

**SUPERINTENDÊNCIA DE OPERAÇÃO E TRATAMENTO
DE ESGOTOS - POE**

NOTA TÉCNICA Nº 04/2018 (GEDOC 23462/2018)

**AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO
PARA O CHORUME DO ATERRO OESTE DE BRASÍLIA –
DF**

Brasília

Maio de 2018



NOTA TÉCNICA POE Nº 04/2018 (GEDOC 23462/18)**AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO PARA O CHORUME
DO ATERRO OESTE DE BRASÍLIA – DF****1. Considerações Iniciais**

Trata a presente Nota Técnica de uma avaliação das alternativas tecnológicas para o tratamento de chorumes produzido pelo Aterro Sanitário Oeste, operado pelo SLU, em Brasília-DF, conforme solicitado pelo SLU à CAESB através do Ofício 1015/2017-DIGER/SLU, de 18/10/2017.

2. Antecedentes

O tratamento de lixiviados de aterros é hoje considerado um desafio para profissionais de saneamento. Essas dificuldades talvez se devam ao fato de ser um problema relativamente novo para a engenharia sanitária nacional. O problema é novo por que antes da década de 1970, quando começou a implantação de aterros com impermeabilização de base, o chorume praticamente não existia. Ou melhor, existia sim, mas como um problema de contaminação de subsolo e de águas subterrâneas, um líquido que infiltrava por toda a extensão da base dos aterros e lixões. Não sendo coletado e conduzido a um único ponto de saída, não fazia sentido pensar num tratamento.

Os estudos sobre a composição dos lixiviados iniciaram no início da década de 1970 (FLECK, 2003) e os primeiros estudos sobre sua tratabilidade datam da segunda metade da mesma década (LIMA, 1988).

Os estudos mais recentes foram desenvolvidos no âmbito de uma rede de pesquisas dentro do edital 5 do Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (Prosab), cujos resultados estão sintetizados numa publicação de 2009 intitulada “Resíduos Sólidos – Estudos de Caracterização e Tratabilidade de Lixiviados de Aterros Sanitários para as Condições Brasileiras” – Síntese dos Estudos do Prosab.

A maioria das pesquisas estudou a viabilidade do tratamento combinado do lixiviado em estações de tratamento de esgotos sanitários domésticos, cujos benefícios econômicos e ambientais seriam maximizados.

Alguns estudos mostram que é inviável do ponto de vista econômico e técnico o tratamento dos lixiviados em estações próprias do aterro de forma a atender aos requisitos legais, segundo a Resolução Conama 357/05, haja vista que as concentrações dos lixiviados são muito elevadas para diversos parâmetros e mesmo considerando eficiências de tratamento superiores a 95% para remoções de matéria orgânica, os efluentes tratados ainda extrapolariam os limites máximos para lançamento de efluentes em cursos d'água.

Outro fator que vem em favor da viabilidade do tratamento combinado é o fato de que mesmo após o encerramento do aterro, as células ainda gerariam lixiviados por mais 15 ou 20 anos, sendo necessária a manutenção e a operação da unidade de tratamento dos lixiviados durante esse período.

O tratamento combinado de lixiviados em ETEs é muito utilizado no mundo e em diversas estações de tratamento no Brasil.

Segundo a Agência de Proteção Ambiental Americana – USEPA, cerca de 800 aterros de resíduos não perigosos lançavam seus lixiviados em sistemas públicos de esgotos (rede coletora e ETE), no ano de 2000. Para esses aterros de resíduos não perigosos a USEPA não estabeleceu a necessidade de pré-tratamento (USEPA, 2000).

Segundo PAGANINI, 2003, no Brasil diversos aterros encaminham seus lixiviados para ETEs, dentre eles citamos: Aterro de Bandeirantes – SP, Aterro de São João – SP, Vila Albertina – SP, Aterro de Belo Horizonte – MG, Salvaterra – MG, Santo Amaro – SP, Extrema – RS, Morro do Céu – Niterói – RJ, Aterro de Gramacho – RJ.

