

## II-013 – ALTERNATIVAS PARA A UTILIZAÇÃO DO LODO TÊXTIL APÓS PROCESSO DE SECAGEM VISANDO SUA VALORIZAÇÃO

**Edinéia Sarmento** <sup>(1)</sup>

Tecnóloga em Gestão Ambiental – SENAI – Blumenau.

**Ane-Mery Pisetta Ribeiro**

Mestre em Meio Ambiente Urbano e Industrial pela EDUBRÁS – MAUI – Universidade Federal do Paraná - UFPR em parceria com o SENAI e Universidade de Stuttgart.

**Joel Dias da Silva**

Doutor em Engenharia Ambiental, FURB - Universidade Regional de Blumenau. Instrutor Nível III - SENAI – Blumenau.

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Rua Alberto Kath, 667 - Itoupavazinha - Blumenau - SC - CEP 89066-330 - Brasil - Tel: (47) 3378-1414 - e-mail: [edineia@momentoambiental.com.br](mailto:edineia@momentoambiental.com.br).

### RESUMO

A indústria têxtil da região do Vale do Itajaí é representativa na geração de efluente proveniente do processo têxtil, sendo um efluente que possui características distintas em cada parque fabril, envolvendo a utilização de diversos tipos de pigmentos e corantes. Este efluente necessita ser tratado antes de ser lançado no corpo receptor, ao final do tratamento deste efluente, gera-se um subproduto, denominado como lodo têxtil, foco deste trabalho. Atualmente o lodo têxtil é destinado em aterro, se tornando um passivo ambiental. Porém em atendimento a Política Nacional de Resíduos Sólidos, buscam-se novas alternativas ambientalmente adequadas que visem alguma forma de valorização deste resíduo. Este trabalho propõe pesquisar alternativas possíveis de valorização do lodo têxtil e também executa teste experimental em laboratório, onde resulta-se em um custo por tonelada de água removida presente na massa do lodo, confirmando a possibilidade de aplicar sistemas de secagem e propor alternativas como o co-processamento de lodos, utilização do lodo nas caldeiras ou até utilização em linhas de cerâmica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Indústria Têxtil, Lodo, Tratamento, Valorização.

### INTRODUÇÃO

Talvez poucos saibam que o processo de industrialização no Brasil teve seu início com a indústria têxtil. Suas raízes precedem a chegada e a ocupação do País pelos portugueses porquanto os índios que aqui habitavam já exerciam atividades artesanais, utilizando-se de técnicas primitivas de entrelaçamento manual de fibras vegetais e produzindo telas grosseiras para várias finalidades, inclusive para proteção corporal (SINDIMALHAS, 2004).

A automação da indústria têxtil veio com a Revolução Industrial, quando a força humana ou animal passou a ser acionada pelo vapor das máquinas e mais tarde pela energia elétrica. O processo têxtil é geralmente formado pelas etapas de fiação, tecelagem, malharia, beneficiamento de tecidos, confecção e engomagem. Sua cadeia produtiva demanda de uma carga significativa de matérias primas (algodão e demais fibras) e insumos (água, energia, corantes e pigmentos têxteis).

No quesito água, segundo Martins (1997), a utilização da água dentro de uma indústria têxtil, mais especificamente no processo de beneficiamento, ocorre basicamente em todas as etapas, seja diretamente para lavagem, tingimento, amaciamento e outros, ou seja, indiretamente para fazer resfriamento, aquecimento ou produção de vapor em caldeiras. O autor acrescenta que os despejos industriais correspondentes a 87,5% originam-se nas etapas: tinturarias de fios e tecidos, estamparia, lavanderia, engomadeiras e toda outra parte restante do beneficiamento onde se utiliza água. Os despejos domésticos com 9,37% de representação correspondem às águas usadas na cozinha e sanitários. As perdas por evaporação com 3,13%, são decorrentes das caldeiras e retornos de condensado. Estes valores oscilam de uma indústria para outra, sendo que mais de 80% da água consumida, deverá receber tratamento específico de depuração, para seu posterior descarte em corpo receptor.

