

ÁREA TEMÁTICA: Gestão Ambiental

AVALIAÇÃO DO TRATAMENTO DE CHORUME DO ATERRO SANITÁRIO DE LAJEADO, UTILIZANDO SISTEMA FÍSICO-QUÍMICO E OSMOSE REVERSA

Gabriela Roehrs¹ (gabriela.roehrs@gmail.com), Luis André Benoitt¹ (sema@lajeado.rs.gov.br), Renan Augusto Mallmann¹ (sema.aterro@lajeado.rs.gov.br), Antônio Carlos Mallmann² (mallmann@ecotech.eng.br)

1 Secretaria de Meio Ambiente de Lajeado

2 Empresa M2K

RESUMO

O presente texto apresenta um estudo técnico de avaliação da eficiência do processo de tratamento do chorume do aterro sanitário do Município de Lajeado. O sistema de tratamento avaliado foi otimizado no ano de 2017, e contempla as etapas de: remoção de amônia, aeração, floculação, decantação, filtração com areia e osmose reversa, tratado em bateladas de 20m³, totalizando uma vazão de percolado de 40 a 80m³/dia, dependendo das condições climáticas. As amostras do chorume foram coletadas na entrada do tanque de equalização e no ponto de lançamento, após o tratamento e analisadas quimicamente por laboratório credenciado junto à Fepam. Foram avaliados teores de DBO5, DQO, oxigênio dissolvido, nitrogênio, fósforo, nitrogênio amoniacal, metais e coliformes. Os resultados demonstram altas taxas de eficiência de remoção de DBO e DQO, possibilitando, com as condições operacionais impostas, alcançar valores médios acima de 90%, atendendo aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 quanto a eficiência de remoção de carga orgânica do efluente tratado. A configuração do tratamento físico-químico, com uso de filtração com osmose reversa apresentou-se vantajosa na remoção de matéria orgânica, metais, coliformes de lixiviado de aterro sanitário, atende à legislação ambiental brasileira, fato que justifica manutenção do tratamento, apenas com ajustes no que tange ao parâmetro de nitrogênio amoniacal.

Palavras-chave: Chorume; tratamento de efluentes; osmose reversa.

EVALUATION OF THE TREATMENT OF CHORUM OF THE LANDFILL WASTE OF LAJEADO, USING PHYSICAL-CHEMICAL SYSTEM AND REVERSE OSMOSIS

ABSTRACT

The present text presents a technical study to evaluate the efficiency of the slurry treatment process of the landfill waste of the Municipality of Lajeado. The treatment system evaluated was optimized in 2017, and includes the following steps: ammonia removal, aeration, flocculation, decantation, sand filtration and reverse osmosis, treated in 20m³ batch, totaling a percolation flow of 40 to 80m³ depending on weather conditions. The slurry samples were collected at the entrance of the equalization tank and at the launch point, after the treatment and chemically analyzed by a laboratory accredited to Fepam. The values of BOD5, COD, dissolved oxygen, nitrogen, phosphorus, ammoniacal nitrogen, metals and coliforms were evaluated. The results demonstrate high efficiency of removal of BOD and COD, allowing, with the imposed operational conditions, to reach average values above 90%, meeting the standards established by Resolution CONAMA 357/05 regarding the efficiency of removal of organic load from the effluent treated. The physico-chemical treatment configuration, with the use of reverse osmosis filtration, was advantageous in the removal of organic matter, metals, landfill leachate coliforms, complies with Brazilian environmental legislation, a fact that justifies maintenance of the treatment, only with adjustments in the which refers to the parameter of ammoniacal nitrogen.

Keywords: Chorum, wastewater treatment; reverse osmosis .

1. INTRODUÇÃO

A geração de resíduos relaciona-se aos hábitos das pessoas, estando a geração, e a caracterização dos resíduos sólidos relacionados com o desenvolvimento econômico de um país. Em contextos mais abastados e em cidade maiores são identificados maiores taxa de consumo, e portanto elevada geração, e o contrário também é verdadeiro, contextos mais pobres produzem menos resíduos. (CAMPOS, 2012).

