Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

AESABESP 40 Anos
Associação dos Engenheiros da Sabesp

37ETC-07324

Desempenho de uma ETE compacta em aço inox com tecnologia MBBR na remoção de matéria orgânica e nitrogênio de esgoto doméstico

Ana Carolina Ferrari dos Santos
Bruno Gaudencio
Matheus Gomes
Bruno Dinamarco
Felipe Medeiros
E-Agua Engenharia | B&F Dias Indústria e Comércio

Contexto e objetivo

Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

Hoje, no Brasil:

88% dos municípios têm até 50 mil habitantes
Concentrando cerca de 64 milhões de pessoas

CENSO 2022, IBGE

51,8% do esgoto gerado foi tratado em 2024
Referido à água consumida

SINISA, 2025

Apenas 40% dos domicílios são ligados à rede de coleta de esgotos nos municípios de até 50 mil hab.

Contra:
54% de 50 a 100 mil hab.
74% de 100 a 500 mil hab.
85% acima de 500 mil hab.

Elaborado a partir de dados do CENSO 2022, IBGE

Novo Marco Legal do Saneamento: 90% da população com coleta e tratamento de esgotos até 2033
Possibilidade de aplicação de "métodos alternativos e descentralizados" de coleta e tratamento de esgoto "em áreas rurais, remotas ou em núcleos urbanos informais consolidados", a fim de "garantir a economicidade da prestação dos serviços públicos de saneamento básico"

Lei Federal nº 14.026/2020

Contexto e objetivo

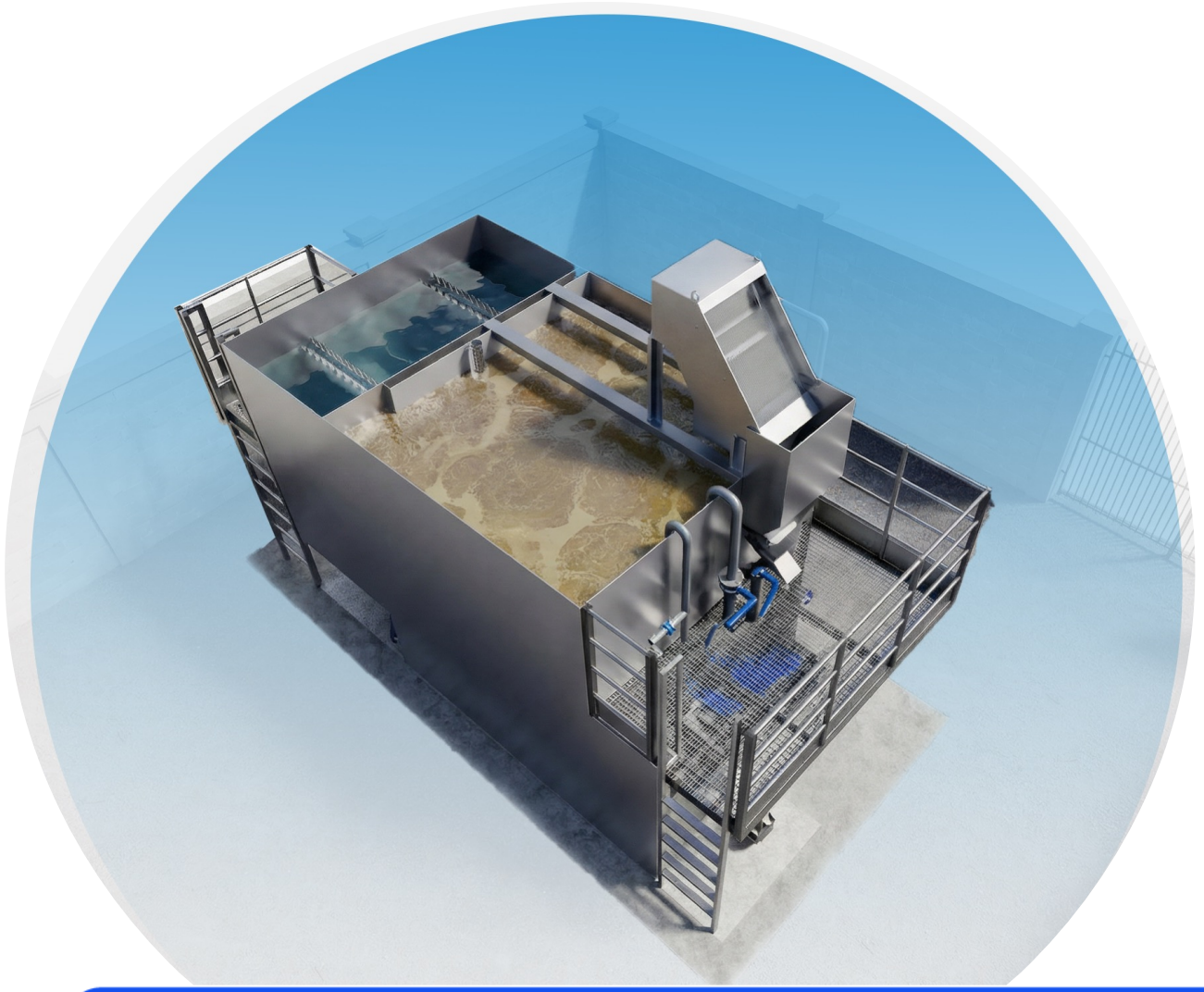
Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

