

Empresa: - **Monera Eco Solutions**

CNPJ: - **28.158.479/0001-08**

Endereço: - **Av. Cassiano Ricardo, 601 - Cj. 161  
Edifício The One Office Tower  
Parque Residencial Aquarius  
São José dos Campos / SP  
12246-870**

Assunto: - **Tratamento Biológico de Lixiviado De Aterro Sanitário – CEDAE, RJ**

Responsável: - **Dr. Helvécio Carvalho de Sena**

Data: - **30 / 05 / 2019**

## **Monera Bio Power ® - Industrial**



## Sumário

Introdução .....	1
Composição de Chorume .....	2
Tratamento conjunto de Lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico .....	4
Pesquisa .....	5
Reator piloto.....	5
Cronologia.....	7
Resultados .....	11
Conclusões .....	15
Referências.....	16

## Tabelas e Figuras

<i>Tabela 1 - Característica do lixiviado de aterro da cidade de Bauru – SP .....</i>	<i>2</i>
<i>Tabela 2 - Característica do lixiviado de aterros sanitário da China .....</i>	<i>2</i>
<i>Tabela 3 - Característica do lixiviado de aterros sanitários da cidade do Rio de Janeiro dispostos na ETE Alegria / CEDAE .....</i>	<i>2</i>
<i>Tabela 4 - Fração de DQO Refratária em lixiviado de aterro sanitário .....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 1 - Microfotografia da mídia Monera Bio Power (Microscópio Eletrônico de Varredura) .....</i>	<i>4</i>
<i>Figura 2 - fungo Bjerkandera adusta .....</i>	<i>4</i>
<i>Figura 3 - Reator Piloto Monera - Instalado ETE Alegria / CEDAE / RJ .....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 4 – Recebimento de lixiviado de aterro sanitário – ETE Alegria – CEDAE / RJ .....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 5 – Pesagem de Monera Bio Power para introdução no reator piloto Monera / ETE Alegria / CEDAE / RJ .....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 6 - Retirada do lodo ativado (inóculo) da ETE piloto Monera / CEDAE .....</i>	<i>7</i>
<i>Tabela 5 - Resultados da primeira amostragem (20/12/2018) realizada na ETE piloto Monera / CEDAE .....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 7 - Primeira amostragem da ETE piloto Monera / CEDAE - CAF Química .....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 8 - Temperatura média no Rio de Janeiro .....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 9 - 1ª queima do soprador da ETE Monera / CEDAE .....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 10 - Montagem do sistema de serpentina para redução de temperatura .....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 11 - Relação entre taxa de aplicação e remoção de DQO no reator piloto Monera / CEDAE .....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 12 - Relação entre taxa de aplicação e remoção de NH<sub>4</sub> no reator piloto Monera / CEDAE .....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 13 - Monitoramento da concentração e remoção de DQO afluente ao reator piloto Monera / CEDAE .....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 14 - Monitoramento da concentração e remoção de NH<sub>4</sub> afluente ao reator piloto /CEDAE .....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 15 - MBP utilizada no reator piloto Monera / CEDAE .....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 16 – MBP utilizada no reator piloto Monera / CEDAE – detalhe da mídia cortada .....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 17 – MBP utilizada no reator piloto Monera / CEDAE – observação ao microscópio .....</i>	<i>14</i>

## **Introdução**

A geração de chorume continua sendo uma consequência inevitável da prática de disposição de resíduos em aterros sanitários.

O lixiviado de aterros contém menos carbono biodegradável devido à biodegradação no próprio aterro sanitário que produz o gás metano e é tipicamente caracterizado por alto teor de amônio ( $\text{NH}_4$ ), baixa biodegradabilidade (baixa relação DBO / DQO) e alta fração de moléculas orgânicas refratárias e grandes como ácidos húmicos e fúlvicos.

Os ácidos fúlvicos que possuem massa molecular entre 200 e 2.000 Daltons são mais difíceis de degradar quando comparados os ácidos húmicos que possuem massa molecular acima de 2.000 Daltons (DI BERNARDO E DANTAS, 2005; McBEAN, ROVERS e FARQUHAR, 1995 apud DE BRITO SOUTO, 2009)

Normalmente, lixiviados de aterros jovens contêm baixas concentrações de compostos orgânicos e são tratados mais facilmente em comparação com lixiviado de aterros antigos. Compostos orgânicos biodegradáveis e amônia são constituintes do lixiviado que representam as ameaças ambientais mais significativas.

O tratamento biológico do lixiviado é muitas vezes a alternativa mais rentável quando comparado a outras opções de tratamento. No entanto, os efluentes de chorume são conhecidos por conterem substâncias orgânicas recalcitrantes e/ou não biodegradáveis e os processos biológicos não são eficientes nestes casos.

O nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ) é identificado como um dos compostos mais tóxicos para organismos vivos (KURNIAWAN et al., 2006 apud BARDI, TIGINI, SPINA, & VARESE, 2016)

Compostos nitrogenados aliados aos de fósforo são nutrientes que quando dispostos em corpos d'água, em altas concentrações, podem estimular o crescimento de algas e esgotar o oxigênio dissolvido, resultando em eutrofização do corpo d'água, além de apresentar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos.

## Composição de Chorume

A composição do lixiviado dependerá de vários fatores, incluindo a idade do aterro, a composição dos resíduos recebidos e o índice pluviométrico.

O lixiviado conterà altas concentrações de produtos biodegradáveis e não biodegradáveis, incluindo matéria orgânica, fenóis, nitrogênio amoniacal, fosfato, metais pesados e sulfeto.