No contexto brasileiro, os aterros sanitários são o destino ambientalmente viável dos rejeitos e resíduos sólidos gerados pela sociedade consumista em que vivemos (PORTELLA, 2014). Tal tecnologia continua sendo adotada em virtude de sua relativa simplicidade de operação e relativo baixo custo de implantação quando comparado a outras alternativas. No entanto, uma grande preocupação é a carência de áreas para dispor os resíduos, principalmente nos grandes centros urbanos. Além disto, a eliminação de resíduos em aterros acarreta em inúmeros impactos adversos. Nos aterros sanitários, o principal impacto se dá pela geração de chorume que é o efluente líquido gerado da decomposição do material putrescível presente no lixo, produzido pela decomposição química e microbiológica dos resíduos sólidos depositados em um aterro (SÁ, 2012). A composição deste efluente apresenta grande alterabilidade, sendo esta variação dependente da natureza dos resíduos depositados, da forma de disposição, manejo e da idade do aterro, e influenciada por fatores climáticos. Sendo considerado uma matriz de alta complexidade, o chorume é composto por quatro frações principais: matéria orgânica dissolvida, compostos orgânicos xenobióticos, macrocomponentes inorgânicos e metais potencialmente tóxicos (MORAIS, 2003).

As características do chorume são afetados também pela idade do aterro. Um aterro jovem está na chamada fase ácida, e possui concentrações de DQO (demanda química de oxigênio), DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e COT (carbono orgânico total) muito altas. A segunda fase ocorre entre o primeiro e o quarto ano e é chamada de metanogênica, nesta fase são produzidas maiores concentrações de gás metano e o pH vai aumentando a medida que ocorre a redução da concentração de carbono orgânico. Ocorre aumento nos níveis de nitrogênio, redução da complexação dos metais presentes e conseqüentemente aumento da recalcitrância do chorume (De Souza, 2015).

Para reduzir o impacto ambiental causado pelo lançamento do lixiviado em corpos hídricos, são necessários mecanismos de tratamento eficazes para a remoção dos agentes contaminantes. Devido à complexidade do chorume, várias iniciativas são tomadas na tentativa de tratá-lo, uma vez que este líquido é extremamente danoso para o ambiente. Dentre os processos adotados, pode-se citar a separação química, filtros biológicos, adsorção por carvão ativado, lodos ativados, evaporação de chorume, entre outros (TARTARI, 2003).

Vários fatores influem na escolha do tipo de processo de tratamento de chorume a ser empregado. Esta decisão requer um estudo minucioso de viabilidade técnica e econômica. As alternativas para tratamento do chorume incluem processos biológicos aeróbios e anaeróbios e métodos físicos e químicos, e recirculação do chorume no próprio aterro em que ele é gerado, como forma parcial de tratamento e posteriormente, a aspersão do chorume sobre o solo como forma de disposição final (CALDAS 2015).

Este estudo avaliou a eficiência do tratamento deste efluente, o qual foi implementado no Aterro Sanitário Municipal de Lajeado em Setembro de 2017, utilizando processos físico-químicos complexos e uso de membrana de osmose reversa como pós-tratamento. Este projeto objetiva a explicar a melhora da eficiência do processo de tratamento do chorume do referido aterro, cuja operação atual atende a legislação no que se refere aos parâmetros exigidos para descarte dos efluentes gerados.

2. OBJETIVO

O presente estudo tem a finalidade de avaliar a eficiência do projeto de otimização da Estação de Tratamento de Chorume do Aterro Sanitário Municipal de Lajeado, instalado em setembro de 2017 e atualmente em operação.

