

**XXVII**  
**EXPOSIÇÃO DE**  
**EXPERIÊNCIAS**  
**MUNICIPAIS EM**  
**SANEAMENTO**



Realização:



# Otimização do processo de secagem solar do lodo gerado na limpeza de reatores anaeróbios

**Autores:** Rafael Nava Miceli  
Guilherme Junqueira Jerônimo  
Gleyce Correia  
Aline Reggiane de Moura  
Manoel Carlos de Azevedo



# **XXVII** **EXPOSIÇÃO DE** **EXPERIÊNCIAS** **MUNICIPAIS EM** **SANEAMENTO**

---



Realização:



## **Apresentação:**

- **Químico Ambiental:** Universidade Estadual Paulista – UNESP
- **Gestor de Saneamento do SeMAE (Químico)**
- **Coordenador de Tratamento de Esgoto e Resíduos**

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Introdução

### ETE Rio Preto

- Associação de dois processos de tratamento: **reatores anaeróbios (UASBs)** seguido de **tanques de aeração (lodo ativado)**;
- Produção de água de reuso e desinfecção com gás cloro;
- 4º Módulo Implantado: horizonte de projeto **2028**;
- Capacidade instalada para uma população de **584.000 habitantes**.



Figura 1: Vista aérea da ETE Rio Preto.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Introdução

- Métricas 2024:
  - Vazões anual e média: **37.793.844 m<sup>3</sup> | 1.158 l/s**
  - Resíduos geração/custo: **21.779 toneladas | R\$ 7.132.512,92**
  - Consumo energético/custo: **10.540.241 kWh | R\$ 8.346.849,64**
  - Coleta e tratamento de esgoto urbano: **100%**
  - Eficiência média (DBO): **97,9%**

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Objetivo

- **Otimizar o processo de secagem solar do lodo** proveniente da limpeza de reatores anaeróbios, que é depositado nos leitos de secagem da estufa agrícola da ETE
- **Maximizar a capacidade de processamento das estufas de secagem**, pela redução do tempo de secagem e aumento de produtividade.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Material e métodos

- Reatores anaeróbios demandam **inspeção interna e manutenção** nos dispositivos de tratamento (*trifásico, distribuição, calhas e estrutura*).
- Para o acesso interno é necessário a drenagem e **sucção do material acumulado** no fundo.
- Executada com equipamentos hidrojato de alto vácuo, **a limpeza gera grande quantidade de material úmido**.
  - Lodo depositado acumula muita areia, lixo, tramas de pelos e fibras que o tornam **um material agregado e singular**.
- O material succionado é **depositado na estufa** agrícola para **secagem solar** antes do envio ao aterro sanitário.

# XXVII

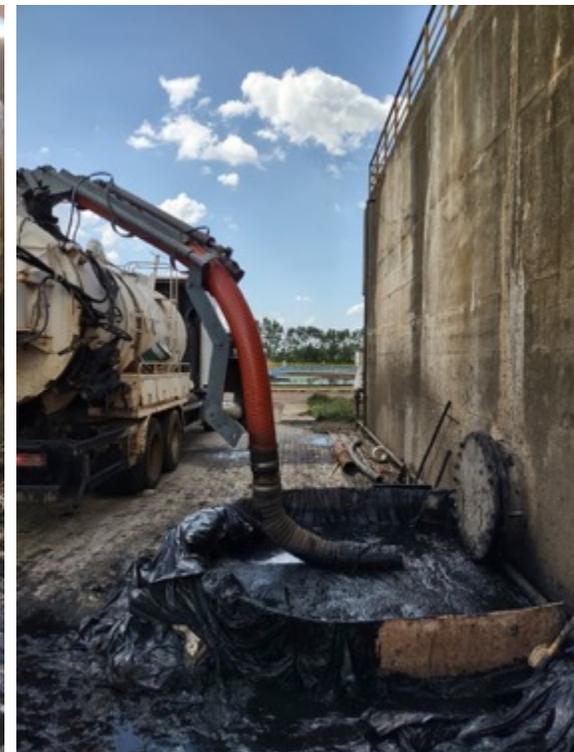
## EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO

**52º CNSA**  
CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO DA ASSEMAE  
20 a 24 de Maio de 2024  
RIBEIRÃO PRETO - SÃO PAULO

Realização:

**assemæ 40 anos**  
Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento

## Material e métodos



**Figura 2:** Interior de uma célula pré-limpeza, remoção do material pelas flanges laterais.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Material e métodos

- **Procedimento pré-existente:** o material era disposto sobre os leitos da estufa e mantido em repouso durante todo o processo de secagem.
  - **Limitações observadas:** formação de crosta na superfície, dificultando a evaporação das camadas inferiores.
- **Procedimento proposto:** revolvimento semanal do material com o auxílio de uma pá carregadeira, que é simples e acessível em comparação aos equipamentos específicos de secagem.
  - **Hipótese:** a quebra das crostas superficiais possibilitaria a secagem das porções inferiores, com maior agilidade e uniformidade.

# XXVII

## EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO

**52º CNSA**  
CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO DA ASSEMAE  
20 a 24 de Maio de 2024  
RIBEIRÃO PRETO - SÃO PAULO

Realização:

**assemæ 40 anos**  
Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento

## Material e métodos



Figura 3: Disposição do material na estufa de secagem.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO

  
**52º CNSA**  
CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO DA ASSEMAE  
20 a 24 de Maio de 2024  
RIBEIRÃO PRETO - SÃO PAULO

Realização:

  
assemae 40 anos  
Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento

## Material e métodos



Figura 4: Pá carregadeira realizando o revolvimento do material.