A literatura internacional apresenta que da adoção de pré-tratamento pode ser necessária em casos especiais para reduzir cargas poluidoras (TCHOBANOGLOUS, 1993) e McBEAN et al (1995), estabeleceu que fosse mantida uma relação máxima de vazão de lixiviados em relação à vazão da ETE, inferior a 2%, de forma a garantir a não interferência nos processos biológicos das ETEs.

3. Exigências de Qualidade para o recebimento de lixiviados na ETE Melchior

A ETE Melchior é responsável pelo tratamento de esgotos das cidades de Taguatinga e Ceilândia. Possui concepção de tratamento para remoção de nutrientes, sendo, portanto, uma unidade com tratamento avançado. Sua vazão atual é da ordem de 80.000 metros cúbicos por dia.

O corpo receptor dos efluentes da ETE é o rio Melchior, afluente do rio Descoberto, que é um dos principais formadores do lago Corumbá IV. Esse reservatório é um manancial de abastecimento de água estratégico tanto para o Distrito Federal quanto para o Estado de Goiás, para atendimento à população do Distrito Federal e da região do entorno de Brasília.

Para o recebimento de efluentes líquidos nas unidades de tratamento de esgotos do Distrito Federal, há que se observar os padrões estabelecidos pelo Decreto Distrital no 18.328 de 08 de junho de 1997, apresentados nas Tabelas I, atualizada em 2011 pela CAESB e Tabela II, transcritas a seguir.



Tabela I – Características do Esgoto Doméstico para o Distrito Federal

Constituintes	Unidade de Medida	Concentrações Médias
Sólidos Totais	mg/L	600
DBO	mg/L	480
DQO	mg/L	860
Nitrogênio Total	mg/L	80
Nitrogênio Orgânico	mg/L	24
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	56
Nitrito	mg/L	0
Nitrato	mg/L	0
Fósforo Total	mg/L	10
Cloreto	mg/L	80
Óleos e Graxas	mg/L	150

(*). Atualizado em 2011 pela CAESB, conforme prevê o art. 156 do Decreto 18.328/97



Tabela 2 - Efluentes Líquidos Industriais-Parâmetros Básicos

Parâmetros	Unidade de Medida	Limite Máximo
pH	-	6 a 10
Temperatura	°C	40
Sólidos Sedimentáveis **	ml/l	20
Óleos e Graxas	mg/l	150
Vazão Máxima	l/s	1,5 Q ***
Arsênico Total	mg/l	1,5
Cádmio Total	mg/l	1,5
Chumbo Total	mg/l	1,5
Cianeto	mg/l	0,2
Cobre Total	mg/l	1,5
Cromo Hexavalente	mg/l	0,5
Cromo Total	mg/l	5,0
Surfactantes (MBAS)	mg/l	5,0
Estanho Total	mg/l	4,0
Fenol	mg/l	5,0
Ferro Solúvel (Fe ²⁺)	mg/l	15,0
Fluoreto	mg/l	10,0
Mercúrio Total	mg/l	1,5
Níquel Total	mg/l	2,0
Prata Total	mg/l	1,5
Selênio Total	mg/l	1,5
Sulfato	mg/l	1000,0
Sulfeto	mg/l	1,0
Zinco Total	mg/l	5,0

** Em teste de 1h em cone Imhoff; *** Vazão média horária
 Ref.: ABNT. NBR 9800 – Critérios para Lançamento de Efluentes Líquidos Industriais no Sistema Coletor Público de Esgoto Sanitário, abril/1987, 5p; e Decreto Distrital 18.328/97

O referido Decreto em seu art. 149 estabelece que os efluentes que não cumpram as exigências de qualidade apresentadas nas Tabelas I e II poderão ser lançados nas redes coletoras, mediante a celebração de um contrato que estabelecerá uma tarifação especial, que será calculada em função da carga orgânica e da carga de sólidos totais apresentadas pelos efluentes da fonte geradora.

Especificamente em relação ao previsto neste art. 149 a CAESB limita o recebimento de efluentes, mediante celebração de contratos de sobretaxa, apenas quando são extrapolados os limites estabelecidos na Tabela I, exceto para óleos e graxas, cujos limites serão exigidos.