Alguns dados que demonstram a grande variabilidade desse efluente, por exemplo, na cidade de Bauru / SP / Brasil, o lixiviado teve as seguintes concentrações (Tabela 1):

*Tabela 1 - Característica do lixiviado de aterro da cidade de Bauru - SP*

DQO (mg/L)	NH4 (mg/L)	NO <sub>3</sub> (mg/L)
60.000 – 96.000	750 – 1.880	550 – 1.750

Enquanto em 03 aterros monitorados na China as concentrações são completamente diversas (Tabela 2):

*Tabela 2 - Característica do lixiviado de aterros sanitário da China*

DQO (mg/L)	NH4 (mg/L)	NO <sub>3</sub> (mg/L)
1.150 – 1.906	467,5 – 676,5	9,4 – 21,2

No estudo realizado na ETE Alegria, cidade do Rio de Janeiro/RJ o lixiviado apresentou as seguintes concentrações (Tabela 3):

*Tabela 3 - Característica do lixiviado de aterros sanitários da cidade do Rio de Janeiro dispostos na ETE Alegria / CEDAE*

DQO (mg/L)	NH4 (mg/L)	NO <sub>3</sub> (mg/L)
5.190 – 7.527	1.070 – 2.206	92,5

Um componente importante a ser avaliado no tratamento de lixiviado de aterro sanitário é a quantidade de matéria orgânica inerte, que é diretamente relacionada com a idade do aterro sanitário, o que está demonstrado através da Tabela 4.



Tabela 4 - Fração de DQO Refratária em lixiviado de aterro sanitário

Aterro	Fração DQO Refratária	Autor
Dois Arcos / RJ – aterro com 04 – 05 anos	25,9%	NASCENTES, 2013
Belo Horizonte / MG – aterro com 9 anos	45,0%	AMARAL et. al., 2006 apud NASCENTES, 2013
Belo Horizonte / MG – sem informação do tempo de operação	44,0%	MORAVIA, 2011 apud NASCENTES, 2013
Itajaí / SC – aterro com 07 anos	41,0%	CASTILHOS JUNIOR et al., 2013 apud NASCENTES, 2013

Os dados apresentados através da Tabela 4 são particularmente fundamentais para a presente pesquisa, visto que houve o recebimento de lixiviado de diferentes e diversos<sup>1</sup> aterros sanitários e mesmo de diferentes células de aterramento de um mesmo local.

<sup>1</sup> A Monera não sabe à origem dos lixiviados, por isto a descrição genérica.



## Tratamento conjunto de Lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico

O tratamento do lixiviado pode se tornar um processo tecnicamente complexo e caro. Portanto, a alternativa de tratar o chorume em conjunto com o esgoto doméstico deve ser avaliada.

Mas para que esta alternativa não cause problemas à ETE é necessário que haja uma avaliação técnica cuidadosa.

No Rio de Janeiro, Brasil, há uma recomendação de que as ETEs não recebam mais de 1% de seu volume em lixiviados.

Coincidentemente ao número estabelecido para o estado do Rio de Janeiro, a Estação de Tratamento de Esgotos de Barueri / Sabesp /SP recebe percolado de aterro sanitário na ordem de 0,9% do volume de esgoto doméstico (BOCCHIGLIERI, 2010).

No caso do Rio de Janeiro, a maior preocupação da empresa de inspeção (INEA) é o cumprimento do padrão de nitrogênio amoniacal no efluente tratado.

Assim, o principal objetivo desta pesquisa foi a redução significativa do nitrogênio amoniacal no lixiviado bruto, de modo que o sistema biológico das ETEs não receba alta carga de nitrogênio amoniacal.

Este trabalho tem como base a capacidade da mídia Monera Bio Power, Figura 1, de reter grande quantidade de microrganismos e desenvolver enzimas capazes de biodegradar compostos refratários.

Trabalho realizado com o fungo *Bjerkandera adusta* (Figura 2) demonstrou que ele produz enzima peroxidase capaz de descolorir lixiviado de aterro sanitários (TIGINI et al., 2013 apud BARDI, TIGINI, SPINA, & VARESE, 2016)

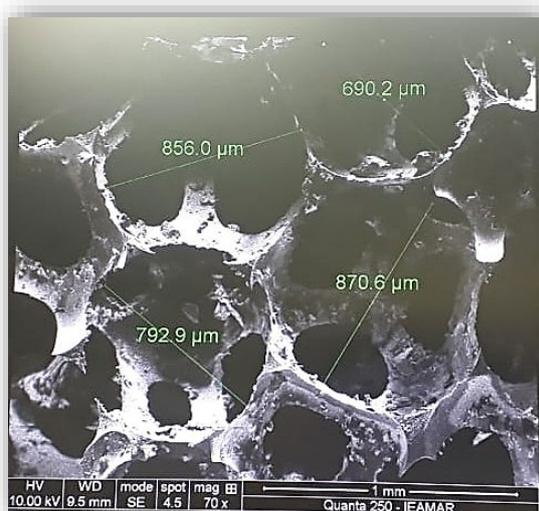


Figura 3 - Microfotografia da mídia Monera Bio Power (Microscópio Eletrônico de Varredura)



Figura 4 - fungo *Bjerkandera adusta*



## Pesquisa

Para atingir o objetivo proposto de se reduzir a carga nitrogenada foi montado um reator piloto dentro da ETE Alegria / CEDAE / RJ.

### Reator piloto

O sistema piloto foi construído com 3 reatores.

O primeiro é um reator anóxico com capacidade para 150 litros, o segundo reator é para a remoção de carga orgânica com capacidade para 250 litros e o terceiro reator para a remoção de nitrogênio amoniacal com capacidade para 250 litros. Este sistema está demonstrado através da figura 3.



