

RESÍDUOS SÓLIDOS E TRATAMENTO DE EFLUENTES PROVENIENTES DE LAVANDERIA INDUSTRIAL PARA LAVAGEM DO JEANS: UM ESTUDO DE CASO

Luana Dumas Coutinho¹ (luanadumas@utfpr.edu.br), Luciana Simões Ramos¹ (lucianasimoesramos@gmail.com), Bruna Gouveia Souza¹ (brunasouza@alunos.utfpr.edu.br), Valquíria Aparecida dos Santos Ribeiro¹ (valquiria@utfpr.edu.br)

1 UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ – CAMPUS APUCARANA

RESUMO

A indústria têxtil possui uma empresa produtora que vai desde a obtenção de fibras para o produto final. O jeans é um produto que tem uma grande representatividade comercial e uma produção de demanda de muitos processos e produtos, além de um alto consumo de água. Este trabalho apresenta como etapas de beneficiamento de peças confeccionadas em jeans em um estudo de caso em lavanderia industrial da cidade de Maringá-PR com enfoque principal no tratamento dos efluentes e destinação dos resíduos sólidos industriais. Devido ao grande volume de efluentes líquidos com sólidos em suspensão dos processos de produtos, avaliou-se a legislação e classificação do resíduo sólido industrial gerado denominado lodo, com base em sua composição, de acordo com os produtos empregados sem beneficiamento, bem como a sua Destinação final. Além disso, foram avaliados os parâmetros de qualidade da água, os testes realizados pela empresa, uma fiscalização por órgãos ambientais e uma forma de descarte dos efluentes tratados.

Palavras-chave: Lavanderia industrial; Efluente têxtil (Lodo); Resíduo sólidos industriais.

SOLID WASTE AND TREATMENT OF EFFLUENTS FROM INDUSTRIAL LAUNDRY FOR WASHING THE JEANS: A CASE STUDY

ABSTRACT

The textile industry has a production company that goes from obtaining fibers to the final product. Jeans is a product that has great commercial representativeness and demand production of many processes and products, in addition to a high consumption of water. This work presents as steps of processing of pieces made in jeans in a case study in industrial laundry of the city of Maringá-PR with main focus in the treatment of effluents and disposal of solid industrial waste. Due to the large volume of liquid effluents with suspended solids from the product processes, the legislation and classification of the generated industrial solid waste called sludge was evaluated, based on its composition, according to the products used without beneficiation, as well as its Final destination. In addition, the parameters of water quality, the tests performed by the company, an inspection by environmental agencies and a form of disposal of treated effluents were evaluated.

Keywords: Industrial laundry; Textile effluent (sludge); Industrial solid waste.

1. INTRODUÇÃO

A indústria têxtil abrange um amplo conjunto de atividades produtivas, desde a obtenção das fibras até chegar na produção de peças confeccionadas. De modo que, quanto mais integradas forem às etapas da cadeia têxtil, maior a qualidade do produto final (GUTIERREZ, 2006). Segundo Lara (2014) os produtos têxteis adquirem valor pelo grau de novidade e de inovação tecnológica. Nesse quesito o jeans possui destaque na cadeia produtiva têxtil e de moda. Segundo dados históricos o nascimento da calça jeans ocorreu a partir da necessidade de fornecer peças com alta resistência à classe de trabalhadores. Por volta de 1792, começou-se a fabricar o *denim* um tecido de algodão com o fio de urdume tinto com azul índigo, proveniente de extrato da planta *indigosfera*, já o fio de trama com aspecto cru. Observa-se que os processos de agregação de valor pelos quais o jeans passou no decorrer do tempo, foram capazes de

incorporar o tecido no mercado, fazendo com que as peças confeccionadas possuam uso variado, podendo ser utilizadas no dia a dia, em ambientes de trabalho, estudos e até mesmo em momentos de lazer, tornando-se um item importante no segmento de moda há várias décadas. (SANTOS, 2011).

A fabricação do jeans como se é conhecido atualmente tem um grande impacto ambiental. Primeiramente, o *denim* é composto majoritariamente de algodão, que é produzido em monocultura e seu processo de beneficiamento é composto por diversas etapas, dentre elas, desengomagem, tingimento, amaciamento, alvejamento, envelhecimento, entre outros. Estes tipos de acabamento podem ser físicos, biológicos e químicos, gerando diversos impactos ao meio ambiente (GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA TÊXTIL, 2016).

