

III-280 - DIAGNÓSTICO DO RISCO DO LODO DE CURTUME “IN NATURA” PARA EXPOSIÇÃO NO MEIO AMBIENTE E VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Adriana Valéria Arruda Guimarães⁽¹⁾

Bacharel em Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB/PRODEMA). Licenciada em Química pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Doutoranda em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande.

Andre Luiz Fiquene de Brito

Professor do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Paraíba. Químico pela UFPB. Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento pela UFPB/UEPB. Doutor em Engenharia Ambiental pela UFSC.

Ana Cristina Silva Muniz Nome

Química pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento pela UFPB. Doutora em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Professora da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Joelma Dias

Engenheira Química pela Universidade Federal de Campina Grande. Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Doutoranda em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande

Mário Gomes da Silva Júnior

Graduação em andamento em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Brasil.

Endereço⁽¹⁾: Universidade Federal de Campina Grande - Departamento de Engenharia Química - Av. Aprígio Veloso, 882, bairro do Bodocongó, Campus Campina Grande - Campina Grande (PB), Brasil – CEP 58109-970. UFCG. Fone-(83) 2101 1394- email: adri.valeriauepb@hotmail.com

RESUMO

O tratamento e reutilização de resíduos sólidos da indústria de curtume e a disposição deste de forma a não prejudicar o meio ambiente é o norte desse trabalho. Este resíduo foi escolhido em virtude do crescimento das indústrias de curtume no Brasil e, conseqüentemente, da forte demanda de resíduo oriunda dessa atividade e, por ter a capacidade de liberar contaminantes ao meio ambiente acima do recomendado pela Legislação. O trabalho teve como objetivo principal caracterizar o resíduo lodo de curtume “in natura” e, em seguida, investigar a viabilidade técnica da reutilização do lodo de curtume na construção civil (CC) para confecção de artefatos cimentícios não estruturais do tipo, tijolo de calçada visando, sobretudo, a integridade, durabilidade dos blocos. O planejamento para que possibilitou a realização de nas seguintes etapas: i) Caracterização do Lodo de Curtume seguindo recomendações da APHA, 2005; ii) Preparação das amostras de lodo para testes de lixiviação e solubilização e, seguindo recomendações da ABNT NBR 1005 e 1006, ambas de 2004 e, por fim, iii) a análise estatística utilizando estatística descritiva. No entanto, a disposição do lodo “in natura” de curtume no meio ambiente propiciará inúmeros impactos em virtude da elevada carga poluidora em termos de sólidos e suas frações e, conseqüentemente, a matéria orgânica além da presença de nitrogênio total e amoniacal bem como, a presença do metal pesado cromo. Desse modo, concluiu-se que é viável submeter o resíduo de lodo de curtume a processos de estabilização por solidificação (E/S), de modo a garantir atenuação de todos os parâmetros analisados e, só então dispo-los no meio ambiente e poder reutilizá-los.

PALAVRAS CHAVE: Lodo de Curtume, Estabilização por Solidificação, Meio Ambiente e Construção Civil.

INTRODUÇÃO

O século 21 tem sido acometido de uma elevada progressão econômica em virtude das inúmeras atividades industriais resultando, desse modo, em grandes quantidades de resíduos industriais e, conseqüentemente, urbanos os quais representam riscos significativos à saúde humana e ao meio ambiente (FROSCHE, 1997). As indústrias de curtimento de couro são valorosas representantes do extraordinário potencial poluidor do

segmento industrial. Em todo o processo produtivo do couro curtido tem-se um grande consumo de água e, por conseguinte, gera também expressiva quantidade de efluentes líquidos e resíduos sólidos.

Segundo a ABNT, 2004a, a classificação dos resíduos sólidos pode ser tanto através da identificação do processo ou atividade que lhes originou bem como as características de seus constituintes, comparando-se estes constituintes com listagens de resíduos e substâncias dos quais é conhecido o seu impacto à saúde e ao meio ambiente de acordo com as normas técnicas.

De acordo com Silva 2007, no Brasil, para padronizar a classificação dos resíduos sólidos a ABNT através da norma NBR 10.004:2004 propôs um conjunto de procedimentos cabíveis os quais classificam os resíduos sólidos em três classes: Classe IA (Perigosos), Classe IIA (Não Inerte) e Classe IIB (Inertes e Não Perigosos). Brito (2007), ressalta que a classificação dos resíduos sólidos industriais frente aos parâmetros físico-químicos do extrato lixiviado é obtido a partir da amostra bruta do resíduo e, os resultados deste comparados com as concentrações dos limites máximos dos parâmetros estabelecidos nas listagens contempladas na norma ABNT NBR 10.004 em função da concentração em mg.L⁻¹ e em função da concentração em mg.kg⁻¹. Em média, a produção de 250 kg de couro curtido é feita a partir de 1 t de pele salgada, sendo necessária a aplicação de 30.000 L de água para todo o processo de curtimento. Ao final desse processo, as indústrias de curtumes processam, aproximadamente, de 20 a 30 % de sua matéria prima o que resulta, em média, a produção de 600 kg de resíduos sólidos e 50 m³ de efluentes líquidos (com 250 kg de DQO e 100 kg de DBO) (PACHECO, 2005).