Por que descentralizar?

1. Déficit de atendimento está concentrado nos municípios pequenos:
   44% dos domicílios (≤ 50 mil hab.) utilizam-se de soluções inadequadas (como fossas rudimentares, fossas sépticas, lançamento in natura, entre outros), versus 8% (> 500 mil hab.)
2. Maiores custos em SES estão relacionados à coleta e ao afastamento
3. Núcleos afastados e baixa densidade populacional: menos interceptores, elevatórias e recalques
4. Implantação modular e por etapas, acompanhando o crescimento da demanda

Objetivo: avaliar o desempenho técnico-operacional de uma ETE Compacta, com tecnologia MBBR, em escala real e regime contínuo, na remoção de matéria orgânica e nitrogênio de esgoto doméstico

A ETE Compacta



Durabilidade
Estrutura 100% em aço inoxidável

Sem odor
Exclusivamente aeróbio MBBR

Normatizado
Projeto conforme normas ABNT e literatura internacional

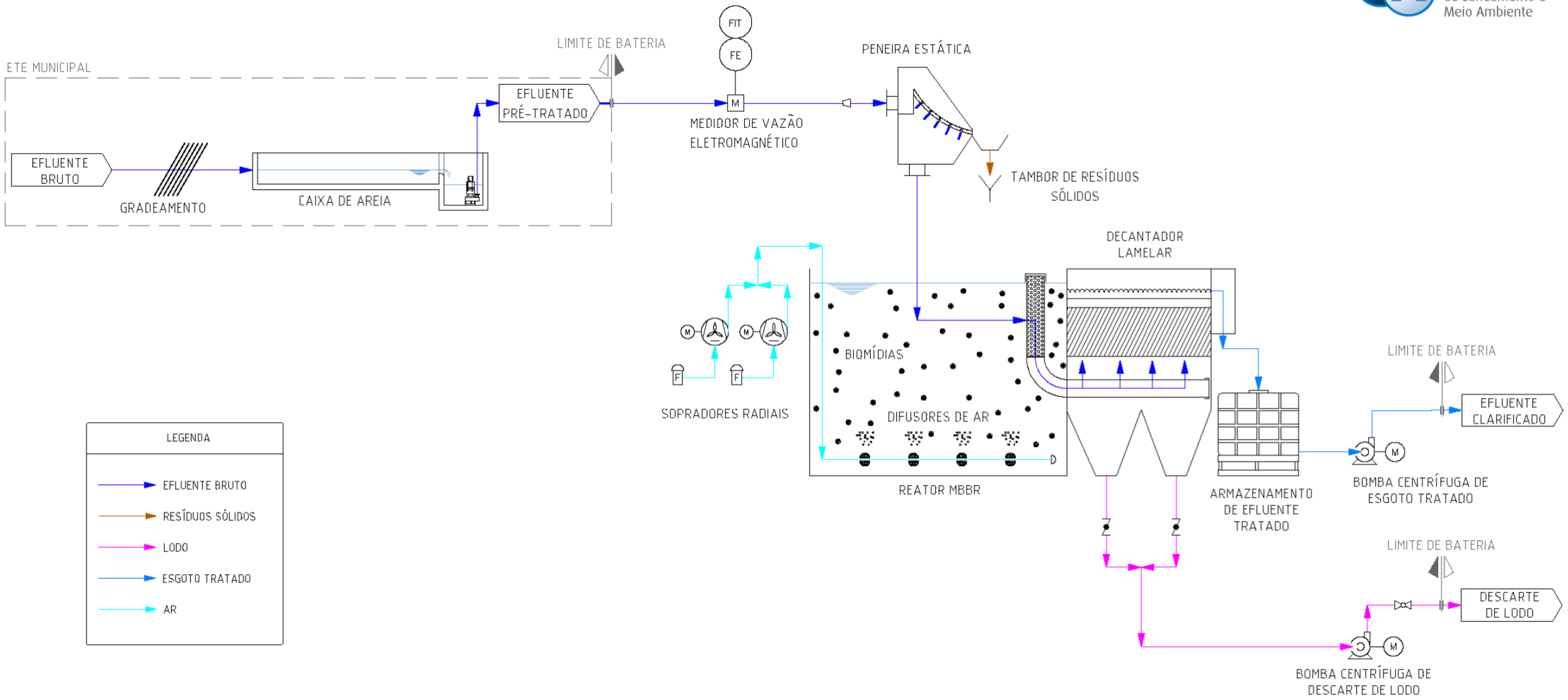
Estabilidade
Capacidade de suportar variações de carga e vazão