Tais processos são desenvolvidos em lavanderias industriais têxteis, que ficam encarregadas de investir em inovações com o propósito de alcançar destaque no mercado, fazendo com que a customização torne a peça exclusiva, por meio do constante desenvolvimento de técnicas e processos que contribuem para evolução dos acabamentos (QUÍMICA NOVA ESCOLA, 2015).

No processo de customização da peça são utilizadas substâncias químicas prejudiciais à saúde e altamente poluentes, além de enormes quantidades de água no processo (TAVARES, ARNT, 2011). Segundo Porto e Schoenhals (2013) cerca de 100 m³ de água são consumidos em média para cada tonelada de tecido processado, gerando 100 kg de matéria orgânica em termos de Demanda Química de Oxigênio (DQO), que representa a quantidade de oxigênio necessário para realizar a degradação da matéria orgânica do efluente que seja oxidável pelo permanganato ou dicromato de potássio em solução ácida, dependendo do processo produtivo e da composição dos artigos processados (HAANDEL, 1999).

A estonagem, também conhecida como *stone whased* é uma técnica de customização tradicionalmente realizada com argila expandida em banho de água aquecida, cloro e peróxido de hidrogênio. O objetivo principal é retirar a goma além da retirada parcial dos corantes que estão ligados à superfície da fibra por meio de interações químicas fracas. A desvantagem do processo é a dificuldade de remoção dos fragmentos de argila das peças, os estragos causados no maquinário pelo atrito e o entupimento do escoamento da água no processo. Mediante estes problemas desenvolveu-se uma técnica similar utilizando enzimas (LOPES, 2011).

As enzimas agem diretamente na celulose da fibra, sendo um processo biológico, muito usado em países onde existe uma legislação ambiental rígida e alta tecnologia aplicada no processo. Em processos posteriores, podem ser inseridos outros efeitos realizados por meio de lixados, aplicação de permanganato de potássio, jatos de areia ou laser (LOPES, 2011).

Os efluentes gerados nas lavanderias industriais são líquidos, entretanto após as etapas de tratamento de efluentes por decantação, é gerado o resíduo sólido denominado lodo. De acordo com a eficiência dos tratamentos de efluentes físico-químicos ou biológicos empregados é gerada uma maior ou menor quantidade de lodo, e devido sua característica de solubilidade em água e a sua composição, este se torna um grave problema ambiental (MARTINS, 1997).

O lodo formado tem elevado nível de metais pesados e outros componentes, tais como fósforo, magnésio, alumínio, manganês, ferro, titânio, silício, dentre muitos outros, e os metais pesados possuem elevada toxicidade e não podem ser degradados e nem realizada a desintoxicação biológica, sendo perigosos devido à persistência dos mesmos no ambiente (PRIM, 1998).

Avaliando em termos de legislação brasileira referente à classificação dos resíduos sólidos, estes podem ser definidos de acordo com a Lei número 12.305/2010, a qual institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos:

“Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas na sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe a proceder ou está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases e contidos em recipientes, líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível” (BRASIL, 2010).

A Lei 12.305/2010 também define o que são rejeitos:

“Rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010).

Para se classificar os resíduos sólidos segundo a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT 10.004/2004, devem-se avaliar quais os processos ou atividades que originaram tais resíduos e comparar as substâncias e resíduos com os que constituem listagem específica para classificação de acordo com o impacto à saúde e ao meio ambiente. Os resíduos podem ser classificados em Classe I – resíduos perigosos, Classe II A e B – resíduos não inertes: (ABNT.NBR 10.004:2004).

A classificação do lodo proveniente das lavanderias industriais deve ser realizada periodicamente, pois as características variam de acordo com os tipos e quantidades de efluente, tipos de aditivos, natureza do efluente e com as reações ocorridas no tratamento (ROSA, 2004).