Assim, qualquer efluente a ser encaminhado para as unidades da CAESB, e na situação em análise para a ETE Melchior, deverá obedecer rigorosamente aos limites máximos exigidos para os parâmetros apresentados na Tabela II, do referido Decreto.

4. O Aterro Sanitário de Brasília – Estação de pré-tratamento de chorume prevista

A empresa Cepollina Engenheiros Associados S/A apresentou em 2012 o Relatório Final do projeto executivo de implantação da primeira etapa do novo aterro sanitário e anteprojeto das demais infraestruturas de apoio da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos do Distrito Federal – CTRS/DF.

Nesse documento foi apresentada a proposição de uma concepção de tratamento e o dimensionamento da estação de pré-tratamento do chorume gerado na Central de Tratamento de Resíduos Sólidos do Distrito Federal (CTRS-DF). A tecnologia proposta, dotada de tratamento biológico, foi prevista para proporcionar a redução dos seguintes parâmetros: carga orgânica biodegradável (DBO5), carga orgânica nitrogenada (NKT, N-NH3, N-NO3 e N-NO2) e metais pesados, caso presentes, de maneira a não prejudicar a performance das ETE's da CAESB.

As seguintes condições foram adotadas:

- Vazão: 40,63 m³/ h;
- pH: 7,9 / 8;
- DQO: 4.235 mg/ l @ 172,1 kg/ h;
- DBO: 1.841 mg/ l @ 74,8 kg/ h;
- N-NH3 : 1.980 mg/ l @ 80,4 kg/ h;
- Alcalinidade: 8.000 mg/l;
- Temperatura: 30 °C.

O sistema de pré-tratamento previsto consiste numa etapa inicial dotada de tratamento químico, utilizando a cal hidratada para a precipitação da matéria orgânica recalcitrante e também para a precipitação de metais.

Os resíduos sólidos decantados teriam como destino o próprio aterro sanitário.

A fase líquida remanescente segue para o tratamento biológico, em valos de oxidação, onde ocorre a remoção de matéria orgânica e de nitrogênio amoniacal.

Foram previstas as seguintes características esperadas para o efluente pré-tratado são:

- pH: 7 - 7,5;
- DBO5: Remoção mínima de 90% ou concentração de 188,1 mg/l;
- N-NH3 : Remoção mínima de 80% ;
- DQO: Remoção mínima de 60% ou concentração de 2.000 mg/ l.

Os níveis de remoção de matéria orgânica e de nitrogênio previstas nesse dimensionamento ainda extrapolam os valores característicos de esgoto sanitário médio. Neste caso, mantendo essas características, ainda se faz necessária a celebração de contrato de tarifação especial para a sobretaxa da parcela da carga orgânica que ultrapassar os níveis definidos pelo Decreto 18.328/97.



5. Processos alternativos para o tratamento de chorumes

Diversos processos de tratamento de chorume têm sido estudados e implantados, porém devido às dificuldades do tratamento, decorrentes de suas características físico-químicas, a quase totalidade dos processos conhecidos são considerados ainda como pré-tratamentos, haja vista não apresentarem ainda um efluente final com qualidade compatível com a legislação em vigor para o lançamento diretamente no corpo receptor.

O quadro 1, a seguir, apresenta uma síntese dos principais processos de tratamento de chorume atualmente utilizados, e seus respectivos níveis de eficiência.

Quadro 1 – Processos de tratamento de chorume e suas eficiências

Processo	DBO	DQO	Amônia
Biológicos	60%	90%	80%
Oxidação Química	80%	80%	0%
Leito Fixo	80%	80%	0%
Coagulação	50%	50%	50%
Evaporação	90%	90%	20%
Stripping	0%	0%	50%
Osmose Reversa	99%	99%	99%

Fonte: Prosab, 2009

Pelos dados apresentados podemos notar que a maioria dos processos de tratamento possui limitações quanto a remoção dos poluentes.

Merece destaque a tecnologia de tratamento por membranas, especificamente a Osmose Reversa, que apresenta níveis de remoção muito elevados para os principais poluentes.

5.1 Processo de tratamento de Chorume por Membranas – Osmose Reversa

No Brasil já são encontrados algumas aplicações desse processo e são relatadas diversas unidades em funcionamento no mundo.