Modular
Modelos padronizados
Até 20 L/s

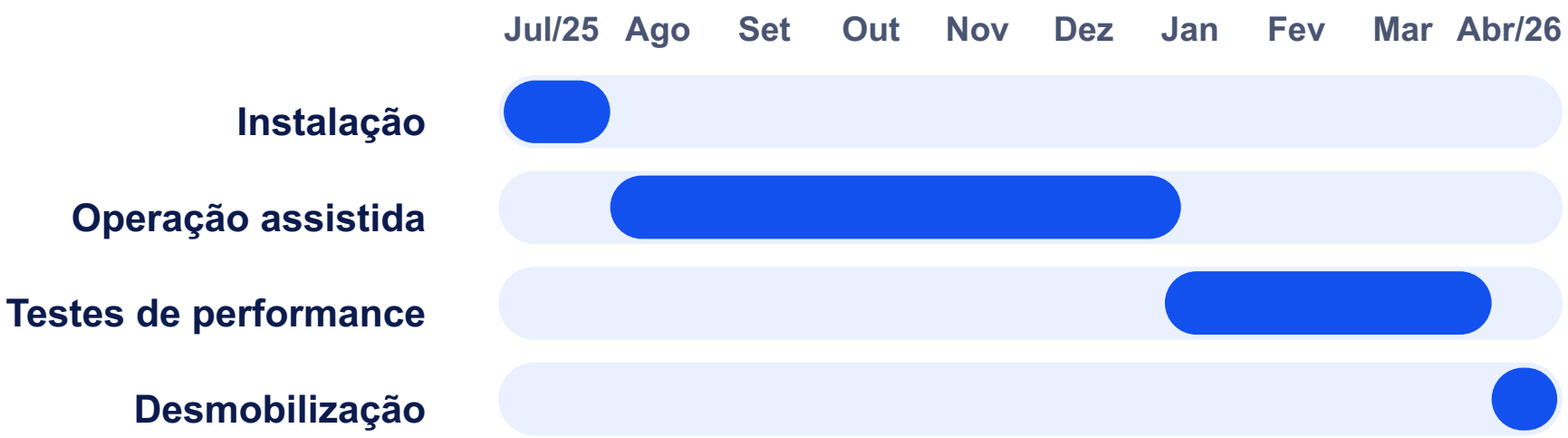
Espaço otimizado
Área mínima para implantação
2,3 x 4,0 m (L x C)

Realocável
Plug and play, de fácil transporte para outros locais

Concepção do processo



Etapas do teste



Parâmetros monitorados

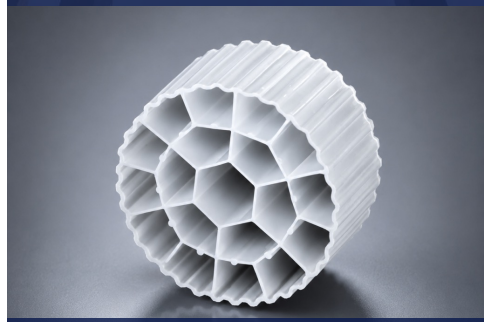
- Vazão
- OD
- DBO
- DQO
- NTK
- $N\text{-}NH_4$
- Energia