O tratamento do lodo deve ser realizado em algumas etapas, sendo a primeira a secagem por meio da evaporação dos líquidos voláteis e a desidratação que visa a diminuição do volume do efluente, restando apenas o resíduo sólido (LIMA JR, 2001)

A destinação final do lodo deve ser avaliada, buscando sempre o descarte correto, os aterros industriais são locais apropriados e preparados para receber os resíduos industriais, sendo uma das formas mais baratas e conhecidas no Brasil (D'ALMEIDA e VILHENA, 2000). Existem outras formas de destinação final que podem ser empregadas ao lodo, entretanto, com menor incidência de aplicações no cenário brasileiro, tais como incineração, *landfarming*, compostagem, solidificação e estabilização.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo de caso dos processos produtivos e dos tratamentos de efluentes, bem como a destinação final dos resíduos sólidos caracterizados pelo lodo de uma lavanderia industrial da cidade de Maringá-PR.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada para o desenvolvimento do presente trabalho foi o levantamento bibliográfico e coleta de dados referentes ao processo de tratamento de efluentes oriundos dos processos produtivos de acabamento de uma lavanderia industrial, por meio de pesquisa exploratória para proporcionar maior familiaridade ao problema, construir hipótese e/ou com vistas torná-la mais explícita (GIL, 2008).

Foi realizada uma abordagem holística do processo por meio dos dados coletados em visita técnica em uma lavanderia industrial na cidade de Maringá-PR, elaborando-se um fluxograma dos processos realizados e também uma análise acerca dos demais dados coletados na empresa, este estudo, do ponto de vista dos procedimentos técnicos, pode ser definido como um estudo de caso (YIN, 2005).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A lavanderia industrial analisada realiza diversos processos de beneficiamento e acabamentos físicos, químicos e biológicos em produtos têxteis confeccionados com tecido denim. Dentre os processos realizados destacam-se a purga, desengomagem, alvejamento, estonagem (*stone washed*), lixado, bigodes, marmorizado, aplicação de resinas e pigmentos, pincelado, *used*, amaciamento, dentre outros.

Para a realização destes processos, é necessária a utilização de diversos produtos químicos específicos, tais como corantes diretos, reativos e sulfurosos, permanganato de potássio, hidróxido de sódio, cloro, ácido acético e sulfúrico, metabissulfito de sódio, peróxido de hidrogênio, umectantes, sequestrantes, igualizantes, enzimas, amaciantes, dentre outros produtos e auxiliares.

Todos os efluentes gerados nestas etapas produtivas são encaminhados para a central de tratamento de efluentes (Figura 1) que se encontra na mesma planta da empresa, a qual tem por objetivo tratar o material, de forma que ao final do tratamento a água esteja com padrões acima



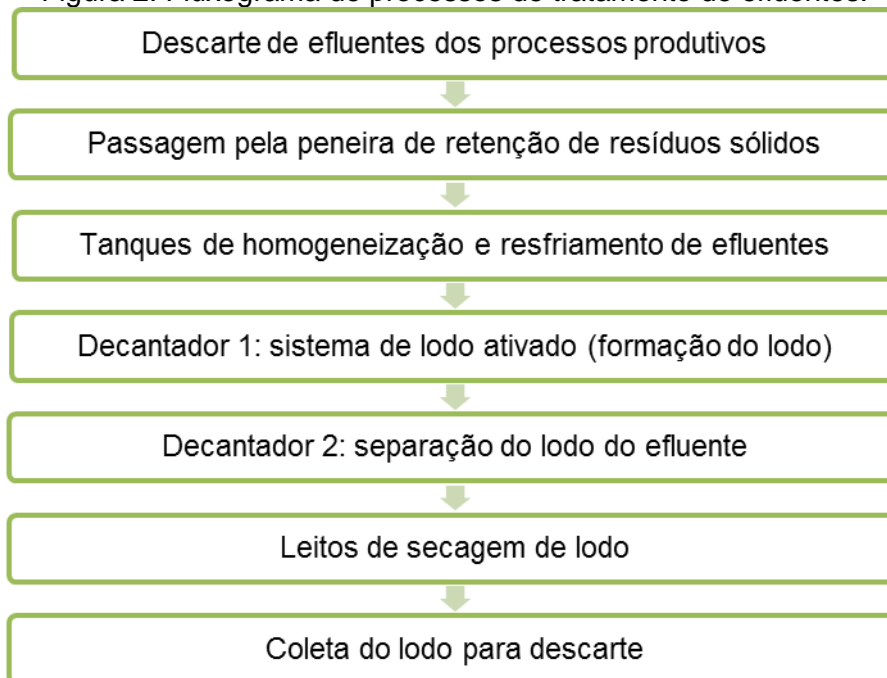
dos exigidos pela legislação dos órgãos ambientais, para que possa ser devolvida ao meio ambiente de forma correta e sem causar danos ao meio ambiente.

