

TRATAMENTO DO CHORUME DE ATERRO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS UTILIZANDO UM COAGULANTE À BASE DE TANINO, TRATAMENTO BIOLÓGICO E OZONIZAÇÃO

Edir Filipe Ribeiro

Acadêmico do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC), Bolsista de Iniciação Científica CNPq.

Marta Verônica Buss

Professora do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade de Oeste de Santa Catarina (UNOESC).

Jean Carlo Salomé dos Santos Menezes

Professor do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental do PPGCB da Universidade de Oeste de Santa Catarina (UNOESC).

Endereço: Rua Paese, 198 - Bairro Universitário CEP 89560-000 – Videira, SC.

E-mail: <jean.menezes@unoesc.edu.br>.

RESUMO

A crescente produção de resíduos sólidos, demanda a realização de pesquisas visando atenuar os impactos ambientais decorrentes da destinação desses despejos. Sabe-se que as características qualitativas dos resíduos produzidos no Brasil, são predominantemente de origem orgânica, sendo que a pluviosidade causa a geração de grandes volumes de chorume. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de diferentes processos de tratamento combinados com um coagulante vegetal à base de tanino no abatimento da carga poluidora do chorume gerado no aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos localizado em um município do meio oeste de Santa Catarina. Através da caracterização e tratamento por processos biológicos seguido de físico-químicos usando um coagulante a base de tanino e um floculante catiônico de alto peso molecular, a fim de se obterem efluentes com características que permitam o seu descarte de acordo com a legislação. Potencializando a eficiência do processo de tratamento, de forma que, a empresa operadora possa adotar em escala real o processo estudado em laboratório. Os resultados obtidos apontam que o coagulante à base de tanino é eficiente na remoção de carga orgânica como pós tratamento de um processo biológico e a aplicação de tratamento por ozonização como pré-tratamento no chorume possibilitou uma remoção maior da matéria orgânica e do conteúdo de metais presentes no chorume tratado.

Palavras-chave: Chorume. Coagulação. Floculação. Tratamento biológico.

INTRODUÇÃO

A crescente produção de resíduos sólidos em nosso país, demanda a realização de pesquisas visando atenuar os impactos ambientais decorrentes da destinação dos resíduos sólidos urbanos. Sabe-se que as características qualitativas dos resíduos produzidos no Brasil, predominantemente material orgânico e a alta pluviosidade da maioria do território nacional levam a geração de grandes volumes de lixiviado de aterro de resíduos sólidos urbanos, ou chorume (GARCIA et al., 1997, NASCIMENTO FILHO, 2002).

A imensa quantidade de resíduos sólidos urbanos produzida diariamente e a sua disposição em aterros sanitários têm sido motivo de grande preocupação por parte da comunidade atenta à qualidade do meio ambiente. A disposição desordenada de resíduos a céu aberto gera impactos ambientais e sociais de grande porte. Segundo SISINNO (2000), no Brasil, aproximadamente 84,4% dos municípios dispõem os resíduos gerados em lixões a céu aberto, sem qualquer controle ambiental.

O crescimento urbano necessita de planejamento, caso contrário pode ocasionar uma série de problemas, entre os quais destacam-se: a poluição hídrica; o acúmulo de lixo em locais não apropriados, pondo em risco a saúde pública; o desmatamento e a falta de áreas verdes e de proteção ambiental, que comprometem a fauna (GRANZIERA, 2001).

A disposição de resíduos sem os devidos cuidados pode gerar a proliferação de agentes patogênicos, poluição do solo, do ar e de recursos hídricos através da migração dos elementos constituintes do chorume e de gases produzidos através do processo de degradação da matéria orgânica desses depósitos. O método de disposição final de resíduos sólidos urbanos, conhecido como aterro sanitário, aplica conhecimentos de engenharia e segue normas pré-estabelecidas de planejamento, construção e operação, minimizando riscos e problemas ambientais.

