Encontro Técnico AESABESP
Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente



35ETC-06776
MÓDULO COMPACTO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (MTEC) PARA ÁREAS NÃO ATENDIDAS POR SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Danilo Camargo
Ana Maria Ribeiro
Marcio Tardioli

sabesp

aeko Engenharia Sustentável

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

AESABESP Associação dos Engenheiros da Sabesp

Introdução

- Brasil é o 5° maior país do mundo em dimensão, 6° em população (217 milhões).
- O saneamento básico no Brasil enfrenta desafios, 100 milhões sem acesso a coleta de esgoto especialmente em **comunidades isoladas.** Nesses locais, soluções inadequadas, como fossas rudimentares e despejos de esgoto em córregos e rios impactam negativamente a saúde pública e o meio ambiente.

- **Sistema Centralizado**
  - ETE de grande porte
  - Tratamento de esgoto de bairros, cidades, entre outros
  - Investimento Público

35,7%

- **Sistema Descentralizado**
  - Solução unifamiliar
  - Tratamento de esgoto domestico e/ou pequenos comércios
  - Investimento particular ou público

8%

- **Técnicas rudimentares**
  - Solução precária
  - Baixa eficiência de tratamento do esgoto
  - Presentes tanto em ambiente rural como urbano

56,3%

Fonte: ABES

- Por meio do **Termo de Cooperação 001/2024 (SABESP & AEKO) EIN/OOO/OSO,** este estudo avalia a eficiência de um equipamento compacto de tratamento de esgoto, projetado conforme a norma **ABNT NBR 17076**.
- O sistema é composto por tratamento primário (gradeamento), tanque séptico duplo estágio e filtro anaeróbio (secundário) e desinfecção (terciário).

Objetivo

O objetivo deste trabalho foi **avaliar a eficiência de remoção de matéria orgânica**, em termos de DBO, sólidos suspensos e coliformes, de um módulo compacto de ciclo completo de tratamento de esgoto, pré-fabricado, e demonstrar sua viabilidade como solução simples e eficiente para utilização em comunidades isoladas e áreas urbanas com soleira negativa, contribuindo na universalização do saneamento.

Lei 14.026 ⟹ 90% coleta e tratamento de esgoto até final 2033.

Comunidades Isoladas

São núcleos habitacionais localizados em áreas periféricas de cidades, comunidades rurais, indígenas e quilombolas, que não se integram com os sistemas municipais de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Nessas comunidades, observa-se:

- Infraestrutura inexistente ou inadequada;
- Existência de fossas rudimentares;
- Descarte de esgotos “in natura” nos cursos d'água; e
- Proliferação de doenças de veiculação hídrica.

Principais Desafios

- **Topografia acidentada**: carência de espaço para instalação de sistemas (encostas, florestas)
- **Alta dependência de soluções simples e de baixo custo:** limitações financeira e de infraestrutura (demanda de espaço reduzido)
- **Falta de infraestrutura básica:** falta de estradas pavimentadas, de acesso à energia elétrica e à água potável dificultam a operação de alguns sistemas
- **Falta de mão-de-obra qualificada:** carência de profissionais com know-how em operação e manutenção
- **Performance:** soluções até então utilizadas possuem baixa eficiência

- Redes convencionais nestas áreas (distancia e custos)