Martins (1997), também coloca que a indústria têxtil brasileira, utiliza em média 140 litros por quilograma de tecido produzido, deste a média é que resulta-se em 120 litros por quilograma de malha de efluente do processo. Para Lombardi (2007) citado por Schneiders (2011), o estabelecimento da cidade de Blumenau e do entorno se deve muito à indústria têxtil, pois, na sua consolidação por mais de um século, foram criadas as condições físicas para o aparecimento de atividades complementares, assim como o progresso populacional e econômico. Por outro lado, a indústria têxtil, por necessitar de elevados volumes de água em seus processos (lavagem, tingimento e acabamento), também gera grandes quantidades de efluentes e lodo, que contribuem significativamente na poluição do meio ambiente (BOUSFIELD, 2008).

Neste sentido, Martins acrescenta (1997):

[...] O tratamento de efluentes compreendendo uma etapa de tratamento físico-químico além do tratamento biológico é um grande gerador de lodo químico dentro da indústria. Um estudo feito por uma das empresas de grande porte visitadas, mostra o lodo produzido em torno de 400 t/mês, esse valor foi reduzido pela metade com a retirada da etapa de tratamento físico-químico, uma vez que mais da metade do lodo é formado durante o próprio processo de tratamento dos efluentes, feito atualmente por via química. A alternativa de tratar o efluente pela via biológica, gera uma economia em torno de 20% menos que o tradicional físico-químico, e tem-se uma expectativa na redução do lodo de até 80% para alguns casos. Outro fator considerável é a possibilidade de utilização do pouco lodo resultante como fertilizante, e a economia com custo de transporte e disposição final do mesmo em aterros sanitários.

E, segundo Carreira (2006):

[...] a sua formação é consequência de duas situações distintas: a primeira é aquela em que a legislação ambiental exige a remoção da cor do efluente, e a segunda é a estabilização do processo biológico através da retirada de excesso de massa celular. Na primeira situação, o lodo é formado pela remoção do corante residual geralmente por meio de um processo físico-químico (coagulação, floculação, sedimentação ou flotação). Nessa situação se tem a formação de quantidade expressiva de lodo químico, principalmente quando o processo está posicionado a montante do biológico. Ainda em relação a essa primeira situação, o processo físico-químico pode ser empregado em conjunto com o processo biológico, caso esse seja o de lodos ativados, ou ainda, ser posicionado a jusante do biológico. A segunda situação de formação de lodo têxtil surge como forma de estabilização do processo biológico, ou seja, a retirada de massa celular do processo possibilita manter o equilíbrio entre a quantidade de alimento (carga poluente) e o número de microrganismos em valores predeterminados em projeto.

Tendo como base a Central de Tratamento de Resíduos de Blumenau - CTRB, de propriedade da Momento Engenharia Ambiental Ltda, situada no município de Blumenau-SC, onde ingressam grande parte dos resíduos têxteis da região, verificou-se que o ingresso mensal de lodo proveniente das estações de tratamento de efluentes das indústrias têxteis, está na média de geração mensal de 1500 toneladas. Atualmente este lodo é disposto no aterro após passar por processo de solidificação, que é a estabilização do resíduo com cal ou cimento.

Neste sentido, em atendimento a Política Nacional de Resíduos Sólidos, busca-se novas alternativas para reaproveitamento dos resíduos, neste caso, o lodo têxtil. Podendo ser feita uma reutilização deste, após passar por um processo de secagem, sendo assim torna-se possível realizar estudos de valorização do mesmo.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Para realização dos testes, foram coletadas amostras de seis empresas têxteis de Blumenau e região, de junho a julho de 2012. O resíduo em questão estudado é determinado como: Lodo de ETE > 20% de Sólidos (lodo de estação de tratamento de efluentes maior que vinte por cento de sólidos), Código 018 - Classe II. As 06 empresas foram escolhidas por possuírem um maior potencial de ingresso na Central de Tratamento de Resíduos de Blumenau - CTRB, de propriedade particular.

Cada amostra foi coletada e armazenada em 03 recipientes de 1L cada um. No total foram 18 recipientes de coleta. O mix do lodo para ensaio foi preparado de acordo com a porcentagem de ingresso de resíduos de cada empresa, utilizando-se a técnica de quarteamo definida pela ABNT NBR 10007:2004 para o preparo de uma mistura homogênea e representativa. A caracterização do lodo têxtil é um procedimento previamente determinado na CTRB, onde o conhecimento da origem da classe a que pertence os resíduos ingressantes é feito no momento da contratação comercial do resíduo, conforme ABNT NBR 10004:2004.

Neste caso, as amostras coletadas e estudadas eram pertencentes à Classe II A - Não Inerte, conforme apresenta a Tabela 1, têm-se um perfil da caracterização do lodo estudado.