3. METODOLOGIA

3.1 Descrição da área de realização do estudo

O município de Lajeado situa-se a margem direita do Rio Taquari, na mesorregião do Centro Oriental Rio-Grandense, a aproximadamente 116 km de distância da Capital do Estado. De acordo com

dados do IBGE (2018) o município possui área de 91,160 km² e população estimada de 82.951 habitantes, sendo a taxa de urbanização em torno de 99,6%. A coleta dos resíduos sólidos urbanos contempla os 27 bairros do município atendendo 100% da população lajeadense. Após o recolhimento, os resíduos são encaminhados à Central de Triagem. Segundo informações da Secretaria de Meio Ambiente de Lajeado, entidade responsável pela administração e operação do Aterro Sanitário Municipal, atualmente são aterradas em média, 52 toneladas de RSU/dia. Estima-se que todas as 02 células de aterramento de lixo encerradas e a célula em operação gerem em torno de 40 m³/dia de chorume bruto.

3.2. Histórico Aterro sanitário Municipal de Lajeado

O Aterro Sanitário de Lajeado foi concebido em uma área antigamente utilizada para descarte irregular de RSU. Entre os anos de 1992 a 1996, foi efetuada a regularização da área junto ao órgão ambiental estadual, Fepam. O licenciamento compreendeu a atividade de aterro controlado. Na área regularizada foi instalada uma Estação de tratamento de efluentes, a qual utilizava somente a decomposição microbiana, por meio de lagoa facultativa e aerada (lodo ativado).

Em 2002, foi protocolizado o licenciamento prévio para a primeira célula de aterramento de lixo nos moldes de aterro sanitário, o qual entrou em operação entre os anos de 2005 e 2006. No período de início de operação da segunda célula de aterramento de RSU, primeira de aterro sanitário, iniciaram as dificuldades no atendimento aos padrões de lançamento do efluente tratado. O tratamento biológico aliado ao aumento do volume de lixiviado não era capaz de tratar o chorume com maior complexidade de compostos. Na ocasião foram adquiridos sistemas de microfiltração, filtro catalítico e sistema de ozonização, como pós-tratamento.

No final do ano de 2015, foi encerrada a primeira célula de aterro sanitário e iniciada a operação da célula atual. Devido ao não atendimento integral aos padrões de lançamento dos efluentes, ainda em 2014, foi realizada a paralisação da ETE e adoção da técnica de recirculação do chorume bruto sobre as células encerradas. Tal medida foi eficiente na época, porém, devido ao grande volume de precipitação no período causou dificuldade na compactação do RSU, por causa do acúmulo de lixiviado no interior da célula de aterro 02.

3.3. Legislação Ambiental

Não existe uma legislação federal específica para o despejo desse tipo de efluente nos corpos hídricos, porém os órgãos ambientais exigem um padrão para o lançamento dos efluentes. A resolução CONAMA nº 357 de 2005 e suas alterações, dispõe a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e os padrões de lançamento dos efluentes, dentre outras providências. Em nível estadual devem-se delimitar os padrões para o lançamento dos efluentes, a partir da Resolução Consema nº 355 de 2017.

3.4. Projeto de otimização da Estação de Tratamento de Chorume

O projeto instalado em setembro de 2017 na Estação de Tratamento de Chorume do Aterro Sanitário Municipal de Lajeado contemplou as seguintes etapas:

3.4.1. Tratamento primário

O efluente (líquido percolado) proveniente da disposição de resíduos será escoado para a lagoa de equalização (anaeróbia), Figura 1, e deste para o tanque de correção de pH. Nesta etapa é realizada a alcalinização do efluente, para remoção da amônia, este processo ocorre através da adição de uma solução de cal hidratado, ocorrendo a formação de pequenas partículas sólidas removidas através de sedimentação. Para auxiliar o mecanismo de sedimentação, podem ser empregadas substâncias conhecidas como polieletrólitos, que são compostos por moléculas orgânicas de cadeia longa, possuindo cargas iônicas em sua estrutura que facilitam a aglutinação das partículas, aumentando o tamanho dos flocos e conseqüentemente diminuindo o tempo de sedimentação.

Tendo como base os resultados do efluente bruto e as condições operacionais do sistema de tratamento implantado, foi utilizado processo de arraste de amônia com a utilização de ar.