Figura 1: Central de tratamento de efluentes.



As etapas do tratamento de efluentes na empresa seguem um fluxograma de processos, que é apresentado na Figura 2.

Figura 2: Fluxograma de processos de tratamento de efluentes.



Para a realização do tratamento de efluentes, são utilizados primeiramente métodos físicos, os quais têm por objetivo retirar as partículas sólidas que estão no efluente, através da passagem por peneiras (Figura 3) para proteger as tubulações e demais equipamentos, de modo a evitar bloqueios ou entupimentos.

Figura 3: Peneira.



Após a passagem pela peneira, o efluente segue para um dos dois tanques de homogeneização, onde os efluentes de todos os processos se misturam, para buscar a melhor uniformidade, bem como o resfriamento das águas provenientes de processos com temperatura elevada.

Após o período de homogeneização, segue para o primeiro reator, onde estão bactérias do lodo ativado, específicas para o tipo de resíduos químicos presentes nos efluentes. Estas bactérias aeróbicas devem ser novas para um tratamento efetivo levando em média 6 meses para se reproduzirem, elas se alimentarão do efluente realizando a clarificação do mesmo, necessitando de oxigenação suficiente para sua sobrevivência, além de suplementos alimentícios necessários para seu desenvolvimento, reprodução e efetividade no tratamento.

No segundo tanque, chamado de decantador, ocorre separação do lodo do efluente, a fim de obter um efluente clarificado e o lodo com concentração de sólidos capaz de ser facilmente manuseado e disposto em local adequado. O lodo segue para um dos 10 leitos de secagem de lodo (Figura 4), onde permanecem até sua secagem e desidratação total por um período de cerca de 30 a 60 dias sendo posteriormente coletados por empresa especializada no descarte em aterro sanitário industrial.

A empresa participa juntamente com uma universidade de um projeto que estuda a viabilidade de utilização do lodo na adubação de eucalipto e na produção de tijolos, sendo esta uma forma de fazer com que o rejeito do lodo, que teria o aterro sanitário industrial como destino, possa ser reaproveitado em uma nova aplicação.

O custo médio para o descarte é de R\$130,00 por tonelada de lodo entregue no aterro sanitário industrial e cerca de R\$30.000,00 gastos com o transporte do lodo, energia e mão de obra.

A água tratada é descartada em um rio nas proximidades da empresa, e são realizados testes de controle de qualidade da água diariamente.

Três vezes ao dia são coletadas amostras para avaliar a quantidade de sólidos sedimentados que representam o material em suspensão que possui capacidade de sedimentar, sendo o parâmetro aceitável na faixa entre 200-250 mg/L. e também análises de pH. A análise de demanda biológica de oxigênio (DBO) parâmetro para indicar o grau de matéria orgânica presente no sistema biodegradável deve estar com 30 ml/L, já a demanda química de oxigênio (DQO) que é a quantidade de oxigênio necessário para realizar a degradação da matéria orgânica do efluente que seja oxidável pelo permanganato ou dicromato de potássio em solução ácida deve estar em até 150 mg/L.

Os testes são realizados na empresa, entretanto, algumas análises são enviadas para laboratórios externos para fazer a análise dos parâmetros solicitados pela legislação que regulamenta o Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e também o órgão Águas Paraná. Tais órgãos fazem a fiscalização na empresa aproximadamente 5 vezes ao ano, além de solicitarem relatórios periódicos com o resultado das análises externas.



Figura 4: Tanques de armazenamento de lodo.



A quantidade de peças produzidas na empresa é de 190.000 ao mês, com um volume médio de consumo de água por peça lavada de 38 L, sendo gerados aproximadamente 7.220.00L/mês. A capacidade de tratamento de efluentes na empresa é superior à capacidade produtiva da mesma, de modo que a empresa realiza o tratamento de efluentes de outras empresas desenvolvendo um serviço terceirizado.