*Figura 3 - Reator Piloto Monera - Instalado ETE Alegria / CEDAE / RJ*

O lixiviado do aterro sanitário era armazenado em um caixa com capacidade de 5.000 litros (Figura 4) e encaminhado por gravidade até o reator piloto.





*Figura 5 – Recebimento de lixiviado de aterro sanitário – ETE Alegria – CEDAE / RJ*

O objetivo da adição do MBP é favorecer o crescimento de células microbianas e formação de biofilme altamente ativo. Assim, as células apresentam um desempenho muito superior e até 50 vezes mais estável do que as células suspensas livres.

Nos reatores demonstrados através da figura 3, foram introduzidas mídias com área de crescimento aderido extremamente elevada (MBP):  $20.000 \text{ m}^2/\text{m}^3$ , figura 1 e 5.



*Figura 5 – Pesagem de Monera Bio Power para introdução no reator piloto Monera / ETE Alegria / CEDAE / RJ*

## Cronologia

**04/12/2018** – Feito a montagem do reator piloto Monera / CEDAE

**05/12/2018** – Reator foram inoculados com lodo ativado da ETE Alegria / CEDAE

**08/12/2018** – Retirado o lodo ativado do reator piloto Monera / CEDAE (Figura 6)



*Figura 6 - Retirada do lodo ativado (inóculo) da ETE piloto Monera / CEDAE*

**08/12/2018** – Start-up da ETE piloto Monera / CEDAE com lixiviado.

**20/12/2018** – Coleta da primeira amostra – finalidade: ajuste do sistema – Laboratório contratado: CAF Química (Figura 7).

O resultado da amostragem foi liberado no dia 22/01/2019. Com os seguintes resultados:

*Tabela 5 - Resultados da primeira amostragem (20/12/2018) realizada na ETE piloto Monera / CEDAE*

Ponto de amostragem	DQO mg/L	Nitrato mg/L	Nitrito mg/L	Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Nitrogênio Kjeldahl (mg/L)	pH
Chorume bruto	6.748	119.909,0	0,05	185,05	17,02	8,22
Chorume tratado (efluente da ETE piloto)	6.248	119.909,0	0,07	23,95	8,10	8,63



A análise dos dados apresentados demonstrou incoerência, a qual descrevemos. Analiticamente a concentração de nitrogênio orgânico e nitrogênio amoniacal pode ser determinado em conjunto e é referenciado como “Nitrogênio Kjeldahl” (APHA; AWWA; WEF, 2012), portanto a concentração de nitrogênio Kjeldahl deve obrigatoriamente ser superior a concentração de nitrogênio amoniacal, pelo simples fato analítico.

Os dados apresentados através da tabela 5 demonstra resultados totalmente anômalos e sem credibilidade.

A Monera, ao receber os resultados solicitou aos responsáveis do laboratório nova amostragem, o que foi realizado, porém com resultados semelhantes aos apresentados.

 		<b>CAF QUÍMICA LTDA</b> Estrada Marechal Miguel Salazar Mendes de Moraes Nº 38 – Taquara – Jacarepaguá – Rio de Janeiro – RJ CEP: 22770-330 PABX: (21) 2444-2829 <a href="http://www.cafquimica.com.br">www.cafquimica.com.br</a>	
<b>Relatório de Ensaio Nº: 25264.2018.A- V.1</b>			
<b>01. Dados Contratação:</b>			
<b>Solicitante:</b>			
<b>Razão Social:</b>	CEDAE para Projeto ETE MONERA Chorume		
<b>CNPJ/CPF:</b>	28.158.479/0001-08		
<b>Endereço:</b>	AVENIDA CASSIANO RICARDO,601SALA 61 E 63 PARQUE RESIDENCIAL AQUARIUS - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS/SP CEP: 12246870		
<b>Proposta Comercial:</b>	784.2018.V2		
<b>Contato:</b>	HOMERO COSTA JUNIOR E-mail: <a href="mailto:homero@monera.eco.br">homero@monera.eco.br</a> Fone: (21) 99375-7823		
<b>02. Dados da Amostragem:</b>			
<b>Descrição Ponto Coleta:</b>	Afluente do Reator 1		
<b>Endereço Amostragem:</b>	ETE ALEGRIA - RUA BOAS VINDAS,S/N, CAJU - RIO DE JANEIRO/RJ CEP: 00000000		
<b>Condições Ambientais:</b>	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Tempo: Sol Brilhante, Vento fraco, Temp Transporte: 2.40°C,		
<b>Matriz e Origem Amostra:</b>	Efluente - Chorume		
<b>Característica da Amostra:</b>	Composta (5 Aliquotas)		
<b>Período de Amostragem:</b>	20/12/2018 08:50:00 até 20/12/2018 10:50:00	<b>Responsável pela Amostragem</b>	Marcio Brandao
<b>Data Recebimento:</b>	20/12/2018 12:59:33	<b>Data Conclusão Amostra:</b>	22/12/2019 14:25:51
<b>Data Início Amostra:</b>	20/12/2018	<b>Data da Conferência:</b>	21/01/2019 17:38:01
<b>Responsável pela Conferência:</b>	Jean Felipe Cardoso		

Figura 7 - Primeira amostragem da ETE piloto Monera / CEDAE - CAF Química

**22/01/2019** – Contratação de novo laboratório e nova amostragem.

**27/01/2019** – Primeiro resultado consistente e início dos ajustes do reator piloto Monera / CEDAE

**21/02/2019** – Nesta data percebeu-se que o sistema não estava progredindo conforme programado.

Detectou-se que o lixiviado estava chegando com temperaturas acima de 45,0°C, conforme demonstrado através da figura 8, a temperatura ambiente atingiu pico de 37,5°C no mês de fevereiro/2019.