**Tabela 1. Perfil de Caracterização Prévia do Lodo Têxtil**

VARIÁVEIS	FAIXA DE RESULTADOS	METODOLOGIA
Densidade aparente	0,89 – 1,11 g/cm <sup>3</sup>	NBR 10004:2004
pH	6,63 – 7,73	NBR 10004:2004
Umidade	28,89 – 79,38%	NBR 10004:2004
Cádmio	0,0025 – 0,03 mg/L	NBR 10005:2004
Chumbo	0,015 – 1,07 mg/L	NBR 10005:2004
Cianeto	ND	NBR 10005:2004
Cromo Hexavalente	ND – 0,01	NBR 10005:2004
Fenol	ND	NBR 10005:2004
Mercurio	ND	NBR 10005:2004
Benzeno	ND	NBR 10005:2004
Tolueno	ND	NBR 10005:2004
Outros solventes inorgânicos	ND	NBR 10005:2004

ND=Não detectável.

As variáveis foram avaliadas em triplicata, seguindo os protocolos descritos no *Standard Methods* (APHA, 2007) e também os de procedimentos padrões da CTRB, para: radioatividade, densidade, pH, temperatura, teor de sólidos, umidade, peso final, cor, odor e estado físico.

## RESULTADOS

Todos os ensaios foram realizados em triplicata, obedecendo às metodologias determinadas e a amostra utilizada foi suficiente para realização dos testes experimentais. A tabela 2 apresenta os resultados obtidos em laboratório e suas respectivas médias.

**Tabela 1 Resultado dos ensaios em laboratório**

PARÂMETRO	AMOSTRA01	AMOSTRA02	AMOSTRA03	MÉDIA
Radioatividade	50CPM	50CPM	50CPM	50
Densidade antes	0,55	0,53	0,50	0,52
Densidade depois	0,46	0,46	0,46	
pH	7,68	7,75	7,79	7,74
Temperatura	22°C	23°C	24°C	23°C
Teor de sólidos	79,23%	72,58%	69,86%	73,89%
% Umidade	20,76%	27,41%	30,13%	26,1%
Peso Final	3,15g	4,34g	4,52g	<b>4,0 g</b>
SSV	17,7%	16,4%	16,8%	16,9%
Cor	Escura	Escura	Escura	Escura
Odor	Médio	Médio	Médio	Média
Estado físico	Pastoso	Pastoso	Pastoso	Pastoso

É importante considerar que o lodo estudado é proveniente de empresas têxteis que já possuem algum sistema de deságue em operação, apresentando baixo teor de umidade, que em média foi de 26,1%. No estudo conduzido por Borges; Sellin; Medeiros (2009), os resultados foram ainda menores, em torno de 8,96% de teor de umidade para o lodo têxtil e de outras atividades industriais previamente submetidos à desidratação do lodo.

A partir dessa constatação, procedeu-se o cálculo da energia a ser gasta para a remoção de umidade presente nas diferentes amostras. Com base em Rosa; Schroeder (2009) concluiu-se que, a energia gasta para remover 4,0g de água seria de 0,0031029 kWh. Assim, nesta linha de pensamento, para remover 1t de água serão necessários 775,52 kWh/t de água removida.

Segundo Anlagenbau GmbH (2012), os secadores de lodo convencionais tem uma demanda de energia na faixa de 800 kWh por tonelada de remoção de água, enquanto que os sistemas de secagem solar consomem algo na faixa de 20-30 kWh. Neste experimento, o valor calculado foi de 775,72 kWh/t de água removida, próximo do valor citado pela empresa alemã Anlagenbau GmbH quando do dimensionamento de secadores convencionais. Contudo, alguns fatores devem ser ponderados quanto à forma de apropriação dos dados. No experimento não foram computados dados importantes como: perdas de energia para o ambiente pela estufa, o tempo necessário para efetivamente secar o lodo (acredita-se que a secagem completa em 100% não foi atingida).

Considerando a energia gasta de 775,72 kWh e o custo do kWh para empresas da ordem de R\$ 0,32 centavos/kWh (MOMENTO, 2012) , acredita-se que, para remover 1 tonelada de água do lodo (com aproximadamente 26,1% de umidade), seriam gastos R\$ 248,23/t (duzentos e quarenta e oito reais e vinte e três centavos), um valor alto, ainda mais se multiplicado pela geração do lodo têxtil nas indústrias. Em contrapartida porém, não havendo mais os custos com a disposição em aterro, torna-se interessante alinhar a secagem com outros fins de valorização.