As empresas que terceirizam o seu tratamento de efluentes são empresas de reciclagem de garrafas de politereftalato de etileno (PET), higiene, adoçantes e o aterro gerando desta forma um lucro proveniente desta prestação de serviços. Entretanto, como são efluentes com diferentes tipos de composições, acaba-se tornando mais complexo o tratamento de tais efluentes de modo que se deve ter um controle de processo e de qualidade final eficiente.

5. CONCLUSÃO

Por meio da pesquisa de levantamento bibliográfico, foi possível fazer um panorama da indústria têxtil com enfoque no processo produtivo do denim, como ocorreu evolução dos processos tanto nos aspectos de aplicações na moda quanto em desenvolvimento de métodos de beneficiamento. Além disso, foi verificada a legislação e classificação dos resíduos sólidos provenientes deste processamento.

Os processos da lavanderia industrial foram analisados em uma visita técnica, de modo a verificar quais os processos e produtos utilizados no beneficiamento e acabamento das peças produzidas pela empresa.

O método de tratamento de efluente utilizado foi o físico, com o objetivo de retirar as partículas sólidas presentes no efluente e o biológico utilizando-se de bactérias anaeróbicas para o tratamento e clarificação da água. O lodo resultante do tratamento segue para o aterro sanitário industrial e a água tratada que esteja dentro dos parâmetros estipulados pela legislação segue para um rio nas proximidades da empresa.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 10.004:2004. Classificação dos Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 15 março. 2017.

BRASIL. Ministério das Cidades. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei no. 12305/2010. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br>>. Acesso em: 7 março 2017.

D^oALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado – 2^a ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

GIL, Antônio Carlos. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA TÊXTIL. Disponível em: <http://www7.fiemg.com.br/Cms_Data/Contents/central/Media/Documentos/Biblioteca/PDFs/FIEMG/MeioAmbiente/2014/CartilhasPublica%C3%A7%C3%B5es/FI-0054-14-CARTILHA-PRODUCAO-MAIS-LIMPA-INTRANET.pdf>. Acesso em: 04 março 2017.

GUTIERREZ, P. L. Aprender a empreender: Têxtil e confecção. Brasília: Sebrae, 2006.

HAANDEL, Van; ANDRIANUS Cornelius. O comportamento do sistema de lodo ativado: teoria e aplicações para projetos e operação. Epgraf. Campina Grande: 1999.

IARA: Revista de moda, cultura e arte. São Paulo-SP: Senac, v. 7, n. 2, 2014.

LIMA JR, R.M. Desenvolvimento de um sistema com banco de dados para a classificação e caracterização de resíduos e gases industriais. Campinas, 179 p., 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Universidade Estadual de Campinas.

LOPES, C. S. D.; Análise ambiental da fase de acabamento do jeans. Interfacehs, revista de saúde, meio ambiente e sustentabilidade. v. 6, n. 3, 2011.

MARTINS, G. B. H. Práticas limpas aplicadas às indústrias têxteis de Santa Catarina. Florianópolis, 95 p., 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.

PORTO, A. E. B; SCHOENHALS, M. Tratamento de efluentes, reúso de água e legislação aplicada em lavanderia têxtil industrial. Engenharia Ambiental, pesquisa e tecnologia. Espírito Santo do Pinhal, v. 10, n. 12, p. 068-080. mar./abr. 2013.

PRIM, E. C. C. Reaproveitamento do Lodo da Indústria têxtil como Material de Construção Civil – Aspectos Ambientais e Tecnológicos. Florianópolis, 150 p.,1998. Dissertação (Mestrado Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina.

QUÍMICA NOVA ESCOLA. São Paulo-sp: Química Nova, v. 37, n. 3, ago. 2015.

ROSA, E. V. C. da. Reaproveitamento de lodo têxtil em solo florestal: estudos dos aspectos físicos-químicos, agrônômicos, e ecotoxicológicos. Florianópolis, 139 p., 2004. Tese (Doutorado em Química) Universidade Federal de Santa Catarina.

SANTOS, C. P. Acabamentos em calças jeans de senhora: Estimulação da circulação sanguínea através de micro emulsões. Covilhã, 129 p., 2011. Dissertação (mestrado). Universidade da Beira Interior, 2011.

TAVARES, M.; ARNT, R. Velha, azul, desbotada... e poluente. Revista Planeta, ano 39, Ed 462, p. 32 – 42, mar. 2011.

YIN, Robert K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.