AVALIAÇÃO TÉCNICA DO TRATAMENTO DE CHORUME VIA PROCESSO ELETROLÍTICO

Vanessa Orlando[1], Alexandre Botari[2], Adalberto Koodi Takeda[3], Janaina Conversani Botari[4], Claudio da Rocha Brito[5]

Abstract *— This work has for objective to efficiency evaluation of the electrolytic to applied treatment Health Residues Services Plant Sterilization chorume and of Municipal Sanitary Fright of Umuarama-PR. The chorume is one eliminates dark of hard odor, with high pathogenic and toxicological potential, formed from the decomposition of the garbage. The current methods of treatment of chorume present deficiencies, limitations and demand extreme time and physical space, degrading each time more the environment. The electrolytic treatment consists basically of the application of electric energy in separate electrodes, made use parallel and dived in the solution to be treated, it will be able to function as alternative method or to complement to the processes normally used. Physical parameters, microbiological physicist-chemistries had been analyzed. The gotten results had been positive, with efficiencies of up to 95.53% in the parameter of turbidity and significant fall of the concentration of the DQO.*

Index-Terms *— Electrolytic treatment, Environment and Chorume.*

INTRODUÇÃO

Em todo o mundo a disposição final do lixo urbano tem se tornado um sério problema ambiental, diariamente são depositados milhares de toneladas de lixo nos aterros sanitários, quando esse lixo presente no aterro entra em decomposição se forma o chorume, um líquido escuro e de odor desagradável, com potencial patogênico e toxicológico.

Em muitos casos, por falta de conhecimento técnico ou falta de recursos, esses resíduos são dispostos de forma inadequada, acarretando sérios problemas de contaminação do ar, do solo e das águas subterrâneas e superficiais.

O chorume é considerado um dos maiores contaminantes do solo, ele é o resultado da ação enzimática dos microrganismos e dos produtos resultantes da degradação dos resíduos, e da infiltração de água nos aterros.

Em função da elevada concentração de matéria orgânica e outros materiais inorgânicos, o chorume constitui-se como um poluente extremamente agressivo ao ambiente, necessitando de tratamento anterior ao seu lançamento no corpo receptor.

No Brasil, na maioria dos casos o chorume produzido é recirculado, ou seja, o liquido é recirculado para o interior do aterro sanitário, reduzindo assim a demanda sobre as estações de tratamento.

Dentre os vários tipos de chorume, avaliaremos no presente trabalho a eficiência técnica e econômica do tratamento do chorume oriundo do Aterro Sanitário Municipal de Umuarama-PR, utilizando-se a Eletrolise, um processo físico-químico não espontâneo causado por corrente elétrica.

Os resíduos destinados ao Aterro Sanitário são os classificados como domésticos, ou seja, os resíduos sólidos ou pastosos gerados nos lares, escritórios, escolas, hotéis, restaurantes, etc; constituído de restos de alimentos, poeira doméstica, embalagens e vasilhames que são eliminados no cotidiano. O chorume gerado por esses resíduos também necessita de tratamento preliminar a disposição final nos corpos hídricos, uma vez que possuem grande quantidade de matéria orgânica, e bactérias patogênicas, podendo trazer doenças para o ser humano além de contaminar os lençóis freáticos, rios, córregos e águas subterrâneas.

Um dos tipos de tratamento para os tipos de chorume acima citados é a Eletrolise, o tratamento eletrolítico pode ser utilizado em qualquer efluente líquido, seja para desinfecção ou transformação das substâncias poluidoras, seu processo consiste basicamente na aplicação de energia elétrica em eletrodos separados, dispostos paralelamente e mergulhados na solução a ser tratada, produzindo transformações de oxidação e redução em substâncias presentes nas águas, como os microrganismos ou substâncias químicas com potencial poluidor ou contaminante.