Um dos grandes problemas encontrados no gerenciamento de aterros sanitários de resíduos urbanos diz respeito à produção e ao tratamento do chorume produzido. Especialmente nos casos onde o aterro sanitário está situado em áreas com uma alta pluviosidade, a produção de chorume é abundante, conseqüentemente o risco de contaminação do solo, de lençóis freáticos e de leitos de rios é relativamente alto, podendo gerar um

forte impacto ambiental. Chorumes de aterros sanitários geralmente contêm altas concentrações de compostos orgânicos, nitrogênio amoniacal e freqüentemente também contêm altas concentrações de metais pesados e sais inorgânicos (GARCÍA et al., 1997).

A composição química do chorume, varia muito, dependendo principalmente das características qualitativas dos resíduos depositados no interior do aterro e da sua idade. Aterros novos apresentam um chorume com características ácidas, elevada carga orgânica e alta concentração de metais em sua composição, enquanto o chorume de aterros mais velhos apresenta um pH menos ácido, carga orgânica mais baixa e uma menor concentração de metais em sua composição (NASCIMENTO FILHO, 2002).

Os resíduos sólidos urbanos de origem doméstica e comercial do município de Videira - SC, são coletados e, após triagem de materiais recicláveis, destinados a aterramento na Cidade de Fraiburgo - SC, em um Aterro Sanitário devidamente licenciado e fiscalizado pelo órgão ambiental local. No aterro sanitário objeto deste estudo, ocorre a formação de chorume, que atualmente é tratado por um sistema biológico de tratamento de efluentes. O uso de sistemas biológicos puros pode acarretar uma ineficiência no processo de tratamento, em função da alta carga orgânica a ser removida e da variabilidade de sua composição.

Foi avaliado o tratamento deste efluente utilizando um processo físico-químico utilizado como pós-tratamento para promover um abatimento da carga orgânica do chorume, após uma etapa de tratamento biológico. No processo de coagulação foi utilizado um coagulante obtido a partir da casca da acácia negra (*Acacia mearnsii*) e fornecido pela empresa TANAC. Resolveu-se pela adoção deste tipo de coagulante em função de se tratar de um produto inovador e que está de acordo com as modernas tendências de valorização de produtos com menor potencial de contaminação ambiental e os preceitos de produção mais limpa. Além disso, este reagente tem apresentado boa performance nas operações de coagulação de efluentes diversos, inclusive sendo mais eficiente na remoção de fósforo dos efluentes tratados, o que é difícil de ser conseguido via tratamento biológico.

Este projeto objetiva a melhora da eficiência do processo de tratamento do chorume do referido aterro sanitário, cuja operação atual possui acompanhamento do órgão fiscalizador e atende

a legislação no que se refere aos parâmetros exigidos para descarte dos efluentes gerados, de forma que, se desejar, a empresa operadora possa adotar em escala de processo os procedimentos desenvolvidos em laboratório. Uma maior eficiência é de interesse de toda a comunidade abrangida pela área de impacto do aterro sanitário e resultará na emissão de despejos potencialmente de melhor qualidade. O que com certeza contribuirá para uma menor degradação da qualidade das águas no entorno do empreendimento.

EXPERIMENTAL

As amostras de chorume bruto foram coletadas no aterro sanitário de Fraiburgo - SC, após verificação da temperatura, armazenadas e conservadas de forma adequada. Primeiramente as amostras de chorume após a coleta foram levadas para laboratório, onde então o chorume foi caracterizado quimicamente para os padrões de interesse, sendo todas as análises realizadas de acordo com o que preconiza o Standard Methods. O chorume foi tratado com a utilização de processos biológicos. Para isto foram construídos reatores com a finalidade de simular em escala de bancada a operação de um tanque aerado e de um reator anaeróbio.

Posteriormente o chorume foi tratado com o uso de um processo físico-químico por coagulação, utilizando um coagulante à base de tanino e adicionalmente um polímero floculante catiônico para facilitar a sedimentação do material coagulado através de uma etapa de floculação. Também foram realizados testes com a aplicação de um pré-tratamento utilizando ozonização com a aplicação de uma dose de $50\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ em uma coluna de ozonização com diâmetro de 100mm e de volume igual a 10L e seguindo-se a aplicação do tratamento anaeróbio, tratamento aeróbio e físico-químico com coagulante à base de tanino.