Instalação com caminhão munck

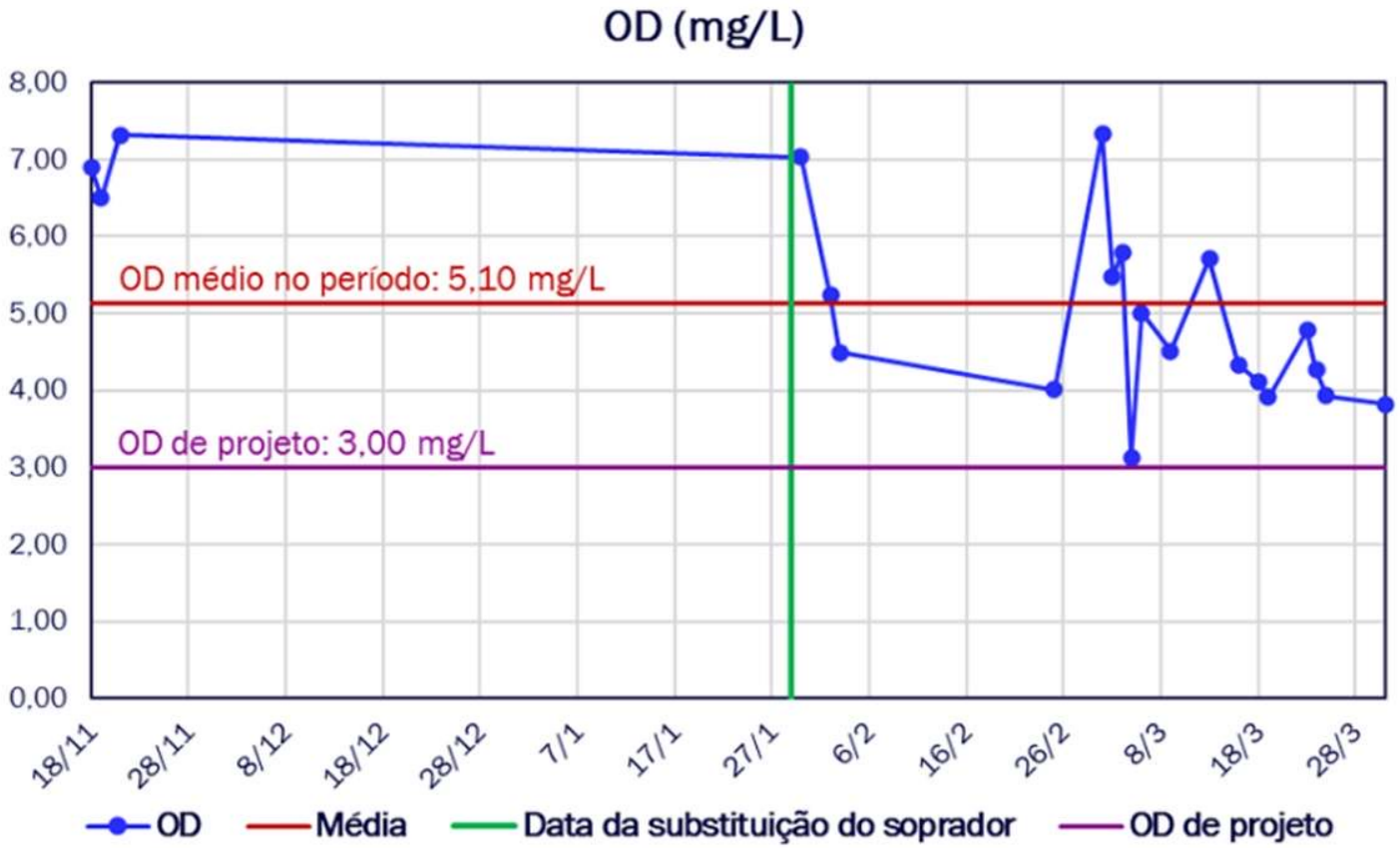


Lamelas



Biomídia (PEAD)