Teve seu desenvolvimento a partir da última década, porém devido aos custos relativamente elevados das membranas a expansão desse processo foi relativamente baixo.

Com a expansão da produção de membranas para tratamento de água e de efluentes, os preços reduziram e atualmente essa tecnologia está em franca expansão.

Dos processos de tratamento por membranas citamos que a microfiltração, a ultrafiltração e a nanofiltração não apresentam eficiência para a remoção de compostos amoniacais. Para a remoção de matéria orgânica suas eficiências são normalmente superiores a 99%.

Dos processos pesquisados podemos citar que a Osmose Reversa foi a que apresentou a melhor eficiência, inclusive para o nitrogênio amoniacal, com níveis de remoção da ordem de 99%.

Como vantagens dessa tecnologia, podemos citar:

- Rendimentos de purificação muito elevados;
- Garante inclusive remoção de cloretos e outros sais monovalentes;
- Demanda pouco espaço para sua implantação;
- É possível planejar a implantação modular à medida que se vai aumentando a produção de chorume;
- É uma unidade totalmente automatizada, sem a necessidade de uma operação assistida presencialmente;
- Produz excelente água para reuso.

Como principal desvantagem podemos citar o elevado volume do concentrado, estimado em cerca de 25 a 30% do volume de chorume a ser tratado.

De maneira obter subsídios a essa Nota Técnica, o Químico Carlos Eduardo B. Pereira, empregado da CASB, visitou a Central de Tratamento de Resíduos denominada CTR Macaúbas S/A, no município de Sabará-MG, que recebe os resíduos sólidos da cidade de Belo Horizonte.

Essa Aterro possui uma unidade de tratamento de chorume que utiliza o processo de separação através de Osmose Reversa.

As fotos a seguir evidenciam esse sistema de tratamento.

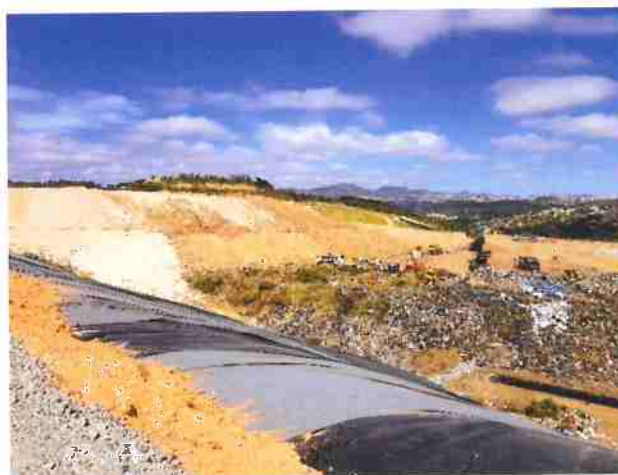


Foto 1 – Visão Geral de uma célula do aterro.



Foto 2 – Lagoa de recepção dos chorumes.



Foto 3 – Unidade Modular de tratamento de chorume por Osmose Reversa.



Foto 4 – Visão interna do sistema de tratamento.



Foto 5 – Vista dos três estágios de membranas.



Foto 6 – Painel do Supervisório da estação de tratamento.



Foto 7 – Tanque de ácido sulfúrico, utilizado no processo de tratamento.



Foto 8 – Torre de lavagem de gases para remoção de amônia.



Foto 9 – Lagoa de armazenamento do efluente tratado.



Foto 10 – Ponto de reinjeção do concentrado da estação de tratamento de chorume.





Foto 11 – Utilização do chorume tratado para contenção de poeira.

5.2 Avaliação do processo de tratamento

Essa unidade de tratamento opera há dois anos, sendo adquirida da empresa Portuguesa AST. Possui capacidade de tratamento de 200 m³/dia, que corresponde a um terço da produção diária de chorume do Aterro. Os outros 400 m³/dia de chorume são encaminhados para a Companhia de Saneamento COPASA, sem nenhum ônus. Em contrapartida a COPASA “entrega” ao Aterro a produção diária de lodo de esgotos de suas estações localizadas na cidade de Belo Horizonte, sem, portanto, remunerar a CTR Macaúbas S/A.