Nas etapas de tratamento físico-químico foi utilizado o seguinte procedimento operacional: o chorume foi colocado em um equipamento de "jar-test" sendo então adicionado o coagulante em uma concentração testada preliminarmente de 500mg/L , sendo feito então o ajuste do pH do meio para 7,0 e então, adicionado o polímero floculante catiônico de alto peso molecular. Para uma melhor performance do tratamento o polímero foi disperso no meio sob uma velocidade rápida de agitação a 100 RPM, seguindo-se uma

etapa de agitação lenta a 20 RPM, com o objetivo de promover a agregação dos flocos formados.

O chorume bruto e os tratados foram analisados de acordo com o Standard Methods para os seguintes parâmetros de qualidade: temperatura, DBO, DQO, OD, Fósforo total, Nitrogênio total, Nitrato, Sólidos totais, turbidez, Alumínio, Chumbo, Cobre, Cromo, Ferro, Manganês, Mercúrio, Níquel e Zinco. Após a realização das etapas de caracterização e tratamento do chorume, os dados foram analisados e sendo os resultados apresentados e discutidos a seguir.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Chorume bruto e os tratados foram analisados de acordo como Standar Methods 2005 para os seguintes parâmetros: DBO, DQO, alcalinidade, Nitrogênio Amoniacal, oxigênio dissolvido e Fósforo. Também foram analisados os seguintes metais: alumínio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, ferro, manganês, mercúrio, níquel e zinco. Os metais analisados incluíram aqueles mais comumente presentes nestes tipos de despejo.

CHORUME BRUTO

Foram realizadas análises no chorume bruto com a finalidade de caracterizá-lo, determinando a sua composição química. O que possibilita fazer um paralelo como material que está sendo depositado no seu interior e os possíveis impactos ambientais decorrentes de sua operação. A tabela 1 apresenta a caracterização do chorume bruto.

Tabela 1. Característica Químicas do Chorume Bruto

Parâmetros	Unidades	Resultados
DBO	mgO_2/L	7495
DQO	mgO_2/L	4482
OD	mg/L	0
pH	-	8,54
Alcalinidade	mg/L	5500
N- NH_3	mg/L	846
PO_4^{2-}	mg/L	9,36
Sólidos Totais	mg/L	7746
Alumínio	mg/L	<0,200

Cádmio	mg/L	<0,001
Chumbo	mg/L	<0,004
Cobre	mg/L	0,023
Cromo	mg/L	0,795
Ferro	mg/L	14,34
Manganês	mg/L	1,063
Mercúrio	µg/L	<0,05
Níquel	mg/L	0,196
Zinco	mg/L	0,133

Os resultados obtidos demonstram que o chorume em questão apresenta uma carga orgânica relativamente elevada, assim como uma alcalinidade e pH altos. O que é característica de um chorume classificado como novo. O conteúdo de metais é baixo quando comparado com outros chorumes, o que pode ser explicado em função do lixo destinado neste aterro ter passado por processo de separação e os resíduos industriais aí dispostos não serem de classificação perigosa.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados do chorume tratado por processo biológico em tanque aerado seguindo-se uma etapa físico-química. A realização desta sistemática teve como objetivo avaliar o impacto uso de uma etapa única aerada de tratamento biológico seguindo-se de coagulação-floculação utilizando coagulante à base de tanino no processo físico-químico.

Tabela 2. Resultados das análises do Chorume tratado por processo aeróbio seguido de coagulação-floculação.