3.4.2. Tratamento Terciário

Para a remoção de sólidos suspensos, que serão formados pelo processo de alcalinização foi utilizada clarificação físico-química, utilizando sulfato de alumínio. Após o tanque de aeração, o efluente é bombeado para o reator/decantador, através de um conjunto de motobomba. O tratamento terciário pode ser visualizado na Figura 2, abaixo.

A coagulação é uma combinação de mecanismos que favorecem a atração entre as partículas coloidais e conseqüentemente à desestabilização das cargas negativas por meio da adição de sais de ferro ou alumínio ou de polímeros sintéticos, seguidos de agitação rápida, com intuito de homogeneizar a mistura. A coagulação resulta de dois fenômenos: o primeiro, essencialmente químico, consiste nas reações do coagulante com o líquido a ser tratado e na formação de espécies hidrolisadas com cargas positivas; o segundo, fundamentalmente físico, consiste no transporte das espécies hidrolisadas para que haja contato com as impurezas presentes no líquido a ser tratado.

A floculação é um processo físico que ocorre logo após a coagulação. Baseia-se na ocorrência de choques entre os coágulos, objetivando a formação de flocos ainda maiores, com maior volume e densidade. Para a ocorrência dos choques entre as partículas, é necessário que haja agitação na água, provocada pelos gradientes de floculação. Esses gradientes devem ser limitados para que não ultrapassem a capacidade de resistência do cisalhamento das partículas e não destruam os flocos formados anteriormente.

A sedimentação é o processo seguinte à floculação e pode ser definida como um fenômeno físico de separação de fases (sólido-líquido) em que as partículas apresentam movimento descendente devido à ação da força da gravidade, propiciando a clarificação do meio líquido.

3.4.3. Filtro de areia

A filtração aplicada ao tratamento de efluentes se caracteriza como uma tecnologia de tratamento terciário, sendo o polimento do efluente clarificado.

Durante a etapa de filtração, o material particulado é continuamente removido em função da percolação e passagem do esgoto através do meio filtrante de material granular. O término da etapa de filtração, será determinado em função da deterioração da qualidade do efluente filtrado e/ou do incremento da perda de carga da unidade filtrante. Quando um ou ambos estados operacionais são alcançados, a unidade será submetida a etapa de limpeza, para a remoção do material particulado retido e acumulado no meio filtrante.

3.4.4. Filtração por Membrana – Osmose Reversa

A Osmose Reversa, Figura 3, é o processo de separação da água dos sais minerais. Esta se constitui de duas soluções, uma com concentração maior de sais em relação à outra concentração, diferentemente da osmose natural, a solução mais concentrada tende a ir para solução menos concentrada. Isso acontece devido a uma pressão mecânica superior a pressão osmótica aplicada sobre a solução mais concentrada. Devido a pressão aplicada, as moléculas de água passam pela membrana semipermeável separando a solução em duas partes distintas: permeado e rejeito, este último percorre a membrana sem atravessá-la para formar o que deve ser desprezado, já o permeado é a parte da solução que atravessa a membrana contendo alto grau de pureza. O processo de tratamento remove grande parte dos componentes orgânicos e até 99% dos sais dissolvidos.

Como no caso da troca iônica e destilação, o processo de osmose reversa é utilizado para a obtenção de água com alto grau de qualidade, atuando como uma barreira para a maioria dos sais dissolvidos ou moléculas inorgânicas, bem como moléculas orgânicas, com massa molecular superior a cem. A osmose reversa é o mais seletivo processo de filtração disponível. A membrana de osmose reversa atua como uma barreira seletiva a todos os sais dissolvidos, moléculas orgânicas e inorgânicas.

As membranas usadas para Osmose Reversa têm uma camada de barreira densa, feita de polímeros, onde a maior parte da separação ocorre. Na maioria dos casos a membrana é projetada para permitir que passe somente água através dessa camada densa, enquanto previne a passagem de solutos (como íons de sal, por exemplo).