Considerando que o transporte de lixiviado é feito em carretas com tancagem em aço e que devido ao trânsito o lixiviado era exposto a elevadas temperaturas durante várias horas, ocasionando a alta temperatura citada.

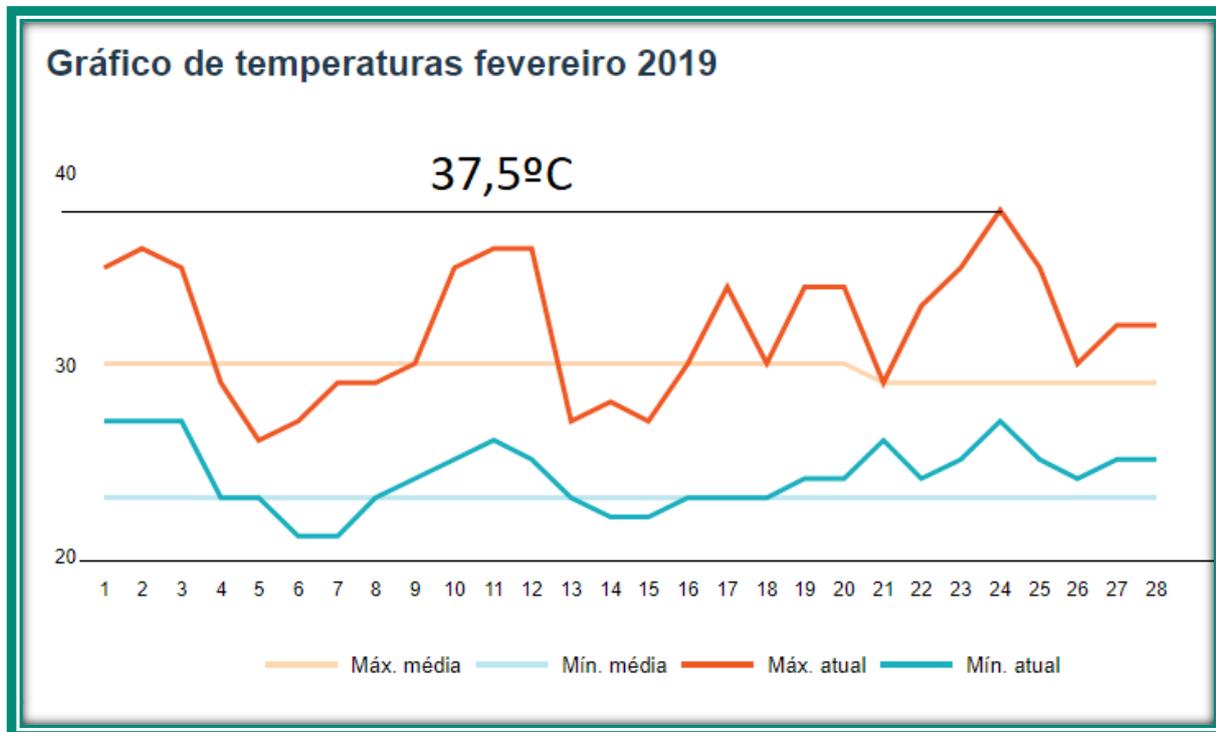


Figura 8 - Temperatura média no Rio de Janeiro  
(<https://www.accuweather.com/pt/br/rio-de-janeiro/45449/february-weather/45449>)

A questão da temperatura é de extrema importância pois afeta o equilíbrio da amônia livre que é calculada conforme equação 1 (ANTHONISEN et. al., 1976 apud YUSOF, HASSAN, PHANG, TABATABAEI, & OTHMAN, 2010):

Equação 1:

$$FA \left( \frac{mg}{L} \right) = \frac{17}{14} \times \frac{TAN \left( \frac{mg}{L} \right) \times 10^{pH}}{e^{\left( \frac{6344}{273 + ^\circ C} \right)} + 10^{pH}}$$

Apenas para exemplificar, um esgoto doméstico com 50 mgNH<sub>4</sub>/L, pH = 7,0 e Temperatura de 20°C, nestas condições a amônia livre (FA) será de 0,23 mg/L.

Alterando a temperatura para 40°C, a concentração de FA será de 0,94 mg/L. Portanto um aumento de 300%.

A concentração de FA tóxico para as bactérias nitrossomonas é de no máximo 5 mg/L e para as nitrobacter é de no máximo 150 mg/L, podendo ocorrer adaptações a depender das condições operacionais impostas.



A ETE piloto Monera / CEDAE operando com temperatura de 25°C, pH de 8,5 e concentração de nitrogênio amoniacal de 1.200 mg/L, apresenta uma concentração de FA de 222 mg/L.

Com o aumento da temperatura para 40°C esta concentração sobe para 485 mg/L.

Assim associando-se temperatura e pH elevados, há inibição do processo de nitrificação (YUSOF, HASSAN, PHANG, TABATABAEI, & OTHMAN, 2010).

A questão do aumento da temperatura de forma abrupta é a causa do baixo desempenho do processo até o mês de fevereiro/2019. Contudo deve-se ressaltar a alta capacidade da MBP no tratamento de lixiviado, atingindo eficiência de remoção de DQO de 53% (de 3.050 para 1.430 mg/L) e remoção de nitrogênio amoniacal de 99,8% (de 1.150 para 2 mg/L), somente com processo biológico operando com a MBP (PASCİK & GLAMP, 1992)

**01/03/2019** – Queima do soprador (figura 9). Necessário aguardar 07 dias para concerto, conseqüentemente, sistema entra em anaerobiose.