A valorização do lodo têxtil é um tema que não possui muitos estudos comprobatórios da sua real utilização em outros processos. Existem alternativas estimadas, mas a maioria dos estudos e pesquisas é voltada ao lodo de esgoto doméstico. Este é um quadro que precisa desenvolver significativamente, para que se possa afirmar as reais possibilidades, vantagens e desvantagens da reutilização do lodo têxtil, porém, buscou-se neste trabalho apresentar as tecnologias possíveis ofertadas.

Dentre estas estão à possibilidade de utilizá-lo como agregado leve para construção civil, onde o processo de produção de agregado leve, mediante a sintetização do biossólido proveniente da digestão anaeróbia, foi concebido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT e utilizado pela SABESP em uma instalação industrial que funcionou na ETE Vila Leopoldina (Tsutya, 2000).

Outra possibilidade tem sido o reaproveitamento de resíduos industriais na indústria cerâmica, sobretudo para a fabricação de tijolos, e que já foram realizados com sucesso, podendo-se citar a utilização de lamas de Estações de Tratamento de Efluentes, cinzas de usinas termoelétricas, areias de fundição, refugos de mineração, escórias de fornos, resíduos de serragem de granito, entre outros (CASTRO, 2010).

Contudo, Bitencourt (2002) caracterizou o lodo gerado em indústria têxtil e detectou a presença de metais, entre outros o Cobalto, Cobre e Zinco, além do Alumínio, utilizado no processo de decantação dos sólidos durante o tratamento físico-químico dos efluentes. Estudou-se o reaproveitamento deste lodo contendo 50% de matéria orgânica, por meio de sua incorporação em argamassa, usando a técnica de solidificação/estabilização de resíduos. Os testes permitiram concluir que massa com relação lodo/cimento de até 33,3% pode ser utilizada como material secundário. O autor conclui também que a baixa resistência obtida nos resultados de resistência mecânica, foi consequência do alto teor de matéria orgânica contida no resíduo.

Os resultados de Pinto (2005) mostram que os resíduos participam da hidratação do cimento, retardando e/ou reagindo com alguns dos compostos do cimento. A presença das argilas favoreceu o encapsulamento dos metais pesados presentes nos resíduos, comprovado pelos ensaios de resistência à compressão e de lixiviação, que permaneceram dentro dos valores exigidos pela legislação ambiental.

O processo de estabilização por solidificação apresentou potencial para sua aplicação ao tratamento de resíduo de curtume contendo cromo e do resíduo sólido do escoamento de água de chuva em estradas. Almeida (2009) avaliou a incorporação do lodo têxtil em cinco tipos de argilas, encontradas na região norte do Paraná, e realizou-se uma análise qualitativa dos blocos cerâmicos, com composição de 15% de lodo têxtil, em função de suas características, estabelecidas nas normas ABNT NBR 15.270-1:2005 e 15.270-3:2005. Foram fabricados blocos em escala reduzida que foram submetidos a testes de resistência à compressão, lixiviação, solubilização e absorção de água, de acordo com as respectivas normas brasileiras. O tipo de argila influenciou as características mecânicas dos blocos cerâmicos. Os blocos fabricados com a argila que apresentava maior

quantidade de fração areia e de matéria orgânica foram os que apresentaram menor resistência mecânica. Foi verificado nas condições estudadas que os blocos cerâmicos apresentaram lixiviação e solubilização dentro dos limites estabelecidos pelas normas técnicas. Assim, o processo de solidificação/estabilização foi capaz de imobilizar de forma eficaz, os metais presentes no lodo têxtil, mostrando-se como um promissor processo de minimização de impactos ambientais.

Outro processo de utilização do lodo, realizado atualmente é o co-processamento nas indústrias cimenteiras. Esta utilização pode ser analisada sob duas óticas, como combustível auxiliar para os fornos de clínquer e como matéria adicional misturada à farinha crua a ser clínquerizada. Segundo Tsutya (2000), as características construtivas e operacionais dos fornos de clínquerização se assemelham a um incinerador, sendo que todo o material inerte é incorporado ao produto.

A incorporação do biossólido ao clínquer tem como principais vantagens a eliminação de organismos patogênicos, ausência de qualquer subproduto tóxico sólido e os metais presentes nos biossólidos sob altíssimas temperaturas, incorporam-se à matéria prima do cimento através de ligações estáveis.