Vazão e aeração



Vazão média:
0,9 L/s

OD médio:
5,1 mg/L

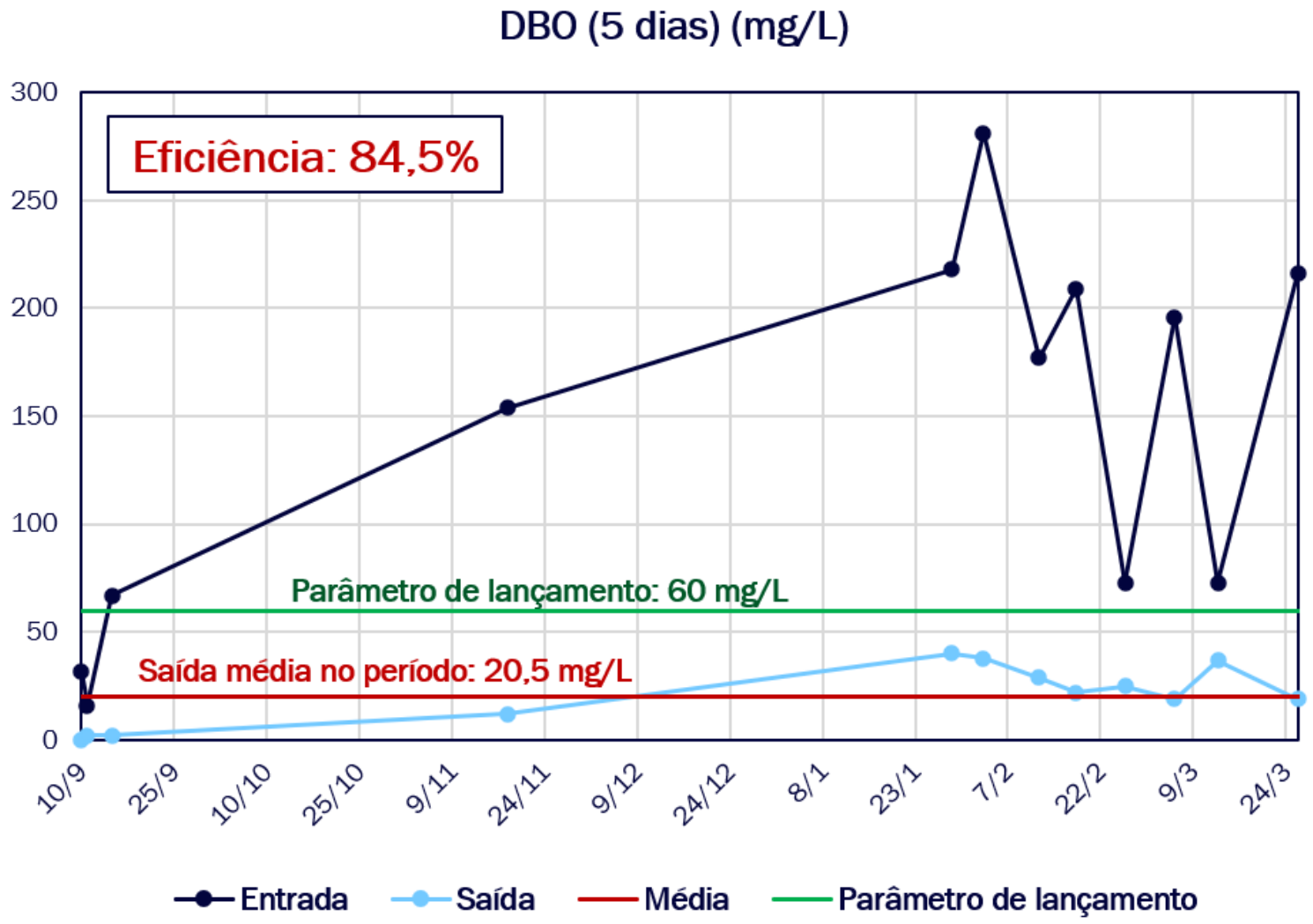


Mistura das biomídias



Biofilme aderido

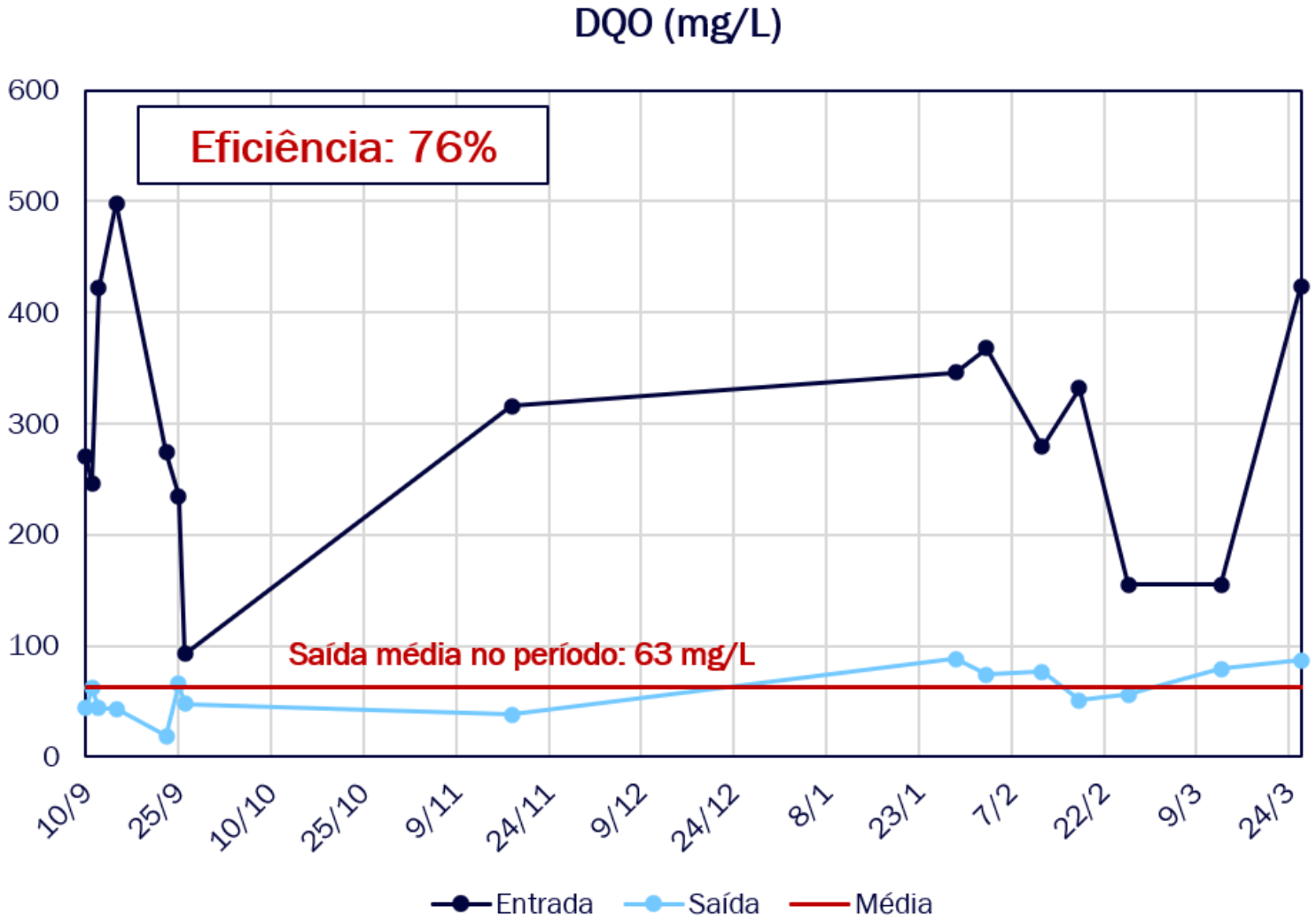
Remoção de matéria orgânica



84,5% Eficiência de remoção de DBO

76,0% Eficiência de remoção de DQO

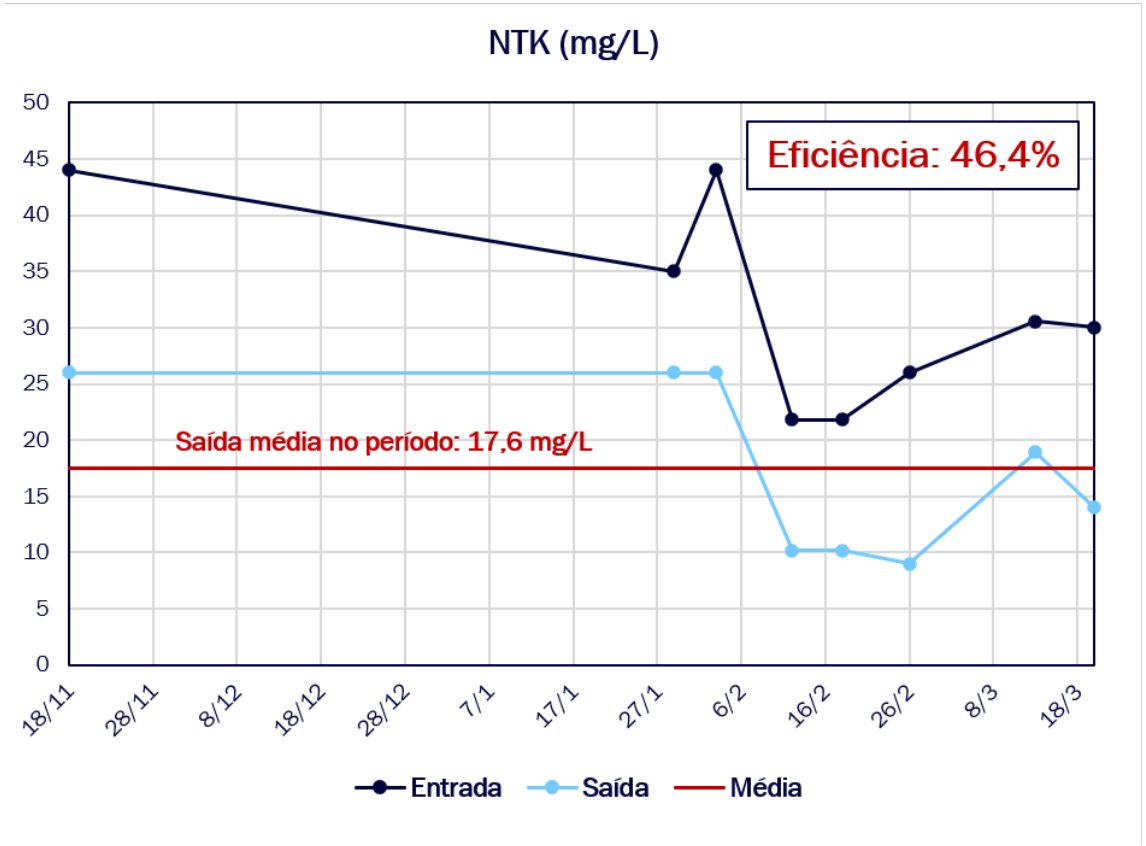
Remoção de matéria orgânica

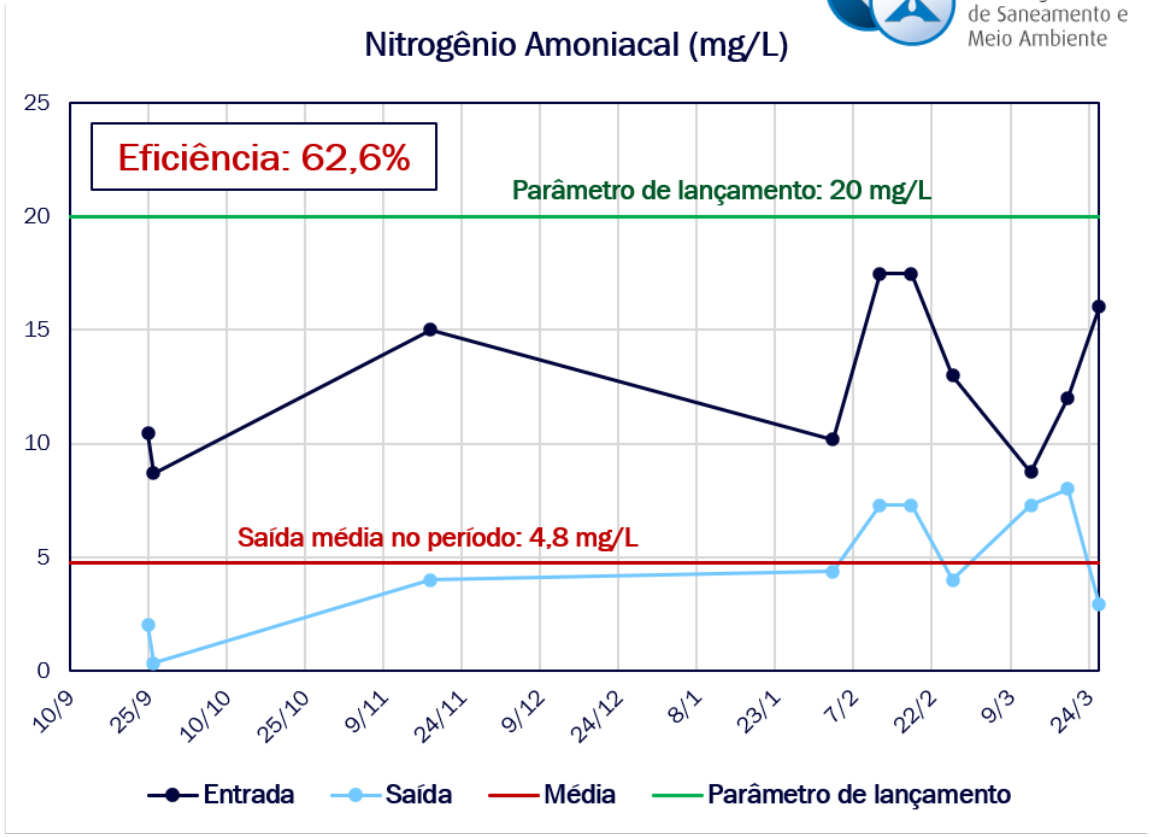


84,5% Eficiência de remoção de DBO

76,0% Eficiência de remoção de DQO

Nitrogênio: nitrificação parcial





46,4% Eficiência de remoção de NTK

Em projeto:

24% Eficiência esperada remoção de NTK