*Figura 9 - 1ª queima do soprador da ETE Monera / CEDAE*

**01/03/2019** – Montagem de sistema de serpentina (Figura 10) para redução da temperatura.



*Figura 10 - Montagem do sistema de serpentina para redução de temperatura*

## Resultados

Conforme descrito no item “cronologia”, no dia 22/01/19 houve a primeira amostragem consistente, data esta que será considerada como o tempo “zero” do experimento.

Nesta primeira amostragem, verificou-se que a taxa de aplicação de DQO por metro quadrado estava elevada (27,81 gDQO/m<sup>2</sup>/d), o que inviabilizaria o tratamento, considerando inclusive o possível alto percentual de matéria orgânica refratária.

Com uma taxa de aplicação entre 1,75 a 2,24 gDQO/m<sup>2</sup>/d a taxa de remoção elevava-se consistentemente, até o 22º dia do experimento, conforme demonstrado através da Figura 11.

Na amostragem realizada no 28º dia, 19/02/19, observa-se a queda abrupta dos resultados de remoção. Este fenômeno ocorreu devido a elevada temperatura em que o lixiviado entrava no reator piloto Monera / CEDAE, conforme descrito no item “cronologia”.

Após a intervenção no reator piloto com a introdução de sistema de resfriamento através de serpentina e o concerto do soprador, houve uma melhora exponencial no 59º dia do experimento.

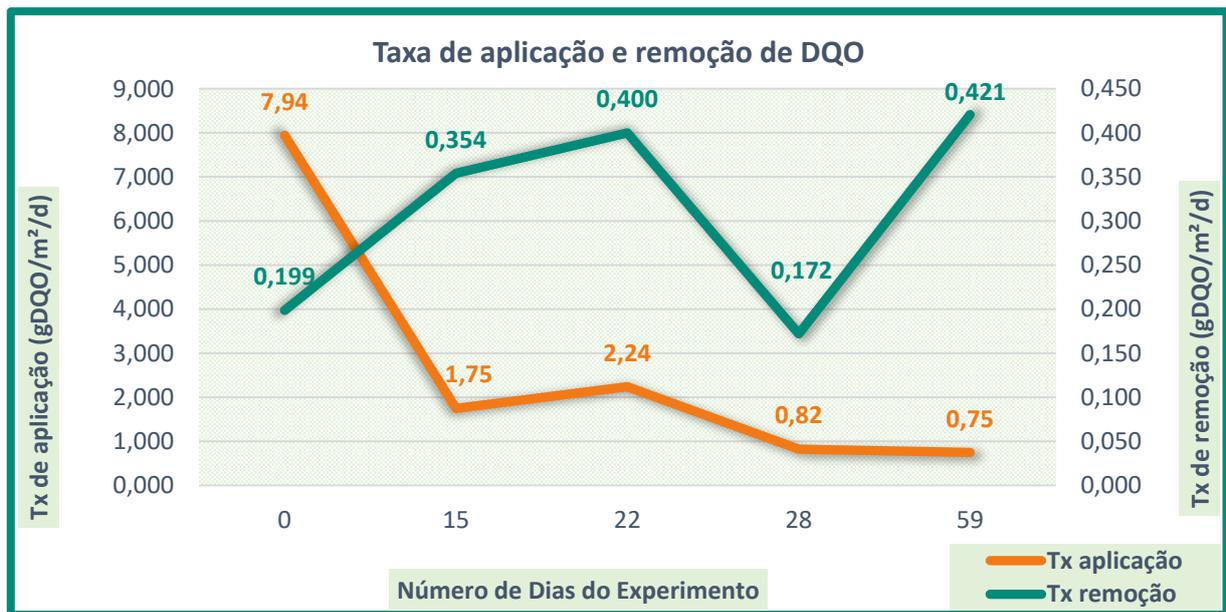


Figura 11 - Relação entre taxa de aplicação e remoção de DQO no reator piloto Monera / CEDAE

O fenômeno descrito para a taxa de remoção de DQO descrita acima, é mais evidente quando relacionado a taxa de remoção de nitrogênio amoniacal, conforme demonstrado através da Figura 12.

Neste caso, devido à menor taxa de crescimento das bactérias autotróficas a queda na taxa de remoção de amônia é linear entre o 15º e 28º dia do experimento.

No 59º dia do experimento é nítido a melhora na taxa de remoção de nitrogênio amoniacal.