Em se tratando da questão da Reciclagem Agrícola, a maioria dos estudos é voltada a geração do lodo de esgoto. Segundo Ferreira; Andreoli; Jürgensen, (1999), a reciclagem agrícola alia baixo custo e impacto ambiental positivo quando é realizado dentro de critérios seguros. Ambientalmente é a solução mais correta, pois promove o retorno dos nutrientes ao solo, colaborando para o fechamento no ciclo dos elementos. Deve ainda estar condicionada a regras que definam as exigências de qualidade do material a ser reciclado e aos cuidados exigidos para estabilização, desinfecção e normas de utilização que incluam as restrições de uso. É uma alternativa particularmente promissora para países como o Brasil, onde se faz necessária a reposição do estoque de matéria orgânica dos solos devido ao intenso intemperismo das nossas condições climáticas.

Outra tecnologia ofertada é a conversão de lodo em óleo combustível conhecido como processo de pirólise - a tecnologia de conversão de lodo em óleo combustível tem sido desenvolvida e demonstrada na Alemanha, Austrália e no Canadá, porém, é voltada a lodo da estação de tratamento de esgoto. Atualmente, encontra-se em construção, a primeira instalação em escala comercial da transformação do lodo em combustível, na estação de tratamento de esgotos de Subiaco, em Perth, na Austrália, que terá a capacidade inicial de conversão de lodo de 17 toneladas secas de lodo por dia, produzindo 5,5 t/d de óleo e 2,5 t/d de cinzas. No final do plano, em 2040, essa instalação terá a capacidade de 30t secas por dia. Borges; Sellin e Medeiros (2009) realizaram testes estudando o poder calorífico do lodo têxtil, onde o PCS (poder calorífico superior) ficou na faixa de (17,0 MJ/Kg) e confirmam que os valores de PCS encontrados para o lodo é superior aos da madeira de descarte (PCS = 13 MJ/kg) e bagaço de cana em briquete (PCS = 14,5 MJ/kg), que já são empregados na geração de energia .

Neste contexto, torna-se possível propor algumas alternativas mais viáveis de valorização do lodo têxtil, das possibilidades apresentadas, na atual fase é recomendável à utilização do lodo como combustível em caldeiras para geração de vapor de uso interno no parque fabril têxtil (a lenha consumida poderá ser substituída pelo lodo), outro ponto de valorização é o co-processamento em fornos das cimenteiras, uma tecnologia que tende a evoluir significativamente em Santa Catarina e por fim a possibilidade de utilização do lodo para fabricação de lajotas, blocos cerâmicos, sendo estas as alternativas indicadas para fins de valorização do lodo têxtil, sempre analisando os requisitos legais aplicáveis para o estado de Santa Catarina, região do Vale do Itajaí.

## CONCLUSÕES

Atingindo os objetivos propostos, com base na coleta, preparo e análise em laboratório através de testes experimentais de secagem do lodo têxtil pertencente à Classe II, chega-se a um custo de R\$ 248,23 para remover uma tonelada de água do lodo. O que na atual fase econômica deve ser avaliado com cautela, no momento de estudar o reaproveitamento do lodo têxtil, considerando a grande geração pelas indústrias têxteis. Porém, devidamente planejado e projetado, aplicando a secagem e gerando um lodo com potencial de reutilização, eliminam-se outros gastos necessários, a própria disposição em aterro, transporte excessivo devido à umidade do lodo e a própria responsabilidade ambiental eterna, pelo fato do lodo ser um passivo ambiental e o gerador ser o seu eterno responsável.

Sendo possível, propor alternativas de aplicação deste lodo, aproveitando seu potencial calorífico em caldeiras, co-processamento em cimenteiras, fabricação de lajotas e bem como outras alternativas apresentadas neste trabalho, sempre considerando a verificação dos requisitos legais aplicáveis e autorização do órgão ambiental para tal feito.

