
1	50	4
2	50	8
3	40	16



Volume útil do reator: 400 L Área superf. protegida: 650 m ² /m ³ .d	Fração de enchimento (%)	Vol. Biomédias (L)	Área superficial protegida disponível (m ²)
	50	200	130
	40	160	104

Monitoramento Analítico das Variáveis

- DQO (total e solúvel);
- DBO (total e solúvel);
- Série de Sólidos (biomassa fixa e em suspensão);
- Série Nitrogenada;
- pH e Alcalinidade;
- OD.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

VARIÁVEIS OPERACIONAIS

Fração de Enchimento (%)	Estatística descritiva	Q (m ³ /d)	TDH (h)	COS (gDQO/m ² .d)	COV (kgDQO/m ³ .d)
50	Média	1,62	6	4,1	1,3
	Máximo	1,87	6,7	5,0	1,6
	Mínimo	1,44	6,1	3,8	1,3
	Desv. Padrão	0,18	0,6	0,5	0,2
50	Média	1,99	4,9	8,0	2,6
	Máximo	2,30	5,6	8,7	2,8
	Mínimo	1,73	4,2	6,1	2,0
	Desv. Padrão	0,21	0,5	0,9	0,3
40	Média	2,81	3,4	15,2	3,9
	Máximo	2,88	4,6	17,8	4,6
	Mínimo	2,45	3,3	12,8	3,3
	Desv. Padrão	0,18	0,2	1,9	0,5

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

QUALIDADE DO EFLUENTE FINAL

Fases	DQO tot. (mgO ₂ /L)	DQO sol. (mgO ₂ /L)	SST (mg/L)	N-NH ₄ ⁺ (mgN/L)	N-NO ₂ ⁻ (mgN/L)	N-NO ₃ ⁻ (mgN/L)
1	107	36	128	47	1,1	0,41
2	172	41	53	31	nd	nd
3	82	34	24	39	0,37	0,20

↓
TDH baixo (mat. org. particulada)

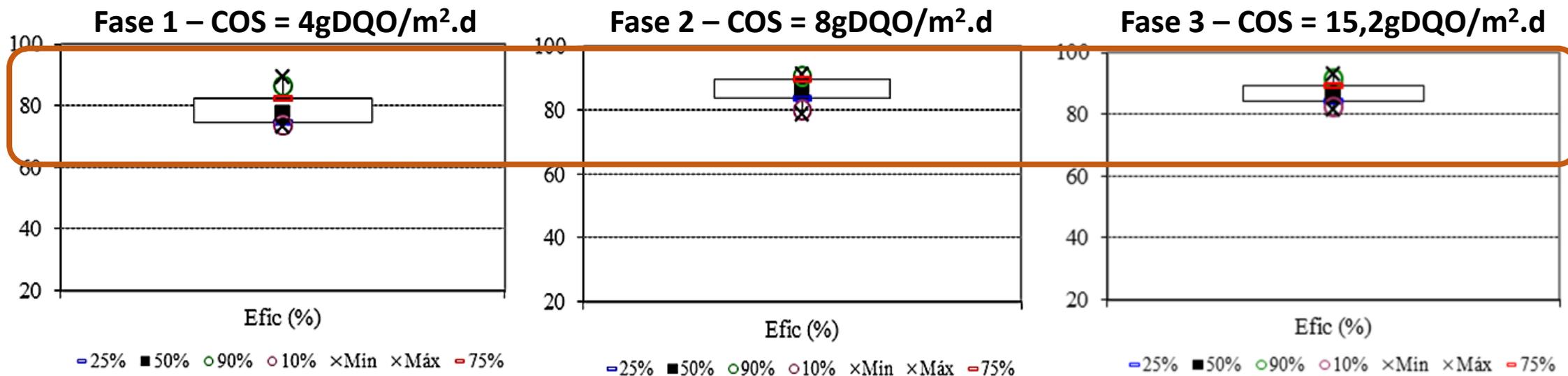
↓
Boa remoção de material coloidal

↓
COS pode ter impactado negativamente;
Indícios de nitrificação
Não acúmulo de nitrito

Temperatura no reator: 22,8±1,8 °C
Temperatura no ar: 22,3±2,1 °C
OD: 1,8 a 4,6 mgO₂/L
Alcalinidade: 160 mgCaCO₃/L
pH: 6,9

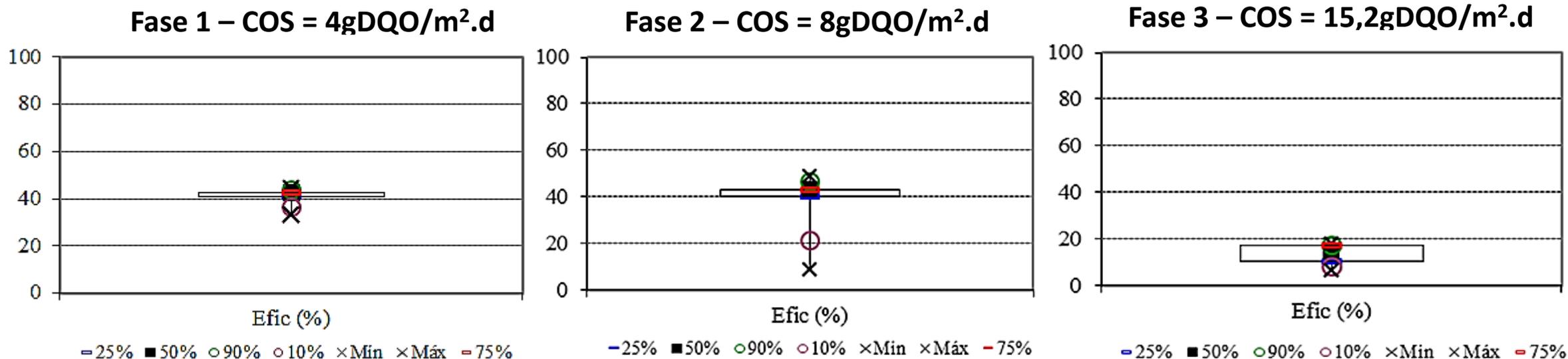
DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

CORRELAÇÃO – COS x EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO (DQO sol.)



DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

CORRELAÇÃO – COS x EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO (N-NH₄⁺.)

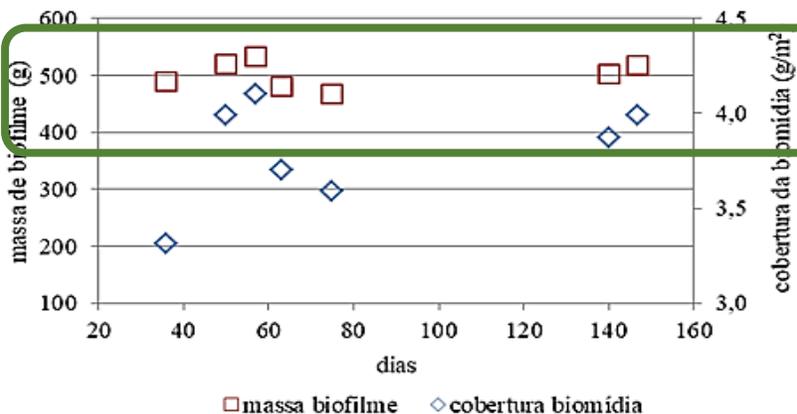


Reflete a teoria, quanto ao aumento da COS e o prejuízo na conversão de amônia;
baixa relação DQO/N (8±0,9 obtido, desejado > 10);
baixos TDH's (> 12h).

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

DESENVOLVIMENTO DO BIOFILME

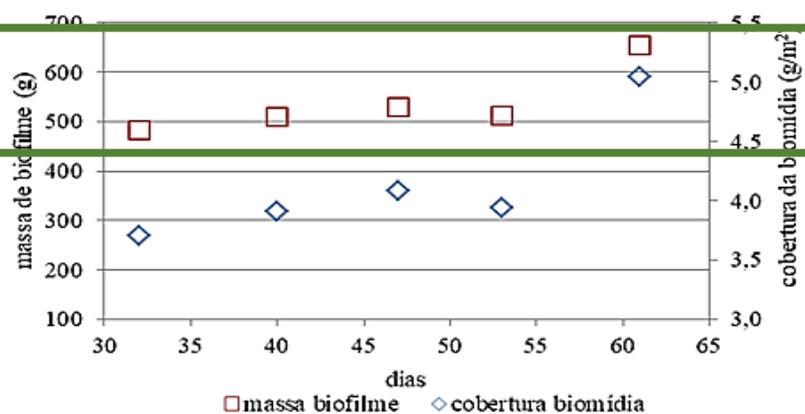
Fase 1 – COS = 4gDQO/m².d



524±65,9g
4,0±0,6 g/m²(50%enchim)

1438±169,2 mg/L

Fase 2 – COS = 8gDQO/m².d

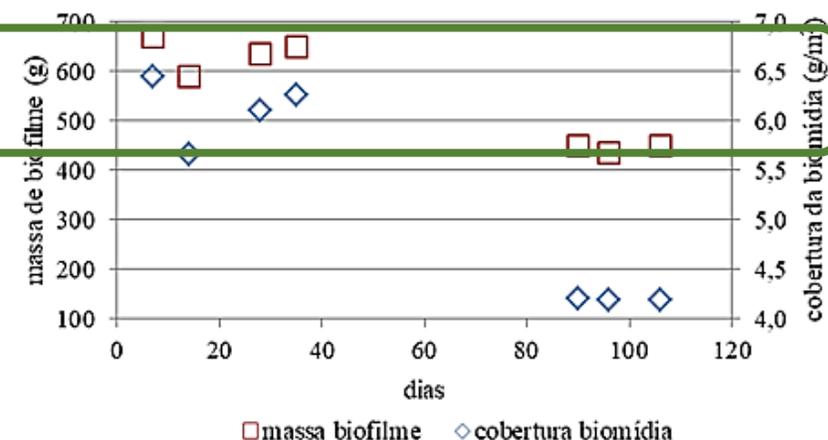


537±68,0g
4,1±0,5 g/m²(50%enchim)

1476±167,0 mg/L

3000 a 4000 mgSST/L
(faixa indicada)

Fase 3 – COS = 15,2gDQO/m².d



549±111,7g
5,3±1,1 g/m²(40%enchim)

1494±262,3 mg/L

CONCLUSÕES

- O aumento progressivo da COS não prejudicou a remoção de matéria orgânica; mostrando-se eficiente no recebimento/tratamento de altas cargas de esgoto doméstico;
- Quanto a remoção de compostos nitrogenados, as configurações adotadas (COS alto e TDH baixo) não foram favoráveis para a ocorrência satisfatória de nitrificação;
- A formação do biofilme não sofreu modificações com o aumento progressivo da COS;