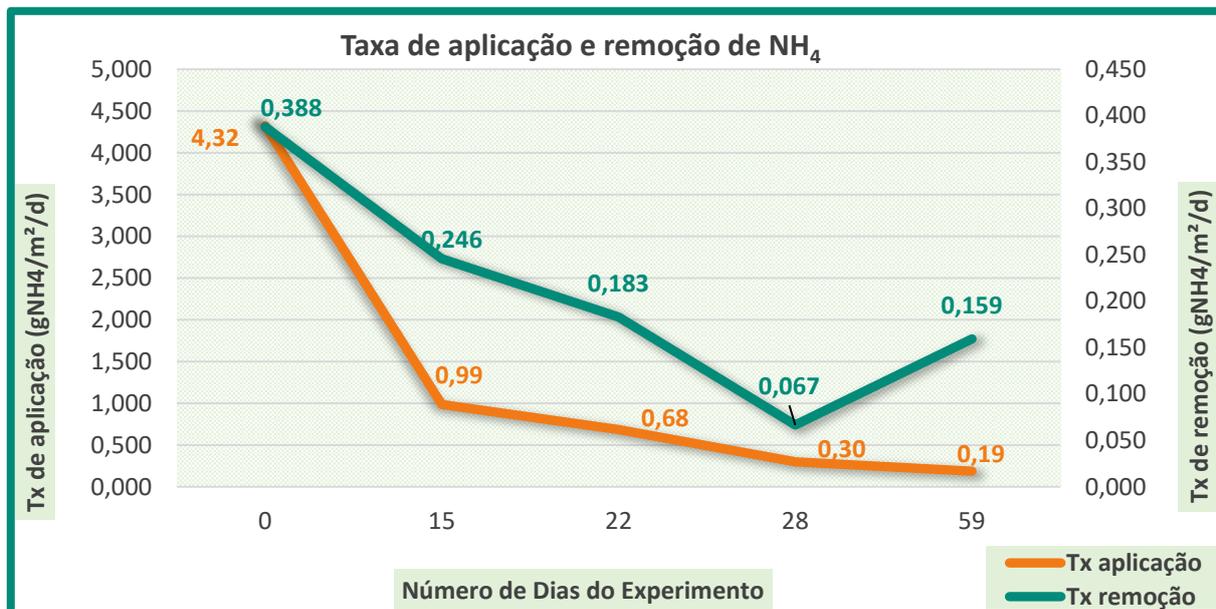


Figura 12 - Relação entre taxa de aplicação e remoção de NH<sub>4</sub> no reator piloto Monera / CEDAE

Através das Figuras 13 e 14 demonstram-se a variabilidade da concentração de DQO e Nitrogênio Amoniacal, como também a taxa de remoção desses parâmetros do lixiviado afluente ao reator piloto Monera / CEDAE.

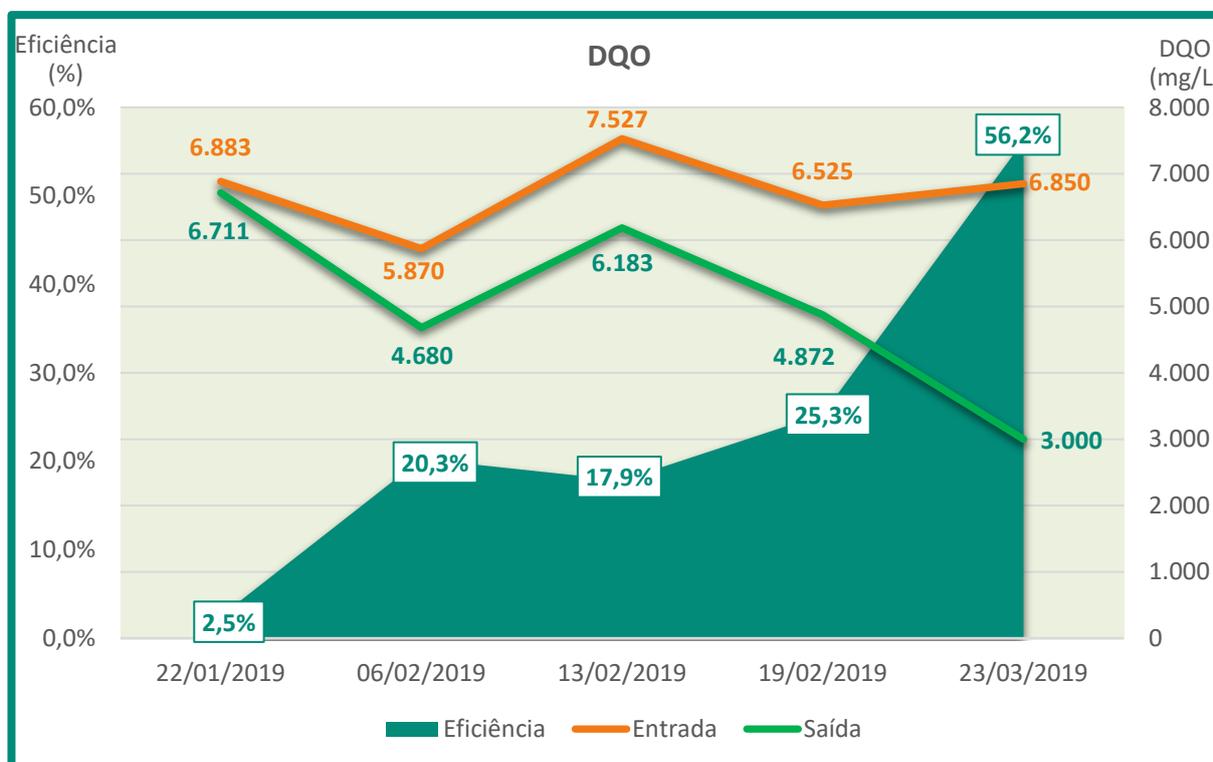


Figura 13 - Monitoramento da concentração e remoção de DQO afluente ao reator piloto Monera / CEDAE