No intuito de melhorar a qualidade final destes líquidos percolados para o lançamento nos corpos hídricos foi

1 Vanessa Orlando, Tecnólogo em Meio Ambiente, Av.Ângelo Moreira da Fonseca, 1800 Bairro: Zona VII CEP: 87506-370 Umuarama-PR Fone/fax (44)-36219314, abotari@uem.com.br
2 Alexandre Botari, Professor Adjunto do Departamento de Tecnologia DTC da Univesidade Estadual de Maringá Campus Umuarama, Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800 Bairro: Zona VII CEP: 87506-370 Umuarama-PR Fone/fax (44)-36219314, abotari@uem.com.br
3 Adalberto Koodi Takeda, Professor Assistente do Departamento de Tecnologia DTC da Univesidade Estadual de Maringá Campus Umuarama, Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800 Bairro: Zona VII CEP: 87506-370 Umuarama-PR Fone/fax (44)-36219333, adalbertotakeda@yahoo.com.br
4 Janaina Conversani Botari, Professor Colaborador do Departamento de Tecnologia DTC da Univesidade Estadual de Maringá Campus Umuarama, Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800 Bairro: Zona VII CEP: 87506-370 Umuarama-PR Fone/fax (44)-36219314, jcbotari2@yahoo.com.br
5 Claudio da Rocha Brito, President of Council of Researches in Education and Sciences, Rua Frei Gaspar, 931, room 86, 11.310-061, São Vicente, SP, Brazil, cdrbrito@copec.org.br

elaborada uma célula eletrolítica, que poderá funcionar como método alternativo ou complementar aos processos normalmente utilizados.

Avaliaremos aspectos físicos e físico-quimicos em amostras "in natura" e em amostras posteriores ao tratamento eletrolítico, do chorume oriundo do Aterro Sanitário Municipal de Umuarama-PR, serão avaliados parâmetros como: DQO (Demanda Química de Oxigênio), Turbidez, Ph, Alcalinidade, Condutividade e Coliformes totais e fecais.

DESENVOLVIMENTO

ATERRO SANITÁRIO MUNICIPAL

O chorume retirado do Aterro Sanitário Municipal é classificado como de origem doméstica, o que engloba também os resíduos provenientes de supermercados, comércios, hotéis, escolas, etc.

As formas de disposição final são usualmente designadas como lixão ou vazadouro a céu aberto, aterros controlados e aterros sanitários.

- Lixão ou vazadouro a céu aberto: os resíduos são depositados diretamente sobre o solo, podendo ocasionar contaminação do solo, das águas subterrâneas e superficiais através do líquido percolado e dos próprios resíduos;
- Aterros Controlados: geralmente são antigos lixões que passaram por um processo de remediação da área do aterro, ou seja, isolamento do entorno para minimizar os efeitos do chorume gerado, canalização deste chorume para tratamento adequado, remoção dos gases produzidos em diferentes profundidades do aterro, recobrimento das células expostas na superfície, compactação adequada, e gerenciamento do recebimento de novos resíduos.
- Aterro Sanitário: compreende a técnica de disposição de resíduos sólidos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais, e acrescenta ainda o espalhamento, compactação, cobertura e drenagem dos resíduos, monitoramento do sistema de tratamento de efluentes, monitoramento topográfico e das águas, manutenção dos acessos e das instalações de apoio, com o objetivo de reduzir ao máximo os impactos causados ao meio ambiente, os aterros sanitários devem possuir uma vida útil superior a 10 anos.

PRINCIPAIS VANTAGENS DA IMPLANTAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO

- Auto-suficiência como destinação final
- Baixos custos
- Controle

TIPOS DE TRATAMENTOS DE CHORUME

As tecnologias de tratamento de chorume utilizadas atualmente são similares ao tratamento de esgotos:

- Tratamento Biológico: Degradação da matéria orgânica de forma natural, através de microorganismos, esta biodegradação pode ser feita por bactérias aeróbias ou anaeróbias.
- Lodo Ativado: É um sistema é capaz de converter a matéria orgânica biodegradável em formas inorgânicas mais estáveis, ou em massa molecular. É um processo aeróbio, pois necessita do oxigênio que é fornecido por equipamentos que promovem a aeração.
- Lagoas de Estabilização: Grandes reservatórios, de pequena profundidade, nos quais o material orgânico, presentes nas águas residuárias, é estabilizado por processos biológicos (naturais).
- Lagoas Aeradas: São normalmente construídas com taludes de terra e funcionam como reatores biológicos de crescimento suspenso, sem circulação de lodo, tendo profundidade de 2,5 a 5 metros. Normalmente são usados aeradores mecânicos.
- Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente: É um sistema de tratamento anaeróbio, possui um separador de fases, que é colocado no reator, no entanto este tipo de tratamento só é possível onde o fluxograma da estação incorpore tratamentos preliminares.
- Recirculação de Chorume: Técnica atual e inovadora, consiste na recirculação do líquido para o interior do aterro sanitário, dessa maneira, ele reduz a demanda sobra as estações de tratamento. Esse tratamento reduz as concentrações de DBO e DQO.
- Tratamento Físico Químico: O chorume pode ter sua carga orgânica, química e particulada atenuada e, em alguns casos, até eliminada por métodos físico-químicos. Principais técnicas utilizadas: diluição, filtração, coagulação, floculação, precipitação, sedimentação, adsorção/absorção, troca iônica, oxidação química, osmose reversa, lavagem com ar, ultrafiltração, evaporação natural e vaporização.

PARÂMETROS A SEREM AVALIADOS
PARÂMETROS FÍSICOS

Potencial Hidrogeniônico ou Hidrogênio Iônico (Ph); Condutividade;Turbidez;Alcalinidade;

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

PARÂMETROS QUÍMICOS

A capacidade da condução de corrente elétrica deverá ser proporcional a quantidade de íons condutores presente no liquido. Estes eletrólitos são os responsáveis pela transmissão da corrente elétrica, então, quanto maior a concentração destes elementos no efluente, maior será a capacidade de condução de corrente elétrica e maior será a possibilidade de ocorrer reações nas substâncias presentes.

MEDOLOGIA

Para observação e avaliação da eficiência do tratamento eletrolítico foi montada uma célula eletrolítica que poderá funcionar como método alternativo ou complementar aos processos normalmente utilizados para tratar estes tipos de resíduos.

O tratamento eletrolítico pode sanar certas dificuldades do tratamento biológico, na medida em que oferece versatilidade quanto ao volume e variabilidade do efluente a ser tratado, relativa facilidade de automação, diminuição do tempo de tratamento (para a ordem de horas) e menores áreas de instalação, podendo ser economicamente interessante.

O tratamento pode funcionar como método alternativo e/ou complementar em relação aos tratamentos tradicionais.A eletrolise é também aplicada na galvanoplastia, que consiste no revestimento de peças metálicas com uma fina camada de outro metal, por meio da eletrolise aquosa de seu sal. A composição da solução aquosa usada no banho de galvanoplastia varia de acordo com o metal a ser depositado. Os exemplos mais conhecidos são o revestimento por crômio, a cromação, ou por níquel, a niquelação.

Existem dois tipos de Eletrolise, a Ígnea e a Aquosa, a Ígnea é a reação química provocada pela passagem de corrente elétrica através de um composto iônico fundido; e a Aquosa é através de uma solução aquosa de eletrólito. Neste trabalho utilizamos a Eletrólise Aquosa, no qual durante a passagem da corrente elétrica ocorrem reações químicas nos eletrodos.

Na confecção da cuba eletrolítica foram utilizadas 12 placas de alumínio que servirão como eletrodos, sendo 11 inseridas paralelamente, isoladas por de tubos de PVC de 2 cm cada, e 1 placa na horizontal na parte inferior do recipiente utilizado.Para a condução da corrente elétrica foram utilizados cabos do tipo "banana-jacaré" e "jacaré-jacaré", conectados a uma fonte de alimentação com voltagem de até 12 Volts, ligados intercaladamente nas placas de alumínio e nos medidores de Amperes e Voltagem. Os positivos estão representados pelos fios de cor preta, e os negativos pelos cabos vermelhos, conforme figura .