37% Eficiência esperada remoção de N-NH_4

62,6% Eficiência de remoção de NH_4

Energia e comparação com a literatura

Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

Consumo energético

0,5 kWh/m³

52,3 kWh/d (consumo médio)
Esperado na etapa de projeto: 0,49 kWh/m³

Faixa para biofilme (Longo et al., 2016):



Eficiências na literatura:

Estudo	Configuração	DBO	DQO	NH_4	NTK/NT
Este estudo	**MBBR compacto, escala real**	**84,5**	**75,8**	**62,5**	**46,4**
Javid et al. (2013)	MBBR aeróbio, piloto	88,0	–	–	–
Abdul-Majeed (2012)	MBBR aeróbio	78,0	–	–	–
Nhut et al. (2020)	S-MBBR, bancada	–	85,0	–	68,9 (NT)
Lei e Gao (2021)	MBBR, esgoto simulado	–	83,0	77,0	48,0 (NT)

Nota: "-" indica que os valores não foram apresentados pelos autores.

Conclusões

Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

1. **84,5% DBO | 75,8% DQO**
   Remoção consistente de matéria orgânica

2. **62,5% N-NH_4 | 46,4% NTK**
   Nitrificação parcial, mesmo sem ser objetivo de projeto

3. **Biofilme estabelecido**
   Boa movimentação das biomídias e estabilidade operacional

4. **0,5 kWh/m³**
   Consumo energético na faixa da literatura para biofilme (0,3–0,6)

ETEs Compactas, com tecnologia MBBR, são alternativas viáveis para o tratamento descentralizado: atendem aos padrões de lançamento, são modulares, de rápida implantação e com reduzida ocupação de área.

Obrigada!

Ana Carolina Ferrari dos Santos
anacarolina.santos@e-agua.com
+55 (16) 3374-7025 | +55 (16) 99787-8235
linkedin.com/in/acferrarisantos
www.e-agua.com

Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

AESABESP 40 Anos
Associação dos Engenheiros da Sabesp

Coautores

Bruno Gaudencio
E-Agua Engenharia

Matheus Gomes
E-Agua Engenharia

Bruno Dinamarco
B&F Dias

Felipe Medeiros
B&F Dias