Diante do exposto, tem-se que os resíduos de curtume são considerados resíduos perigosos, uma vez que os mesmos são constituídos de substâncias orgânicas, inorgânicas ou de mistura delas. Em particular, os resíduos que possuem substâncias inorgânicas merecem uma grande atenção no que diz respeito a possibilidade de conterem espécies metálicas de interesse ambiental em sua composição (SILVA, 2007). Entretanto, a disposição inadequada do lodo de curtume no meio ambiente possibilita a diminuição da biodegradação do mesmo. Esta biodegradação do lodo no solo está diretamente relacionada à atividade microbiana a qual sofre fortes influências pelas altas concentrações dos sais inorgânicos, elevação do pH e do efeito de toxicidade do metal pesado cromo (MARTINES, 2005).

Atualmente, são conhecidos inúmeros processos de tratamento de resíduos industriais, dentre eles uma tecnologia bastante utilizada para essa finalidade é o processo de Estabilização/Solidificação (E/S). Processo que tem como finalidades principais: (i) reduzir a mobilidade dos contaminantes pela sua imobilização química e/ou física, (ii) melhorar as características físicas e de manipulação do resíduo através da produção de um sólido sem líquidos livres e (iii) diminuir a área superficial de exposição através da qual a perda de contaminantes pode ocorrer (FITCH e CHEESMAN, 2003; CONNER e HOFFNER, 1998a).

A estabilização é um método químico que realiza a imobilização química pela formação de compostos estáveis ou compostos insolúveis em água. Estabilização reduz ou elimina a possibilidade de vaporização ou lixiviação para o meio ambiente. Estabilizar é converter o resíduo para uma forma de um sólido, duro, massa não escoável ou um material sólido em partículas e inerte que resiste a solventes comuns e retém os materiais nela contidos, quando submetido a condições de lixiviação (RODRÍGUEZ et al., 2012).

O conceito de solidificação também é abrangida pelos órgãos CETESB (1993) e USEPA (1999). O primeiro define solidificação como sendo um pré tratamento no qual gera uma massa sólida monolítica de resíduo tratado, melhorando tanto sua integridade estrutural quanto suas características físicas, tornando assim mais fácil o seu manuseio e transporte. O segundo define solidificação como sendo uma técnica de encapsulamento

que envolve, necessariamente, reações químicas entre os contaminantes e os reagentes de solidificação mas pode ainda ser conseguida por processos mecânicos (OLIVEIRA, 2008).

O tratamento do lodo de curtume através da E/S vem ganhando destaque em virtude dos bons resultados quanto a fixação dos contaminantes presentes no resíduo e por gerar um material que pode ser reaproveitado, principalmente na construção civil.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar o resíduo lodo de curtume “in natura” e, em seguida, investigar a viabilidade técnica da reutilização do lodo de curtume na construção civil (CC) para confecção de artefatos cimentícios não estruturais do tipo, tijolo de calçada visando, sobretudo, a integridade, durabilidade dos blocos.

METODOLOGIA UTILIZADA

A pesquisa, no âmbito experimental, foi desenvolvida no Laboratório de Gestão Ambiental e Tratamento de Resíduos (LABGER), pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Química (UAEQ), localizada no Centro de Ciências e Tecnologia (CCT), na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), situada na cidade de Campina Grande, no Estado da Paraíba, Brasil.

O resíduo sólido industrial utilizado foi adquirido do Centro Tecnológico do Couro e Calçado (CTCC) Albano Franco, localizado no bairro de Bodocongó, na cidade de Campina Grande, no Estado da Paraíba. O resíduo, portanto, advém das etapas de processamento de couros e peles.

Após a obtenção do lodo de curtume, procedeu com o planejamento experimental o qual possibilitou a realização das seguintes etapas: i) Caracterização do Lodo de Curtume seguindo recomendações da APHA, 2005; ii) Preparação das amostras de lodo para testes de lixiviação e solubilização, seguindo recomendações da ABNT NBR 1005 e 1006, ambas de 2004 e, por fim, iii) a análise estatística utilizando ANOVA.

i) Caracterização do Lodo de Curtume

Para a caracterização do lodo de curtume Figura 1, o mesmo foi preparado mediante abertura da amostra com uma solução ácida de ácido nítrico, ácido sulfúrico e ácido clorídrico. A caracterização da amostra foi, portanto, realizada através das análises físicas (Tabela 1) relacionadas à Umidade, sólidos totais e suas frações além de análises físico-químicas aplicadas aos extratos lixiviado (Figura 2) e solubilizado; para essa finalidade utilizou-se a determinação do potencial hidrogeniônico (pH), da demanda química de oxigênio (DQO), do nitrogênio total kejedhal (NTK) e o nitrogênio amoniacal (N-NH_4^+), conforme constam nas Tabelas 1, 2 e 3.