Parâmetros	Unidades	Resultados
DBO	mgO ₂ /L	700
DQO	mgO ₂ /L	1529
OD	mg/L	5,80
pH	-	9,27
Alcalinidade	mg/L	2575
N- NH ₃	mg/L	40,6
PO ₄ ²⁻	mg/L	31,9
Sólidos Totais	mg/L	4390
Alumínio	mg/L	<0,200
Cádmio	mg/L	<0,001
Chumbo	mg/L	<0,004
Cobre	mg/L	<0,015
Cromo	mg/L	0,395

Ferro	mg/L	10,8
Manganês	mg/L	0,139
Mercúrio	µg/L	<0,05
Níquel	mg/L	0,271
Zinco	mg/L	0,162

Os resultados obtidos indicam que ocorre uma remoção parcial da carga orgânica presente no chorume, no entanto o processo de tratamento biológico com uso de aeração não apresentou a eficiência desejada no abatimento da carga orgânica e também durante a realização dos ensaios apresentou problemas de aplicação devido às características do chorume bruto, que apresentou uma variabilidade na carga orgânica e pH.

Com objetivo de evitar estes problemas optou-se por realizar a etapa de anaeróbio previamente a etapa de tratamento biológico em tanque aerado, então seguiu-se o tratamento físico-químico com o uso de um coagulante à base de tanino e um agente floculante catiônico de alto peso molecular. Os resultados obtidos são apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Resultados das análises do Chorume tratado por processo anaeróbio-processo aeróbio seguido de coagulação-floculação.

Parâmetros	Unidades	Resultados
DBO	mgO ₂ /L	370
DQO	mgO ₂ /L	1103
OD	mg/L	7,2
pH	-	7,22
Alcalinidade	mg/L	1950
N- NH ₃	mg/L	17,2
PO ₄ ²⁻	mg/L	5,9
Sólidos Totais	mg/L	2700
Alumínio	mg/L	0,469
Cádmio	mg/L	<0,001
Chumbo	mg/L	<0,004
Cobre	mg/L	<0,015
Cromo	mg/L	0,5
Ferro	mg/L	2,88
Manganês	mg/L	0,305
Mercúrio	µg/L	<0,05
Níquel	mg/L	0,276
Zinco	mg/L	0,238

Os resultados obtidos demonstram que houve uma redução considerável da carga orgânica, especialmente quando comparado ao tratamento que utilizou processo físico-químico como etapa preliminar. Isto pode ser explicado porque os processos aeróbios conferem sólidos ao meio líquido o que se traduz em matéria orgânica particulada, o que foi observado no outro processo. O conteúdo de metais também foi menor, porque eles tendem a serem eliminados do meio por adsorção nos sólidos e precipitação, condições favorecidas nesta situação.

Também foi realizado tratamento do chorume por processos biológicos (tratamento anaeróbio seguido de tratamento aerado) complementado por processo físico-químico com uso de um coagulante a base de tanino. Com objetivo de avaliar a melhora do processo com a utilização de uma etapa inicial anaeróbia de tratamento do chorume, os resultados obtidos pelo emprego desta sistemática de tratamento são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados das análises do Chorume tratado utilizando-se ozonização prévia seguida de processo anaeróbio-processo aeróbio e coagulação-floculação.

Parâmetros	Unidades	Resultados
DBO	mgO ₂ /L	420
DQO	mgO ₂ /L	863
OD	mg/L	7,59
pH	-	7,1
Alcalinidade	mg/L	1400
N- NH ₃	mg/L	40,7
PO ₄ ²⁻	mg/L	8,25
Sólidos Totais	mg/L	5600
Alumínio	mg/L	<0,200
Cádmio	mg/L	<0,001
Chumbo	mg/L	<0,004
Cobre	mg/L	<0,015
Cromo	mg/L	0,195
Ferro	mg/L	8,55
Manganês	mg/L	0,17
Mercurio	µg/L	<0,05
Níquel	mg/L	0,28
Zinco	mg/L	0,15

Os resultados obtidos indicam que este foi o procedimento experimental que proporcionou maior redução da carga orgânica do efluen-

te tratado. Isto era esperado porque os processos anaeróbios servem muito bem para o abatimento de carga orgânica em efluentes que depois são tratados por processos aeróbios. Já que de acordo com a literatura os processos anaeróbios possuem uma maior resistência a ocorrência de choques no sistema e são menos exigentes quanto a qualidade dos efluentes para o desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica presente nos despejos.