O processo de tratamento por osmose reversa consiste, então, em fazer passar de forma forçada água limpa através de uma membrana semipermeável, a qual só permitirá passar água e não as demais substâncias e elementos que estejam presentes no meio, tornando a água mais pura. O tratamento da água por Osmose Reversa é bastante simples e de baixo custo operacional, às vezes

necessitando apenas de uma bomba pressurizadora e que o sistema seja alimentado com água de qualidade, caso contrário, haverá rápida obstrução da membrana filtrante. Logo, mesmo que o sistema seja alimentado por água de qualidade haverá ao longo de operação uma inevitável obstrução da membrana filtrante. Por este motivo, o processo depende de retrolavagens periódicas para a desobstrução da membrana.

3.4.5. Etapas do tratamento:

Abaixo é apresentada a sequência adotada de tratamento do chorume na ETE do Aterro Sanitário Municipal de Lajeado.

Lagoa de equalização → Alcalinização → Aeração → Coagulação → Floculação → Decantação → Filtro Areia → Osmose Reversa

Figura 1 Tanque de equalização. Fonte: Autor. 2018



Figura 2 Planta de tratamento de efluentes instalada. Fonte: Autor. 2018



Figura 3 Sistema de osmose reversa. Fonte: Autor.

3.5. Parâmetros Monitorados

Os parâmetros químicos selecionados para análise foram determinados considerando a legislação ambiental vigente e Licença ambiental da atividade. As metodologias utilizadas para as análises realizadas, para identificar os parâmetros desse estudo, foram obtidas do Standart Methods for Examination of Water and Wastewater (1989).



4. RESULTADOS

Os resultados dos parâmetros físicos químicos das amostras de chorume proveniente do aterro sanitário municipal de Lajeado, os valores encontrados nas análises do efluente bruto, efluente tratado e os estipulados para lançamento em corpos hídricos pela legislação são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Análises de monitoramento de efluentes realizada bimestralmente.

Parâmetros	Efluente Bruto (média)	Efluente Tratado (mínimo)	Efluente Tratado (máximo)	Limite Conama 357	Limite Consema 355
pH	7,6	6,5	7,4	5 a 9	5 a 9
Cádmio (mg/l)	0,0041	0,001	0,005	0,2	0,1
Chumbo (mg/l)	0,01	0,01	0,01	0,5	0,2
Cloretos (mg/l)	1044	11,6	247,3	250	-
Coliformes Termotolerantes (NMP)	27673	<1,8	3500	10000	10000
Coliformes Totais (NMP)	72928	<1,8	5800	1.000	-
Condutividade (S/cm)	6553	442	2360	10000	-
Cromo Total (mg/l)	0,186	<0,05	0,25	1	0,5
DBO (mg/l)	554	1,5	94,7	150	120
DQO (mg/l)	1302	10	240	360	330
Ferro (mg/l)	5,91	0,09	0,1	15	10
Fósforo Total (mg/l)	4,79	0,1	0,4	4	4
Manganês (mg/l)	163,97	0,025	0,065	1	1
Magnésio total (mg/l)	80,79	2,18	104,8	-	-
Mercúrio total (mg/l)	0,038	<0,0002	< 0,1**	0,01	0,01
Níquel (mg/l)	0,056	0,01	0,01	2	1
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	255,49	17	78,9*	20	20
Nitrogênio Total (mg/l)	363,34	22,6	92,6	-	-
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	3,45	1,5*	9,6	Acima de 3	-
Potássio Total (mg/l)	502,7	271	24,8	-	-
Sódio Total (mg/l)	633,7	11	231	-	-
Sólidos Sedimentáveis (ml/l)	2,32	0,1	0,1	1	1

Sólidos Suspensos (mg/l)	535,15	4,2	53	155	140
Sulfatos (mg/l)	393,57	18,7	635*	500	-

* 1 amostra fora do padrão em fev/2018

** valor indicado pelo laboratório < 0,1 mg/L, limite de detecção acima do valor máximo exigido.

As análises apresentadas na Tabela 1, foram realizadas bimensalmente a partir de novembro de 2017 até janeiro de 2019.