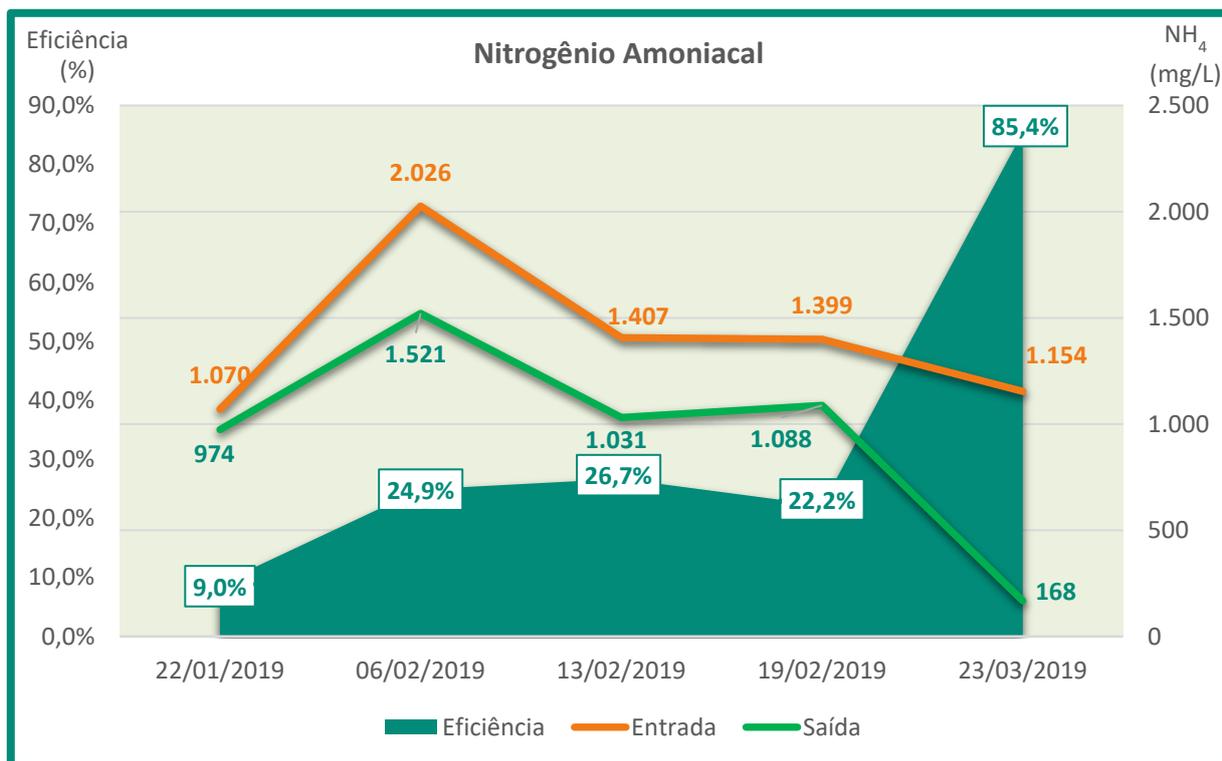


Figura 14 - Monitoramento da concentração e remoção de  $NH_4$  afluyente ao reator piloto Monera / CEDAE

A média MBP utilizada no experimento do tratamento do lixiviado recebido na ETE Alegria foi analisado para comprovar a sua integridade.

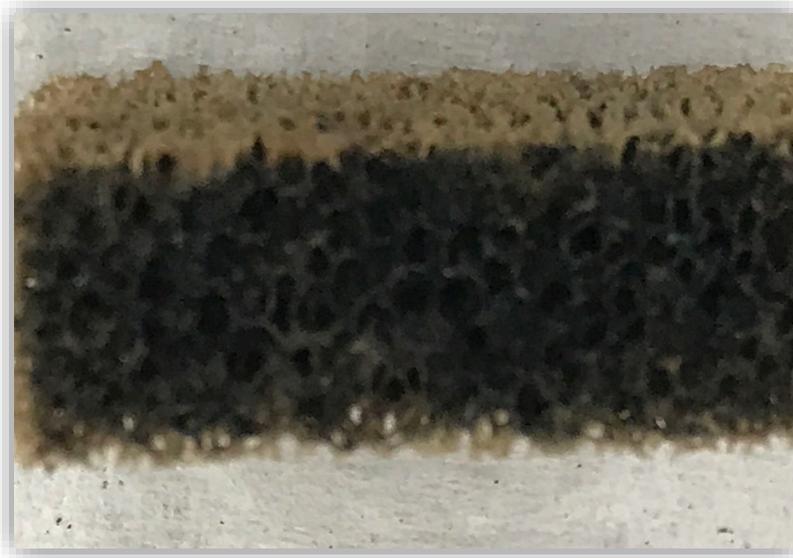
A figura 15 mostra a média MBP retirada do reator, demonstrando características físicas compatíveis com o estado inicial. Não caracterizando perda de material.



Figura 15 - MBP utilizada no reator piloto Monera / CEDAE

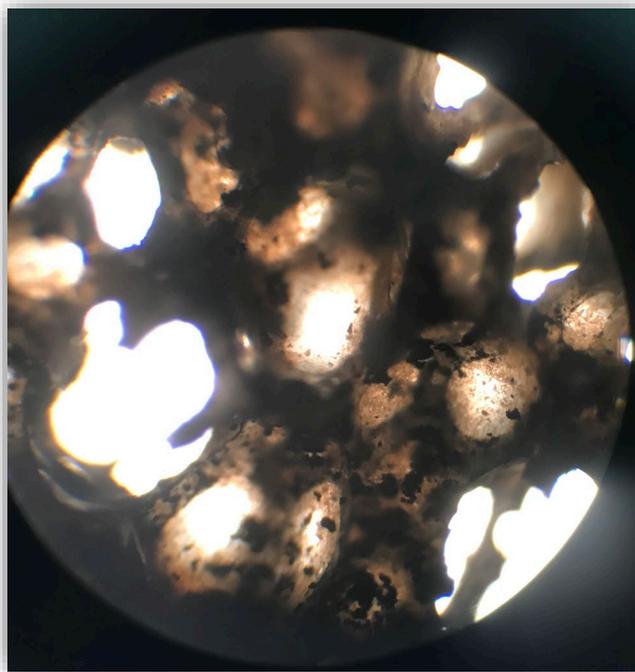


A figura 16 demonstra a mesma mídia, agora cortada para demonstrar que o preenchimento da tecnologia continua intacto.