Ainda, a concentração de metais foi menor que nos outros processos assim como a concentração de nitrogênio amoniacal, fósforo e de metais. Assim como a alcalinidade do chorume foi a menor observada entre os tratamentos utilizados, já que sistemas anaeróbios são consumidores de alcalinidade naturalmente.

CONCLUSÕES

- O chorume necessita passar por um processo de tratamento para ser despejado em um corpo d'água de acordo com as exigências da legislação brasileira;

- O tratamento usando o processo de tratamento do chorume por processo físico-químico seguido de processo biológico aerado, apresentou-se relativamente eficiente na remoção da matéria orgânica presente no chorume, no entanto a ocorrência da formação de particulados biológicos durante a fase aeróbia de tratamento acabou por conferir matéria orgânica como DBO particulada nos despejos;

- O tratamento usando o processo de tratamento do chorume por processo biológico seguido de processo físico-químico, apresentou melhores resultados que o processo anteriormente descrito. No entanto ainda apresentou uma carga orgânica indesejável e que necessitava ser removida;

O chorume tratado por processos biológicos (anaeróbio/aeróbio) seguido de físico-químico com uso de um coagulante a base de tanino foi o que apresentou os melhores resultados para todos os parâmetros analisados. O uso inicial de um processo anaeróbio contribuiu para a degradação de compostos mais complexos que são dificilmente degradados por processos aeróbios. Ainda, a adoção de uma etapa posterior com uso de agentes coagulantes e floculantes proporcionou uma maior remoção da matéria orgânica e consequente melhora dos resultados dos parâmetros analisados.

REFERÊNCIAS

AWWA-APHA-WEF, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Editado por Eaton, A.D.; Clesceri, L.S.; Rice, E.W.; Greenberg, A.E. 21th Edition. Washington: American Public Health Association, 2005.

BIDONE, Francisco R., *Resíduos Sólidos Provenientes de Coletas Especiais: Eliminação e Valorização*. ABES, Porto Alegre, 2001.

BRATBY, J. *Coagulation and Flocculation: With an Emphasis on Water and Wastewater Treatment*. Croydon: Upland Press, 1980. 354p.

CHEN, P. H., *Assessment of Leachates From Sanitary Landfills: Impact of Age, Rainfall, and Treatment*. Environment International, vol. 22, no. 2, pp. 225-237, Elsevier Science Ltda, 1996.

EL-FADEL, M.; BOU-ZEID, E.; CHAHINE, W.; ALAYLI, B., *Temporal variation of leachate quality from pre-sorted and baled municipal solid waste with high organic and moisture content*. Waste Management 22, pp. 269-282, Elsevier Science Ltda, 2002.

FERREIRA, J.A.; GIORDANO, G.; RITTER, E.; ROSSO, T.C.A.; CAMPOS, J.C.; LIMA, P.Z.M. *Uma Revisão das Técnicas de Tratamento de Chorume e a Realidade do Estado do Rio de Janeiro*. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Foz do Iguaçu-PR, 1997.

GARCÍA, H.; RICO, J.; GARCÍA, P., *Comparison of anaerobic treatment of Leachates from an Urban-Solid-Waste Landfill at Ambient Temperature and at 35oC*. Bioresource Technology 58, pp. 273-277, Elsevier Science Ltda, 1997.

LIMA, Luiz M. Q., *Lixo – Tratamento e Biorremediação*. 3ª ed., Editora Hemus, São Paulo, p. 45-68, 1995.

NASCIMENTO FILHO, Irajá do. *Estudo de Compostos Orgânicos em Lixiviado de Aterro Sanitário*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, RS, 2002.

QASIM, Syed e CHIANG, Walter. *Sanitary Landfill Leachate*. Editora Technomic Publishing Company, Inc., Lancaster, U.S.A., 1994.

RAVINA, L. *Everything you want to know about Coagulation & Flocculation*. Staunton: Zeta-Meter Inc. 1993. 36p.

SISINNO, Cristina L. S. et al., *Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde: uma Visão Multidisciplinar*. Editora FIOCRUZ, Rio de Janeiro, p. 62, 2000.