Figura 1 - Lodo de Curtume Bruto



FONTE: LABGER, 2014.

Figura 2 – Aparelho de Lixiviação



FONTE: LABGER, 2014

ii) Preparação das amostras para teste de lixiviação e solubilização

As análises físico-químicas foram realizadas nos extratos lixiviado e solubilizado seguindo recomendações da ABNT NBR 1005/04 e 1006/04 e também, as recomendações da APHA, 2005, utilizando do aparelho de lixiviação conforme Figura 2..

iii) Análise Estatística

Nesta etapa utilizou-se da análise estatística descritiva obtendo-se a média entre as concentrações dos parâmetros ST, SF, SV (estes apenas para o lodo “in natura”, conforme Tabela 1), pH, DQO, NTK e N-NH_3 para as amostras dos extratos lixiviado e solubilizado, conforme as Tabelas 2, 3 e 4. Já a Tabela 5 dispõe das concentrações dos metais cromo e alumínio, os quais encontram-se presentes no lodo de curtume.

Tabela 1 – Caracterização Física da amostra “in natura” do Lodo de Curtume.

AMOSTRA	pH	%ST	% SF	%SV	%U
LODO DE CURTUME	7,22	82,6	81	19,2	17,3

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Tabela 2 – Caracterização Físico-Química e Quantificação do Lodo de Curtume dos extratos lixiviado e solubilizado frente ao parâmetro DQO e pH.

Lodo	pH	mg/L	%
“in natura”	7,22	6135	0,614
Lixiviado	7,60	6195	1,240
Solubilizado	7,74	2123	0,212

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Tabela 3 – Caracterização Físico-Química e Quantificação do Lodo de Curtume dos extratos lixiviado e solubilizado frente ao parâmetro NTK.

Lodo	mg/L	%
“in natura”	31,0	0,031
Lixiviado	19,6	0,039
Solubilizado	20,3	0,020

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Tabela 4 – Caracterização Físico-Química e Quantificação do Lodo de Curtume dos extratos lixiviado e solubilizado frente ao parâmetro N NH₄⁺.

Lodo	mg/L	%
“in natura”	26,0	0,026
Lixiviado	28,0	0,028
Solubilizado	22,4	0,022

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Tabela 5 – Quantificação do metal cromo presentes nas amostras do lodo “in natura” e dos extratos lixiviado e solubilizado.

Metais	LODO (kg/L)	Lixiação (mg/L)	Lixiviação (kg/L)	LMP (mg/L)	Solubilização (mg/L)	Solubilização (kg/L)	LMP (mg/L)
Cr	3,6	0,13	0,514	5,0	0,15	3	0,05

RESULTADOS OBTIDOS

De acordo com a estatística descritiva na Tabela 1 foi possível constatar que o parâmetro pH manteve-se alcalino nas amostras de lodo “in natura” e nos extratos lixiviado e solubilizado, estando próximos ao exigido pela Portaria do Ministério da Saúde 2914 (2011) e CONAMA/Nº 20 (1986). Com relação aos sólidos totais obteve-se uma elevada, fato este em virtude da matéria carbonácea presente no lodo. Os sólidos voláteis apresentou uma pequena concentração estando, também, relacionada à matéria carbonácea. Entretanto, a concentração um tanto elevada dos sólidos fixos se deu, sobretudo, em função dos agentes inorgânicos utilizados no processamento do couro. Já com relação ao parâmetro de DQO, o lodo “in natura” apresentou 6135 mg/L. Quanto aos extratos lixiviado e solubilizado as concentrações de DQO obtidas foram, em média de 6195 mg/L 212 mg/L, respectivamente.

Com relação as concentrações de nitrogênio total (NTK), observou-se na Tabela 3, que no lodo “in natura” essa concentração foi de 31mg/L. Já com relação aos extratos lixiviado e solubilizado esse parâmetro apresentaram as seguintes concentrações 19,6 mg/L. e 20,3 mg/L, respectivamente. No entanto, todos os valores referentes à concentração de NTK para o lodo “in natura”, o extrato lixiviado bem como, o extrato solubilizado, segundo a Portaria do Ministério da Saúde 2914 (2011), encontra-se acima dos limites permitidos.