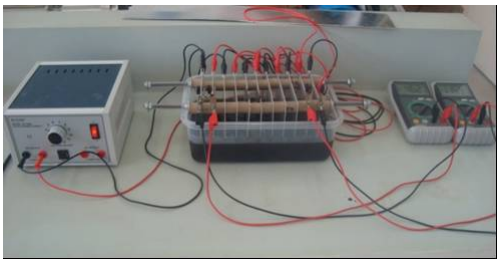

FIGURA. I
EXPERIMENTO DE BANCADA SIMULANDO SISTEMA ELETROLÍTICO DE TRATAMENTO DE CHORUME DO ATERRO SANITÁRIO DE UMUARAMA.

Tanto o cátodo quanto o ânodo serão constituídos pelo alumínio, que agirão como ativos inertes, sofrendo redução e/ou oxidação ou não, ou seja, íons de Al+ poderão se desprender do eletrodo durante a eletrólise participando ou não das reações que ocorrerão na cuba eletrolítica. Os que sofrerem redução e/ou oxidação funcionarão como auxiliares no processo de coagulação do material orgânico em dissolução ou em suspensão presentes no efluente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram feitas as análises para o liquido In natura, anterior ao tratamento eletrolítico, como segue abaixo na tabela I:

TABELA I
PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DO CHORUME "IN NATURA"

Ph	Alcalinidade	Condutividade	DQO	Turbidez	Microbiológico
7,75	5.760	3,51	6.398	209,2	Presente

As tabelas II, III e IV a seguir, mostram os parâmetros físicos e químicos do chorume em detenção nos tempos de 30, 60, 90 e 120 min.

TABELA II
PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DO CHORUME - EXPERIMENTO Nº 1

Tempo/min	Ph	Alcalinidade	Condutividade	DQO	Turbidez	Microbiológico
30	8,23	3.600	3,82	2.551	16,45	Presente
60	8,90	3.780	3,26	2.668	11,03	-
90	9,15	3.420	3,06	3.334	5,91	-
120	9,34	3.780	2,92	2.787	9,34	Presente

TABELA III
PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DO CHORUME - EXPERIMENTO Nº 2

Tempo/min	Ph	Alcalinidade	Condutividade	DQO	Turbidez	Microbiológico
30	8,00	5.040	3,42	3.370	42,77	Presente
60	8,83	3.600	3,10	3.306	37,43	-
90	9,17	3.420	2,87	2.367	32,80	-
120	9,48	3.420	2,78	2.477	35,04	Presente

TABELA IV
PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DO CHORUME - EXPERIMENTO N° 3

Tempo/min	Ph	Alcalinidade	Condutividade	DQO	Turbidez	Microbiológico
30	8,30	4.500	3,64	3.644	50,00	Presente
60	9,04	3.960	3,16	2.477	38,70	-
90	9,32	3.600	2,67	2.805	23,26	-
120	9,54	3.780	2,68	2.768	43,91	Presente

Obtivemos uma eficiência média aproximada de 66%, nos casos específicos como a turbidez a eficiência chegou a 95,53%, conforme figuras II e III.

FIGURA. II
ASPECTO DO EFLUENTE ANTES DO TRATAMENTO ELETROLÍTICO

FIGURA. III
ASPECTO DO EFLUENTE RETIRADO DA CUBA ELETROLÍTICA EM TEMPOS DE DETENÇÃO DE 30, 60, 90 E 120 MIN.

DQO

A quantitativa queda na DQO se deve a remoção de matéria orgânica presentes no efluente na forma de escuma flotada na cuba eletrolítica. O grande número de compostos orgânicos presentes no chorume sofre quebra em suas moléculas devido à ação do campo eletromagnético a que estão submetidos, conforme figura IV.