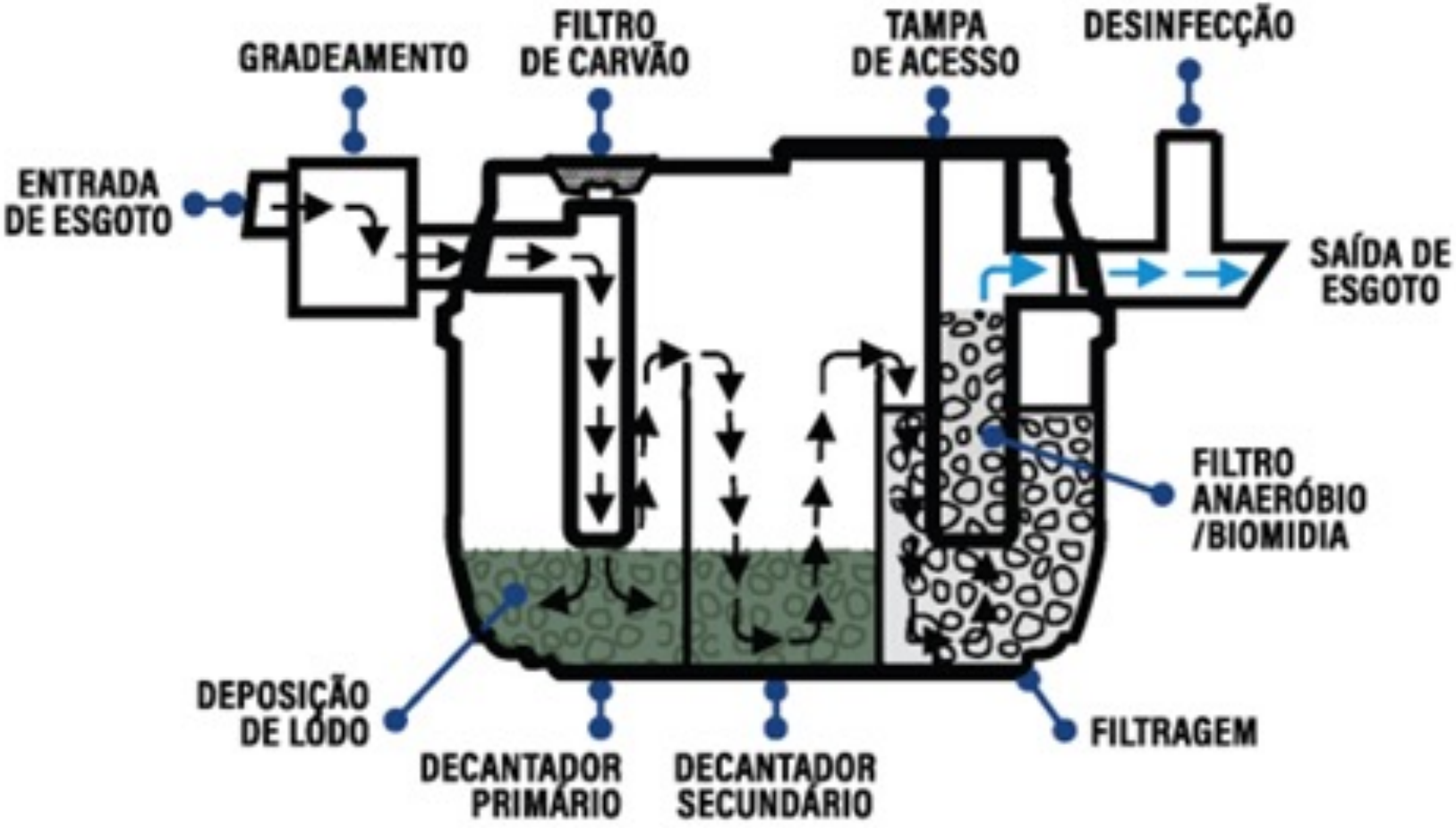
Proposta de solução

Utilização da micro ETE compacta e modular, que apresenta:

- Facilidade de instalação;
- Custos reduzidos;
- Característica sustentável;
- Impactos reduzidos no entorno;
- Requisitos mínimos de operação e manutenção;
- Acessibilidade para manutenção preventiva e corretiva; e
- Modularidade.