O chorume bruto, apesar de apresentar composição variável e dependente de diversos fatores, demonstrou ao longo dos monitoramentos uma constância nos valores de Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5). A média encontrada para as determinação de DQO do efluente bruto foram de 1.302 mg/L e 554 mg/L para DBO. A relação encontrada para o chorume bruto foi de 0,4 DBO/DQO, indicando um lixiviado oriundo de aterro antigo e com baixa concentração de compostos orgânicos biodegradáveis, caracterizando a fase metanogênica. A baixa biodegradabilidade do efluente, pode inviabilizar sistemas de tratamento exclusivamente biológicos, apesar da elevada concentração de nitrogênio amoniacal encontrada. Com a instalação do sistema de tratamento proposto foi possível atingir níveis de eficiência de remoção de 93,8% para DQO e 95,9% para DBO5, com concentrações finais médias 63 e 16 mgL-1, respectivamente. As altíssimas taxas de remoção podem ser explicadas pela complexidade do tratamento empregado. As Figuras 4 e 5, abaixo, demonstram a eficiência de remoção no período. Todas as amostras analisadas apresentaram valores de DQO e DBO5 abaixo do limite estabelecido nas resoluções,

Figura 4 Eficiência de remoção de DBO5. Fonte: Autor.

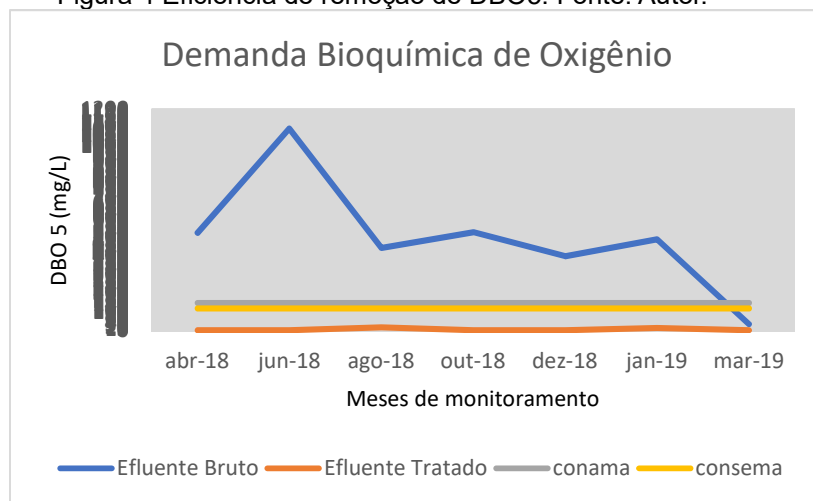
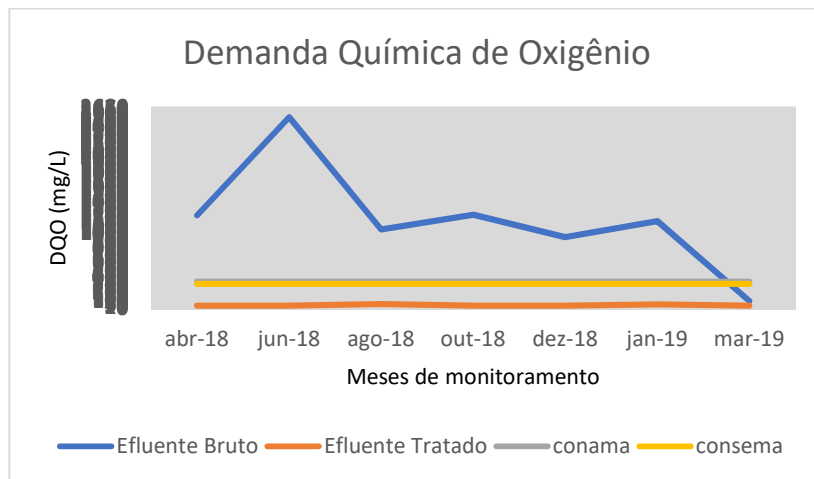


Figura 5 Eficiência de remoção de DQO. Fonte: Autor.