*Figura 16 – MBP utilizada no reator piloto Monera / CEDAE – detalhe da mídia cortada*

A figura 17 demonstra a mesma mídia, observada ao microscópio com aumento de 100 vezes demonstrando que os poros continuam livres sem colmatção.



*Figura 17 – MBP utilizada no reator piloto Monera / CEDAE – observação ao microscópio*



## Conclusões

Houve a remoção de 85% de nitrogênio amoniacal para um tempo de detenção equivalente à 05 horas, sendo que o mais significativo parâmetro para o tratamento de lixiviado com a tecnologia MBP é a taxa de aplicação (gDQO/m<sup>2</sup>/d e gNH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>/d).

A mídia MBP, mesmo operando em condições extremas de temperatura e pH, manteve-se intacta sem perda de massa e com 100% dos poros livres.

Os dados do monitoramento do lixiviado bruto demonstra grande variabilidade, mesmo sendo coletado na saída do tanque de acumulação (Figura 4). Esta constatação demonstra que é necessário um tanque de acumulação de maior capacidade para minimizar as variações.

Houve dificuldades operacionais como o aumento da temperatura e a queima por duas vezes do soprador.

O aumento da temperatura associado a variação do lixiviado provocou a inibição parcial do tratamento, porém ficou demonstrado a alta capacidade do MBP visto que o processo continuou com taxa de remoção de nitrogênio amoniacal em 22% (Figura 14, 28º dia, 19/02/2019).

As bactérias autotróficas, i.e. *Nitrosomonas europaea* e *Nitrosomonas mobilis*, são estritamente aeróbias, portanto nos períodos em que há a paralisação da aeração (queima do soprador ocorreu em duas ocasiões) o processo de nitrificação (objetivo principal desta pesquisa) é comprometido, sendo necessário aguardar alguns dias para a retomada do processo.

Após o 59º dia do experimento, houve mais uma amostragem, porém o sistema de aeração já se apresentava parcialmente comprometido e a vazão afluyente ao reator piloto Monera / CEDAE também está comprometida devido a entrada de ar na tubulação. Portanto, resultado, não representativo do processo de tratamento.

O reator piloto Monera / CEDAE foi retirado da Estação de Tratamento Alegria e será montado na cidade de São José dos Campos / SP.

Toda a equipe do CEDAE e INEA estão convidados a visitar as instalações industriais da Monera Eco Solutions para o acompanhamento do funcionamento do sistema.



**Dr. Helvécio Carvalho de Sena**



## Referências

- APHA; AWWA; WEF. (2012). STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. 22ND EDITION.
- BARDI, A., TIGINI, V., SPINA, F., & VARESE, G. D. (2016). TREATMENT OF RAW LEACHATE AND SYNTHETIC RECALCITRANT COMPOUNDS USING A SELECTED WHITE ROT FUNGUS. ROMA, ITALIA: X Simposio Internazionale di Ingegneria Sanitaria Ambientale.
- BOCCHIGLIERI, M. M. (2010). O LIXIVIADO DOS ATERROS SANITÁRIOS EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DOS SISTEMAS PÚBLICOS DE ESGOTOS. SÃO PAULO, SP, BRASIL: TESE DE DOUTORADO : UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO : FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA.
- DE BRITO SOUTO, G. D. (2009). LIXIVIADO DE ATERROS SANITÁRIOS BRASILEIROS - ESTUDO DE REMOÇÃO DO NITROGÊNIO AMONIAICAL POR PROCESSO DE ARRASTE POR AR. SÃO CARLOS, SP: TESE (DOUTORADO) - ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - 371 p.
- MAHVI, A. H., ROODBARI, A. A., NODEHI, R. N., NASSERI, S., DEGHANI, M. H., & ALIMOHAMMADI, M. (19 de JULHO de 2012). IMPROVEMENT OF LANDFILL LEACHATE BIODEGRADABILITY WITH ULTRASONIC PROCESS. PLOS ONE - <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0027571>.
- NASCENTES, A. L. (2013). TRATAMENTO COMBINADO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO E ESGOTO DOMÉSTICO. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: TESE DE DOUTORADO : UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ.
- PASCIK, I., & GLAMP, J. R. (1992). BIOLOGISCHE STICKSTOFFELIMINIERUNG AUS AMMONIUMREICHEN ABWÄSSERN. BERLIN, ALEMANHA: VORTRAG ANLABLICH DES KOLLOQUIUMS.
- SANTOS, M. D. (2014). AVALIAÇÃO DE UM NOVO MODELO DE REATOR DE CAVITAÇÃO HIDRODINÂMICA PARA AQUECIMENTO CONTROLADO DE LÍQUIDOS E PRODUÇÃO DE EMULSÕES EM ESCALA SUB-MICROMÉTRICA. SÃO PAULO, SP: DISSERTAÇÃO (MESTRADO) - ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. 100 p.
- YUSOF, N., HASSAN, M. A., PHANG, L. Y., TABATABAEI, M., & OTHMAN, M. R. (JAN de 2010). NITRIFICATION OF AMMONIUM-RICH SANITARY LANDFILL LEACHATE. WASTE MANAGEMENT : 30 : PG 100 - 109.