Segundo técnicos da empresa que opera o Aterro Sanitário, a unidade de tratamento de chorume foi instalada há aproximadamente 02 anos e opera de modo autônoma, sendo necessária apenas vistorias diárias para a eventual correção de problemas registrados no sistema supervisor e disponibilizadas também através da internet, além da reposição de produtos químicos.

O nível de eficiência, segundo a operadora, vem se mantendo elevados, cuja qualidade do efluente tem permitido sua utilização para a irrigação de estradas internas do aterro, para a lavagem de caminhões e para a irrigação de gramados e jardins.

A parcela concentrada dos resíduos, que efetivamente não foram filtradas, concentra uma elevada carga de constituintes do chorume. Seu volume corresponde a 30% da vazão tratada, sendo utilizada nas próprias células do aterro para manutenção de níveis adequados de umidade.

Essa unidade foi adquirida por cerca de R\$ 4.000.000,00 (quatro milhões de reais) e seus custos de operação e de manutenção são da ordem de R\$ 11,00 (onze reais) por metro cúbico tratado, já incluindo o custo de reposição das membranas do primeiro estágio da osmose reversa.

6. Comparação entre o processo originalmente proposto e a tecnologia de tratamento por membranas – Osmose Reversa

O processo de tratamento de chorume originalmente proposto previa a adoção de um sistema de lodos ativados com remoção de nitrogênio.

As características atuais do chorume do Aterro Sanitário Oeste estão muito acima dos valores considerados em projeto. Segue os valores considerados em projeto e aqueles observado em 2018.

Parâmetro	Projeto (mg/L) (1)	Dados Atuais (mg/L) (2)
DQO	4235	27000
DBO	1841	10821
N-NH ₃	1980	502

(1) Fonte: Cepollina Associados; (2) Fonte: SLU

Para a estimativa de custos de operação desse sistema forma considerados apenas os valores a serem cobrados em função da sobretaxa, estimados em R\$ 860.000,00 (oitocentos e sessenta mil reais mês), que equivale a um custo anual de R\$ 10.300.000,00 (dez milhões e trezentos mil reais).

Para a implantação desse sistema de tratamento há que se considerar a elevatória de chorume, necessária e imprescindível e a própria estação de pré-tratamento. Estimativas apontam para valores entre R\$ 4.500.000 e R\$ 5.500.000,00 para esses dois empreendimentos.

Já para o sistema constituído por membranas, estima-se que o custo de investimento para a aquisição e implantação da unidade, com capacidade de tratamento de 200 m³/dia seja da ordem de R\$ 5.000.000,00 (cinco milhões de reais). Já os custos anuais de operação e de manutenção são estimados em R\$ 803.000,00 (oitocentos e três mil reais).

Assim, fica evidente a vantagem econômica da implantação da unidade de tratamento por osmose reversa.



3. Considerações Finais

Pelo exposto, vimos apresentar a vantagem econômica da implantação de uma unidade de tratamento utilizando a tecnologia de membranas, por osmose reversa.

Os custos de implantação das duas opções são semelhantes, porém o custo anual de tratamento utilizando membranas é equivalente ao custo mensal a ser cobrado pela CAESB devido à sobretaxa calculada com base nas concentrações de matéria orgânica remanescentes do processo de pré-tratamento.

Outras vantagens estão relacionadas ao completo automatismo dos módulos de membranas e da utilização do efluente tratado com água de reuso.

Como recomendação, sugerimos que o SLU, com o acompanhamento técnico da CAESB visite outras unidades de tratamento por membranas no Brasil, com maior tempo de operação, a fim de identificar junto aos operadores desses sistemas as vantagens, desvantagens, custos, dificuldades operacionais, etc. Vale ressaltar que a unidade de tratamento visitada em Sabará-MG era muito nova e ainda não tinha sido necessária a substituição das membranas.

Brasília, 28 de Maio de 2018

CAESB/DP/POE
Superintendência de Operação e Tratamento de Esgotos


Qui. Carlos Eduardo Borges Pereira
Superintendente
CRQ nº 12100085