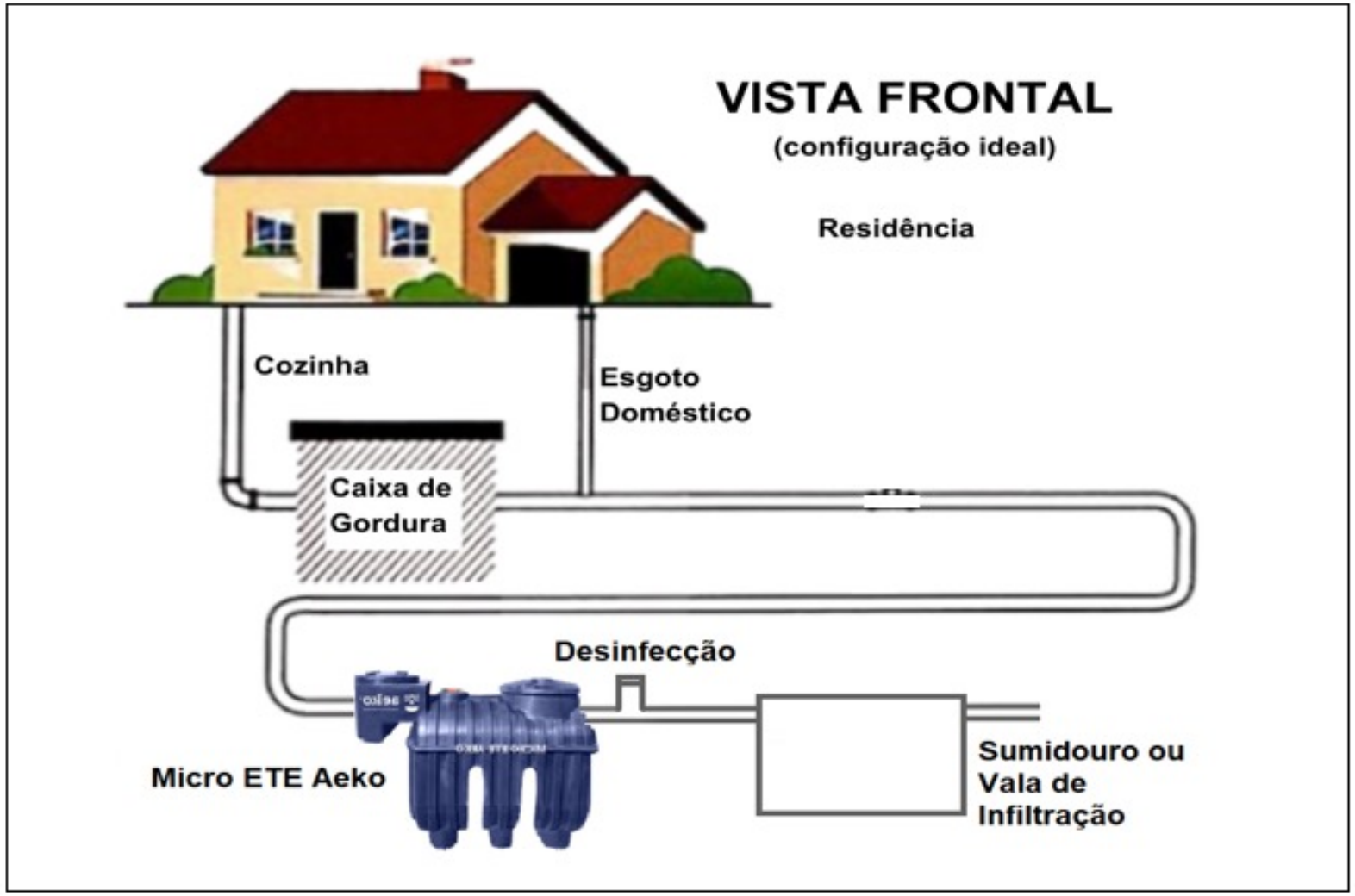
Metodologia

Fluxograma: Modulo Compacto de Tratamento de Esgoto (MCTE)