Entretanto, com relação a Tabela 4 observou-se que o nitrogênio amoniacal (N-NH_4^+) no lodo “in natura” foi em torno de 26 mg/L. Já com relação aos extratos lixiviado e solubilizado a concentração desse parâmetro foi de 28 mg/L e 22,4 mg/L, respectivamente. Ainda sim, os valores referentes à concentração de N-NH_4^+ para o lodo “in natura”, o extrato lixiviado bem como, o extrato solubilizado, segundo a Portaria do Ministério da Saúde 2914 (2011), encontra-se acima dos limites permitidos. E, por fim, na Tabela 5 observou-se uma elevada concentração de cromo (Cr^{3+} e Cr^{6+}) na amostra de lodo “in natura” de modo que nas amostras dos extratos lixiviado e solubilizado observou-se uma significativa redução deste metal quando comparado ao lodo “in natura”.

CONCLUSÕES

1. Com relação ao pH, os valores deste parâmetro tanto para o lodo “in natura” quanto aos tratamentos permaneceram alcalino mas dentro do permitido pela Portaria do Ministério da Saúde 2914 (2011), visto que inicialmente a preocupação das comunidades científicas e as indústrias de curtume é a disposição desse resíduo no meio ambiente e sua reutilização na construção civil. Entretanto, a alta concentração de sólidos totais no lodo “in natura”, deve-se, sobretudo, a matéria carbonácea das próprias peles e couro e aos compostos inorgânicos utilizados no processamento.
2. Com relação à concentração de DQO, apenas no extrato solubilizado foi possível obter uma redução quando comparado ao lodo “in natura” e ao extrato lixiviado.
3. Com relação ao NTK, observou-se que houve uma pequena redução nos extratos lixiviado e solubilizado quando comparado ao lodo “in natura”, sendo na ordem de 36,7% e 34,5%, respectivamente. Já para o nitrogênio amoniacal, o extrato lixiviado obteve um valor um pouco mais elevado que o valor da concentração de lodo “in natura”. No entanto, no extrato solubilizado foi obtido uma redução quando comparado as demais concentrações.
4. A alta concentração de DQO e nitrogênio na forma de NTK e amoniacal presente no lodo em virtude da própria constituição das peles e couro, quando disposta no solo, positivamente favorece a nutrição do mesmo mas pode contaminar as águas superficiais quando lixiviar ao mesmo tempo que pode eutrofizar os corpos d’água receptores.
5. Com relação ao metal cromo, apesar de observar uma atenuação deste metal nos extratos lixiviado e solubilizado quando comparados ao lodo, a concentração ainda encontra-se acima dos valores estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde 2914 (2011), podendo causar vários impactos no meio ambiente ou quando for reutilizá-lo. Entretanto, diante dessa realidade, constatou-se que uma resposta eficiente aos constituintes indesejáveis presentes no lodo de curtume e nos extratos lixiviado e solubilizado, é tratá-los através do processo de E/S, desse forma viabilizando a introdução deste resíduo em matriz cimentícias para a produção de artefatos para a construção civil não estrutural e à disposição correta no meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21st ed. Washington, DC.,: APHA, 2005.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10.004: resíduos sólidos - classificação**. CENWin, Versão Digital. Rio de Janeiro, 2004a.
3. _____. **NBR 10.005: procedimentos para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos**. CENWin, Versão Digital. Rio de Janeiro, 2004.
4. BRITO, A.L.F. & SOARES, S.R. **Avaliação da integridade e da retenção de metais pesados em materiais estabilizados por solidificação**. Eng Sanit Ambient v.14 n.1 jan/mar, 39-48 39, 2009.
5. CASAGRANDE, M. C. et al., **Reaproveitamento de Resíduos Sólidos Industriais: Processamento e Aplicações no Setor Cerâmico**. In Cerâmica Industrial, 13 (1/2). Janeiro/Abril, 2008.
6. CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n.º 430, de 13 de Maio de 2011**. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 de Maio de 2011.

7. CUNHA, M. C. M. **Tratamento e Incorporação de Lodo de Curtume em matriz de Cimento e Avaliação para uso em Material de Agregado de Concreto.** In: X CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. PIBIC/CNPq/UFCG, 2013.
8. FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **NT-202.R-10:** critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos. Rio de Janeiro, 1986.
9. MARTINES, A. M. Impacto do Lodo de Curtume nos Atributos Biológicos e Químicos do Solo. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação da Escola superior de Agricultura Luiz de Queiros. Piracicaba, 2005.
10. MINISTÉRIO DA SAÚDE - **Portaria MS Nº 2914** DE 12/12/2011 (Federal).
11. NUNES, R. de M. et al., **Avaliação do Risco de Cromo Presente no Lodo de Indústria de Curtume.** In: VIII Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 8, n. 12, p. 222 – 233, 2012.
12. VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos.** 3. Ed. Belo Horizonte; MG, 2005.