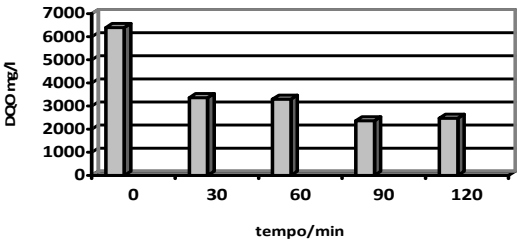

FIGURA. IV
GRÁFICO DA QUEDA DA CONCENTRAÇÃO DE DQO NOS RESPECTIVOS TEMPOS DE DETENÇÃO.

TURBIDEZ

Expressiva clarificação do liquido, devido a retirada de matéria orgânica, um dos parâmetros que obteve mais eficiência, chegando a 95,53%, conforme Figura V.

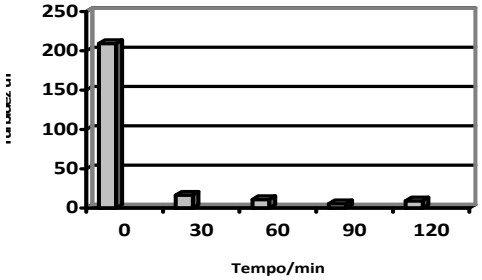

FIGURA. V
GRÁFICO DA QUEDA DA TURBIDEZ PARA OS RESPECTIVOS TEMPOS DE DETENÇÃO.

COLIFORMES FECAIS E TOTAIS

Mantiveram-se resistentes ao processo eletrolítico, não havendo nenhuma alteração.

EXPERIMENTO COM ADIÇÃO DE NACL

Foi realizado um quarto experimento, com a adição de sal (NaCl), esta adição de sal fez com que aumentasse a concentração de eletrólitos no efluente, além de proporcionar uma ação bactericida em função da presença de cloros livres, ocorrendo dissociação na forma de gás clorídrico

A instalação de bancada ficou em funcionamento durante 60 min, sendo retiradas amostras nos tempos de 10, 30 e 60 min. Esta adição fez grande diferença nos testes Bacteriológicos, de Coliformes fecais e Totais

Foi realizado um experimento com o chorume oriundo do Aterro Sanitário Municipal, e retiradas amostras com 10, 30 e 60 min. Foram analisados a voltagem, amperagem e o aumento da escuma com o processo eletrolítico em funcionamento. Conforme tabela V:

TABELA V
EXPERIMENTO Nº 4

Tempo/min	Volts/V	Ampér/A	Escuma/cm
10	1,40	1,01	0,8
20	1,53	1,01	1,0
30	1,52	1,00	1,5
40	1,49	0,99	1,8
50	1,48	0,98	2,0
60	1,47	0,97	2,1

Conforme tabela VI e Figura VI, abaixo, é possível ver que o teste microbiológico, realizado após o chorume ter sido eletrolisado apresentou total inativação nos coliformes

totais e fecais, o que não tinha ocorrido nos experimentos anteriores, sem a adição de NaCl.

TABELA VI
PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DO CHORUME - EXPERIMENTO 4

Tempo (min)	Ph	Alcalinidade	Condutividade	DQO	Turbidez	Microbiológico
10	8,61	3.960	26,16	-	45,11	Ausente
30	9,12	3.780	26,60	2.504	14,05	-
60	9,07	3.960	26,41	2.231	38,68	Ausente

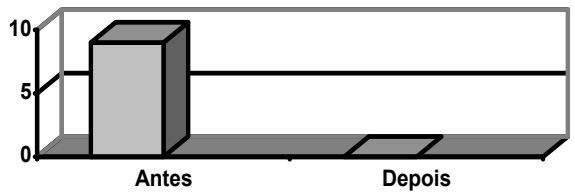

FIGURA. VI
INATIVAÇÃO DOS COLIFORMES TOTAIS E FECAIS APÓS ADIÇÃO DE NACL NA CUBA ELETROLÍTICA.

Portanto podemos inferir que a eficiência bactericida da adição de NaCl, em função dos resultados de inativação total nos Coliformes totais e fecais, conservou os resultados obtidos para os demais parâmetros, não alterando sua eficiência global.