Metodologia

Instalação



Metodologia

Instalação





Metodologia

Monitoramento da tecnologia

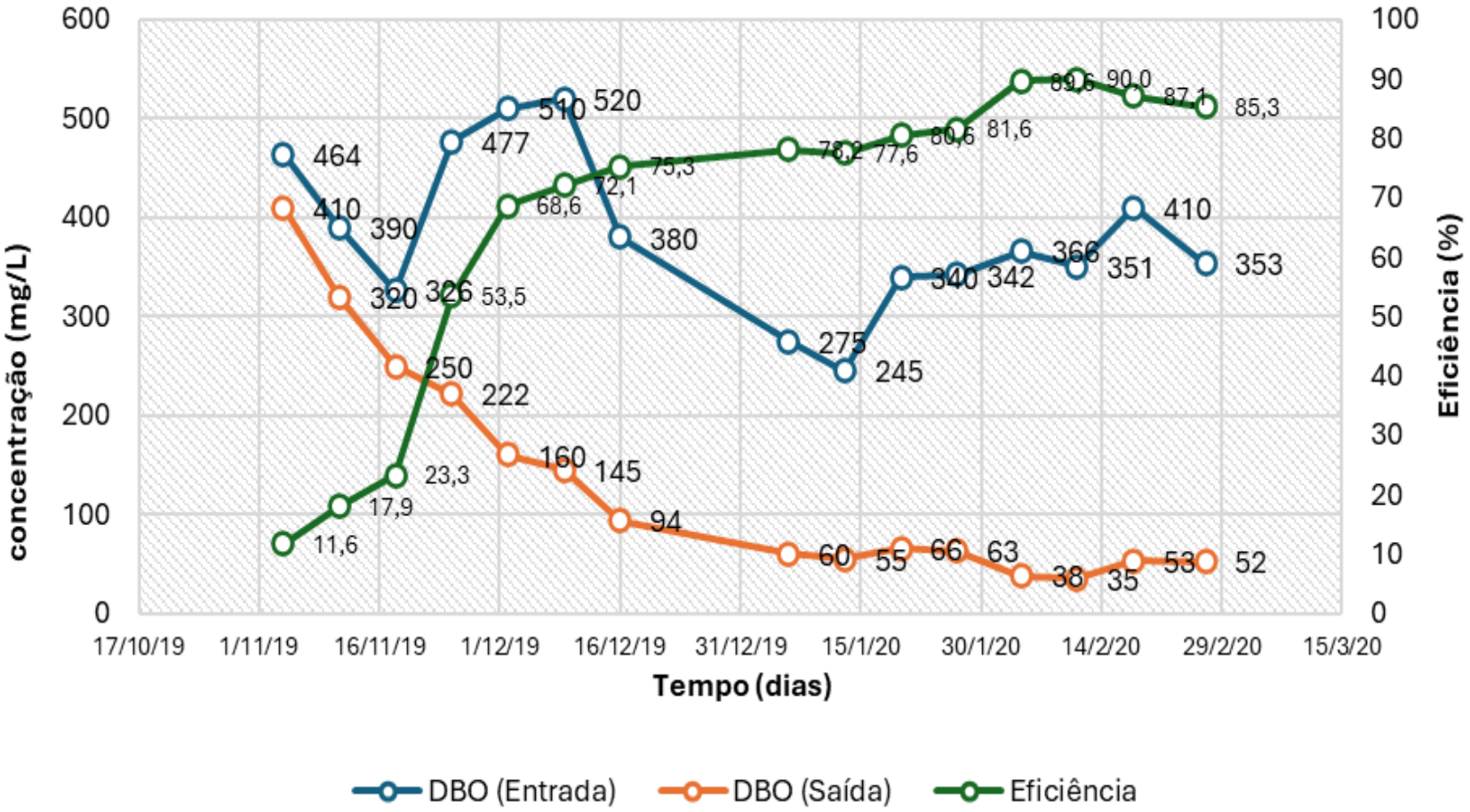
A avaliação do módulo foi conduzida no Centro Tecnológico de Hidráulica (CTH) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) e os ensaios laboratoriais no Laboratório de Tratamento de Águas Urbanas Servidas e Reúso de Água (LabTAUS) da Universidade Federal do ABC durante dois anos.

Inicialmente, o sistema compacto foi inoculado com lodo anaeróbio proveniente de um Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA) da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Vargem Grande Paulista (SABESP).

A introdução do lodo teve como objetivo acelerar o processo de estabilização e aclimatação do tanque séptico, bem como a formação do biofilme anaeróbio no filtro biológico.

Resultados e discussões

A figura abaixo mostra a evolução da remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) observada desde o início da operação (startup) até a estabilização do processo.



Aos **42** dias de operação, eficiência de 75% na remoção de DBO.

Aos **77** dias, essa remoção aumentou para **80%,** mantendo-se estável ao longo do período avaliado.

Além disso, foram registrados picos de remoção de DBO na ordem de **90%,** com uma concentração de DBO inferior a 60 mg/L após 92 dias de operação (3 meses).

DADOS DA AMOSTRA						
LOCAL DE COLETA:	**MICRO ETE AEKO - 1500 LITROS** Instalado no Centro Tecnolo´gico de Hidra´ulica da Universidade de Sa˜o Paulo - USP					
AMOSTRA (S) Nº:	A1 e A2	**DATA E HORA DA COLETA:**	08/12/2021 – 8:30hs			
COLETOR (S):	Renan Freitas	**MATERIAL ANALISADO:**	Esgoto Sanita´rio Vaza˜o me´dia afluente: 1.500 L/dia.			
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA:	A1 – Esgoto Bruto (Amostragem composta hora´ria – 24 horas); A2 – Saí´da do tratamento (Amostragem composta hora´ria – 24 horas).					
TEMPERATURA DO AR:	24,5ºC	**CHUVAS NAS ÚLTIMAS 24 HORAS:**	Na˜o	**DATA E HORA DE ENTRADA NO LABORATÓRIO:**	08/12/2021 12:10hs	

RESULTADOS ANALÍTICOS DA (S) AMOSTRA (S)