# XXVII

## EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO

**52° CNSA**  
CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO DA ASSEMAE  
20 a 24 de Maio de 2024  
RIBEIRÃO PRETO - SÃO PAULO

Realização:

**assemæ 40 anos**  
Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento

## Resultados e discussão



**Figura 5:** Aspecto do material após a secagem e da crosta superficial.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

- Para avaliação dos resultados obtidos foi realizada a média da massa de material destinado ao aterro, de 2017 a 2020, nos eventos de limpeza dos reatores **nas quais não havia revolvimento mecânico.**
- O período de 2020 a 2022 foi avaliado da mesma forma, pelas médias da massa de material destinado ao aterro, **já com prática semanal de revolvimento mecanicamente assistido.**
- O tempo de secagem para **o novo procedimento** foi mensurado pelo **período em dias** para a obtenção de um material com **teor de sólidos superior a 80%.**
- Nos **eventos de limpeza anteriores** ao novo procedimento **não era realizada análise de teor de sólidos** e o envio ao aterro era **baseado em critérios visuais** ou **pela necessidade de uso da estufa.**

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

**Tabela 1:** Indexação dos parâmetros analisados antes e após o novo procedimento.

Antes do revolvimento		Após o revolvimento	
Massa de material (t)	Tempo de secagem (dias)	Massa de material (t)	Tempo de secagem (dias)
872,5	180	377,66	45 a 70

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão



REATOR	PERÍODO	SEPARADOR TRIFÁSICO PVC/PRFV.4	TROCA DE TUBULAÇÕES	CALHAS COLETORAS	SUPORTES EM INOX	MATERIAL REMOVIDO	MATERIAL DESTINADO	DURAÇÃO
UASB X - Célula	Mes/Ano do início da Intervenção	Substituição OU reforço dos componentes do separador trifásico	Substituição das árvores internas de distribuição em PVC	Reforço da fixação e das calhas de coleta do efluente tratado	Reforço de fixação no chão das tubulações internas	QTDE/CUSTO gerado na limpeza da célula pré-manutenção (m³/R\$)	QTDE de material seco destinado para aterro pós-estufa (ton/R\$)	Tempo transcorrido LIMPEZA/MANUTENÇÃO (dias)
UASB 2-B	nov/17	Sim	Ok	Parcial	Inferior	1350 R\$ 181.453,50	892 R\$ 192.967,24	90 165
UASB 2-C	jun/18	Sim	Ok	Todas	Inf/Superior	2341 R\$ 323.338,26	841 R\$ 181.495,09	71 204
UASB 1-A	fev/19	Sim	Ok	Todas	Inf/Superior	1224 R\$ 169.058,54	922 R\$ 206.586,76	81 147
UASB 1-D	mai/20	Sim	Ok	Todas	Inf/Superior	1460 R\$ 211.616,98	836 R\$ 195.219,46	35 222
UASB 3-D	nov/20	Sim	Ok	Todas	Inf/Superior	1169 R\$ 173.505,04	358 R\$ 83.598,76	39 216
UASB 1-B		•	•	•	•	669 R\$ 99.294,16	331 R\$ 90.614,58	23 •
UASB 3-A	abr/22	Sim	Ok	Todas	Inf/Superior	1358 R\$ 215.181,99	444 R\$ 133.486,14	53

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Resultados e discussão

- **Otimização do uso da estufa:** a capacidade de processamento da estufa de secagem foi ampliada em 2,5 vezes, uma vez que era possível acomodar os resíduos oriundos de 2 células/ano passando para até 5 células/ano.
- **Redução de custo operacional:** o novo procedimento possibilitou a economia de recursos financeiros, vez que o custo médio para aterramento do material gerado por limpeza de célula reduziu de R\$ 194.000 para R\$102,000

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Conclusões

- O **simples revolvimento semanal** do material depositado para secagem na estufa proporcionou **uma redução de 56,7% no peso final** do material seco **por célula limpa**, evidenciando a eficiência do processo.
- O procedimento trouxe ainda a **redução dos custos para aterramento** do material por célula limpa **na ordem de 50%;**
- O **tempo de secagem** foi **reduzido de 180 para 45-70 dias**, possibilitando a aumento da capacidade de limpeza de 2 para 5 células anualmente.

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Referências

- Almeida Júnior, A.; Leite V. D.; Vieira, F. F.; Barros, A. J. M.; Nascimento, K. K. R. Avaliação da secagem térmica de lodo de esgoto sanitário. **Revista DAE SABESP. São Paulo. 2018. p. 2-5.**

# XXVII EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



Realização:



## Agradecimentos

À equipe do:



# XXVII

## EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO



20 a 24 de Maio de 2024

RIBEIRÃO PRETO - SÃO PAULO

Realização:



Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento

# OBRIGADO PELA ATENÇÃO!



### Mais Informações

 **Fale Conosco**

Envie sua dúvida, elogio, crítica ou sugestão



 **Callcenter**

0800 770 6666

 **Whatsapp**

(17) 99629 5917

 **Poupatempo**

Rua Antônio de Godoy, 3.003, Centro.

 **Ganha Tempo**

Shopping Cidade Norte - entrada 3 do centro de compras.

### Horário de Atendimento

Seg. a Sex., das 6 horas à 0 hora e aos Sáb., Dom. e Feriados, das 7 às 19 horas.

Seg. a Sex., das 7:30 às 17 horas.

Seg. a Sex., das 8 às 17 horas e aos Sáb., das 8 às 13 horas.

Seg. a Sex., das 10 às 19 horas e aos Sáb., das 10 às 15 horas.