Dentre as principais limitações que os operadores de uma estação de tratamento de lixiviado de aterro sanitário encontram estão as elevadas concentrações de nitrogênio amoniacal presentes no local. A eficiência global do sistema foi de 77,9% de remoção de $N-NH_4^+$ e 84% de NTK, com valores médios de 42 mg.L⁻¹ ($N-NH_4^+$) e 51 mg.L⁻¹ (NTK) ao final do tratamento. Em todas as análises, os resultados apresentaram valores acima do limite máximo estabelecido nas legislações, de 20mg/L. A figura 6 demonstra os aspectos visuais do chorume pré e pós-tratamento:

Figura 6 Chorume bruto, após a saída do decantador e efluente tratado. Fonte: Autor. 2018



7. CONCLUSÃO

O tratamento de percolado representa um grande desafio, tendo em vista a variação das suas características em função da heterogeneidade dos resíduos dispostos e da idade do aterro. A complexidade do chorume torna difícil a determinação de técnicas efetivas de tratamento. O que se verifica é que a adoção de sistemas que contemplam etapas subsequentes, que alternam entre sistemas físico-químicos e sistemas avançados de polimento final, apresentam maior versatilidade de tratamento quando comparados a sistemas biológicos.

O sistema de tratamento avaliado apresentou altas eficiências de remoção de DBO e DQO, possibilitando, com as condições operacionais impostas, alcançar valores médios acima de 90%, atendendo aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 quanto à eficiência de remoção de carga orgânica do efluente tratado.

A configuração do tratamento físico-químico, com uso de filtração com osmose reversa apresentou-se vantajosa na remoção de matéria orgânica, metais e coliformes de lixiviado de aterro sanitário, atendendo à legislação ambiental brasileira, fato que justifica o mantimento do tratamento, apenas com ajustes no que tange ao parâmetro de nitrogênio amoniacal.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial [da]

República Federativa do Brasil, Brasília, DF. 2 de ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 02 Abril. 2019.

CALDAS, A. S. ; ANDRADE, S. F. ; Machado L. S. ; CARVALHO, M. de F. . Recirculação de Lixiviado no Aterro Sanitário Metropolitano Centro, Salvador-Ba. 2015.

CAMPOS, Heliana Kátia Tavares. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. Eng Sanit Ambient, v.17 n.2, P. 171-180, 2012;

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. Resolução CONAMA Nº 357/2005 - "*Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*". - Data da legislação: 17/03/2005 - Publicação DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63 <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459> > Acesso em: 02 Abril. 2019.

DE SOUSA, Márcia Cristina et al. Processos de tratamento do chorume e reaproveitamento: Uma revisão. Blucher Chemistry Proceedings, v. 3, n. 1, p. 655-664, 2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Cidades. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=431140>>. Acesso em: 01 Abril. 2019.

MORAIS, Josmaria Lopes de; SIRTORI, Carla and PERALTA-ZAMORA, Patricio G.. Tratamento de chorume de aterro sanitário por fotocatalise heterogênea integrada a processo biológico convencional. *Quím. Nova*[online]. vol.29, n.1, p.20-23, 2006, ISSN 0100-4042. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422006000100005>.

SÁ, L. F.; JUCÁ, J. F. T.; MOTTA SOBRINHO, M. A. Tratamento do lixiviado de aterro sanitário usando destilador solar. *Amби-Agua*, Taubaté, v. 7, n. 1, p. 204-217, 2012.

Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Resolução CONSEMA nº 355/2017. "*Dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul*". Publicação Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, quarta-feira, 19 de julho de 2017. <http://www.famurs.com.br/wp-content/uploads/2018/03/CONSEMA-355_2017.pdf> Acesso em: 30 de março, 2019.

TARTARI, L. C. . Avaliação do Processo de Tratamento do Chorume de Aterro Sanitário de Novo Hamburgo. *Revista Liberato*, Novo Hamburgo RS, v. 6, n.6, p. 66-74, 2005.