Outro ponto é a parceria que pode ocorrer entre as empresas têxteis e a própria Central de Tratamento de Resíduos de Blumenau - CTRB, considerando que a Central já trabalha com a tecnologia de Co-processamento para outros tipos de resíduos, pode surgir deste ponto um planejamento para realização do co-processamento de lodos têxteis, resultando no aumento do tempo de vida útil do aterro e atendendo a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Para futuros trabalhos, recomenda-se aumentar o tempo de secagem, buscando um lodo 100% seco e inserir nos cálculos todas as possíveis perdas que possam ocorrer no processo, gerando resultados exatos quanto ao custo a ser aplicado neste quesito. E por fim, recomenda-se também aprofundar estudos quanto à secagem solar de lodos provenientes da indústria têxtil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT. Normas ABNT NBR 10004, 10005, 10006, 10007. Rio de Janeiro, 2004.
2. ALMEIDA, P. H. S. Processo de solidificação/estabilização de lodo têxtil em matriz de argila: influência do tipo de argila. 2009. 100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2009. Disponível em: <<<http://nou-rau.uem.br/nou-rau/document/?code=vtls000178551>>>. Acesso em: 27 mar. 2012.
3. ANLAGENBAU GMBH. Disponível em << <http://www.wendewolf.com/klssystem.php?lang=de>>>. Acesso em 03 jul. 2012.
4. BITENCOURT, M. P. de. Reaproveitamento do Lodo Gerado no Processo de Tratamento dos Efluentes de Lavanderia (Tingimento e Lavagem). 2002. 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.
5. BOUSFIELD, P.M. Uso de uma rede neural para a previsão do volume de lodo gerado em estações de tratamento de efluente: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Universidade da Região de Joinville, 2008.
6. BORGES, F.;SELLIN, N.;MEDEIROS, S.H.W. Caracterização e avaliação de lodos de efluentes sanitário e industrial como biomassa na geração de energia. 2009. Disponível em << <http://www.seer.ufu.br/index.php/cieng/article/view/730>>>. Acesso em jul. 2012.
7. CASTRO, Thiago Moraes de. Solidificação/estabilização de lodo gerado no tratamento de efluente de lavanderia industrial têxtil em blocos cerâmicos acústicos e seu desempenho em câmara. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Urbana na área de concentração Infra-estrutura e Sistemas Urbanos, Departamento de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010. Disponível em: <<<http://www.peu.uem.br/Discertacoes/Thiago.pdf>>>. Acesso em: 27 mar. 2012.
8. CARREIRA, F.M. Sistemas de tratamento de efluentes têxteis. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2006. Disponível em <<<http://pt.scribd.com/doc/59947171/478/Disposicao-do-lodo-textil-quimico-e-biologico>>>. Acesso em 22 fev. 2012.
9. FERREIRA, C.A; ANDREOLI, C.V; JURGENSEN, D. Produção e características dos biossólidos (Capítulo I). In: Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura. Coordenador: Cleverton Vitério Andreoli. Rio de Janeiro: PROSAB. 1999.
10. MARTINS, H.B.G. Práticas limpas aplicadas as indústrias têxteis de Santa Catarina. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 1997. Disponível em: << <http://www.eps.ufsc.br/disserta97/geruza/index.html>>>. Acesso em: 21 jun. 2012.
11. MOMENTO ENGENHARIA AMBIENTAL. Disponível em <<[www.momentoambiental.com.br](http://www.momentoambiental.com.br)>>. Acesso em jun. 2012.
12. SINDIMALHAS. 2004. Disponível em << [http://www.sindimalhas.com.br/estudos\\_conteudo,14,6.html](http://www.sindimalhas.com.br/estudos_conteudo,14,6.html)>>. Acesso em 30 jun. 2012.

13. PINTO, C. A. Estudo da estabilização por solidificação de resíduos contendo metais pesados. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Química), Programa de Pós-graduação. Disponível em: << [http://ged1.capes.gov.br/CapesProcessos/919458-ARQ/919458\\_5.PDF](http://ged1.capes.gov.br/CapesProcessos/919458-ARQ/919458_5.PDF)>>. Acesso em 27 mar. 2012.
14. ROSA, B.P; SCHROEDER P. Avaliação do impacto da implantação da secagem térmica nos custos nos custos com disposição em aterros sanitários do lodo proveniente de estações de tratamento de esgoto de uma metrópole. TCC (Graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, RJ, 2009. Disponível em << <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10001698.pdf>>>. Acesso em jul. 2012.
15. SCHNEIDERS, D. Potencial de geração de biogás no tratamento de efluente e lodo têxtil em reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB). Projeto de Qualificação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2011.
16. TSUTYA, T.M. Alternativas de disposição final de biossólidos gerados em estações de tratamento de esgotos (Capítulo 4). In: Impacto Ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Coordenador: Regina Lúcia Siewert Rodrigues e Maria Cristina Tordin. Jaguariúna, SP: EMBRAPA, 2000.