ENSAIOS	UNIDADE DE MEDIDA	LQ	DATA DA ANÁLISE	A1	A2	METODOLOGIA UTILIZADA
Temperatura (em campo)	ºC	-	08/12/2021	22,0	22,0	SM2550-A
pH (em campo)	-	-	08/12/2021	6,9	6,9	SM2550
DQO	mgO_2/L	5	08/12/2021	788	325	SM5220
DBO	mgO_2/L	2	08/12/2021	469	72,0	SM5210-B
OG (substâncias solúveis em hexano)	mg/L	1,0	08/12/2021	55	9,0	SM5520–D
MS (Materiais sedimentáveis)	mL/L	0,5	08/12/2021	25,0	1,0	SM2540–SS (F)
Sólidos grosseiros e Materiais Flutuantes	Virtualmente Ausentes (VA) ou Presente (VP)	-	08/12/2021	VP	V.A.	Observaça˜o Visual

LEGENDA

VMP: Valor ma´ximo permitido (quando aplica´vel);
LQ: Limite de quantificaça˜o;
SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Resultados e discussões

Análises pontuais posteriores mostram que além da eficiência na remoção de DBO ser mantida, uma elevada remoção de óleos e graxas foi observada (83,6%), bem como a concentração de sólidos sedimentáveis foi de 1,0 mL/L, sem a presença de sólidos flutuantes.

Resultados e discussões

AMOSTRA(S) Nº:	A1 e A2	**DATA E HORA DA COLETA:**	23/08/2021 - 8:50 hrs		
COLETOR(ES):	Renan Freitas	**MATERIAL ANALISADO:**	Esgoto Sanitario MICRO ETE AEKO Vazão Media afluente: 1500L/dia. Saída do Tratamento- Uso de Tricloro.		
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA:	A1 - Esgoto Bruto (Amostragem composta horaria- 24horas);				
	A2 - Saída do tratamento (Amostragem composta horária - 24 horas).				
TEMPERATURA DO AR:	24,2 °C	**CHUVAS NAS ULTIMAS 24 HORAS:**	Não	**DATA E HORA DA ENTRADA NO LABORATÓRIO:**	23/08/2021 - 14:30hrs

RESULTADOS ANALITICOS DA(S) AMOSTRAS(S)						
ENSAIOS	**UNIDADE DE MEDIDA**	**LQ**	**DATA DA ANÁLISE**	**A1**	**A2**	**METODOLOGIA UTILIZADA**
Cloro Residual Livre	mg/L	0,012	23/08/2021	-	1,33	SMEWW 4500- C I G- DPD Colorimetric Method
Coliformes Totais	NMP	1,000	23/08/2021	$2,4x10^3$	<1,00	SMEWW 9223 B- Enzyme Substrate Test
Escherichia Coli	NMP	1,000	23/08/2021	$2,7x10^2$	<1,00	SMEWW 9223 B- Enzyme Substrate Test

LEGENDA
VMP: Valor máximo permitido (quando aplicável)
LQ: Limite de quantificação
SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
NMP: Número mais provável

Similarmente, para uma concentração residual de cloro livre de 1,33 mg/L, o sistema de tratamento com desinfecção apresentou resultado de Coliformes Totais e Escherichia Coli inferiores a 1,0 NMP/100 mL.

Padrão mais restritivo em regulamentações internacionais é de 2,2 NMP/100 mL.

Resultados e discussões

Os padrões obtidos de remoção de DBO e de sólidos sedimentáveis obtidos atendem:

- Resolução CONAMA nº 430 de 2011: remoção de DBO acima de 60% na DBO e SS inferior ou igual a 1,0 mL/L

- Decreto nº 8.468/1976: remoção de DBO acima de 80% e SS inferior ou igual a 1,0 mL/L.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos ao longo do período, conclui-se que o Módulo Compacto de Tratamento de Esgoto (MTEC) mostrou uma eficiência consistente na remoção de DBO, alcançando uma eficiência acima de 80% após a fase de aclimatação, bem como apresentou uma elevada performance na remoção de O&G, SS e coliformes.

O MTEC apresenta-se como uma solução prática, durável e eficaz para o tratamento de esgoto em comunidades isoladas, sem acesso à rede de coleta de esgoto e à energia. A facilidade de instalação, manutenção e os baixos custos operacionais tornam este sistema uma alternativa viável para melhorar as condições de saneamento básico em regiões de difícil acesso, contribuindo para a saúde pública e a qualidade de vida dos moradores.

Contatos:

Ana Maria Ribeiro
amribeiro@sabesp.com.br

Danilo Camargo
danilo@aeko.com.br

Marcio Tardioli
mtardioli@sabesp.com.br