Outro fator relevante foi o tempo, visto que nos três primeiros experimentos a cuba eletrolítica funcionou constantemente por 120 min, e neste último o liquido foi mantido na cuba durante apenas 60 min, com amperagem e voltagem baixas, o que proporciona um baixo custo de energia, e obteve praticamente os mesmos resultados, ressaltando ainda que o NaCl é de baixo custo, sendo economicamente viável esta adição.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos mostraram que o processo eletrolítico é viável, tendo-se em vista a diminuição de vários parâmetros, tanto visualmente quanto os aspectos físicos e químicos, tendo uma eficiência considerável, principalmente sob a adição de sal durante o tratamento.

Deve-se ressaltar, também, a importância do fator tempo. No tratamento convencional, o tempo de detenção em lagoas anaeróbias e de estabilização é da ordem de dias, ao passo que no tratamento eletrolítico o tempo de detenção é da ordem de horas.

Considerando-se ainda a eficiência da inativação bacteriológica, no caso do tratamento convencional, após adição de agente desinfetante (i.e. cloro, hipoclorito, ozônio, etc) além de caros exigem dosagens específicas e sistemas exclusivos para este processo de desinfecção. No tratamento eletrolítico podemos obter os mesmos resultados apenas com a adição de NaCl ao efluente a ser tratado e para um tempo de desinfecção incluso no tempo de detenção do tratamento do chorume.

Com relação às áreas a serem destinadas à estação de tratamento, pode-se verificar que o processo eletrolítico propicia acentuada redução desta necessidade em relação às áreas ora destinadas às lagoas de tratamento, considerando-se a escassez e custos relacionados.

Ressalta-se ainda o baixo custo de energia, com necessidade de correntes e voltagens consideradas baixas, como a média utilizada nos experimentos, de 1 a 2 Amperes e de 3 a 4 Volts, respectivamente, para uma eficiência da ordem de 65% de redução na DQO.

Os resultados obtidos nos experimentos foram positivos, no caso do pH o processo fez com que a solução se tornasse mais básica, diminui parâmetros como a alcalinidade e o DQO, retirando-se grande parte da matéria orgânica e sólidos presentes, proporcionando uma significativa clarificação no efluente, chegando a uma eficiência de 95,53% na remoção de turbidez. Com a adição de NaCl, foi possível atingir inativação total de coliformes totais e fecais presentes no chorume.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro e técnico obtidos do laboratório de poluição e saneamento do Departamento de Tecnologia DTC, no Campus Regional de Umuarama e do Centro de Tecnologia – CTC da Universidade Estadual de Maringá – UEM, respectivamente, para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

[1] ORLANDO, V. Avaliação da eficiência do processo eletrolítico aplicado ao tratamento de chorumes, Trabalho de Conclusão do Curso de Tecnologia em Meio ambiente do Depto de Tecnologia do Centro de Tecnologia da Universidade Estadual de Maringá – UEM –Campus Regional de Umuarama,2009.

[2] BAIRD, Colin, Química Ambiental, 2ª Edição, Porto Alegre, Editora Bookman (2002).

[3] BOTARI, A,; BRITO, C. da R "Estudo de Viabilidade do Processo Eletrolítico para o Tratamento de Chorume", In: Reunião anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 53. Salvador, 2001. Programa e Cd-rom da LIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Salvador: SBPC, 2001. P.57.

[4] BOTARI, A., Avaliação da eficiência do processo eletrolítico para uso no tratamento de efluentes industriais petroquímicos.

[5] FELTRE, Ricardo, Curso básico de química – Vol.2, 1ª Edição, Editora Moderna Ltda – São Paulo (1985).

[6] Gerenciamento dos Serviços de Resíduos de Saúde/ Ministério da Saúde – Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 1ª Edição, Brasília 2006.

[7] PERUZZO, F. M. e DO CANTO, E. L., Química na abordagem do cotidiano, 4ª Edição, Editora Moderna.

[8] Manual de Operação de Aterros Sanitários, Governo do Estado da Bahia.

[9] Determinação da Turbidez em águas. Disponível em: <http://www.ufpa.br>, acesso em 10 out. 2009.