CARACTERIZAÇÃO DE EFLUENTE DE INDÚSTRIA METALÚRGICA E PROPOSTA DE TRATAMENTO

Aline Rodrigues Edlinger
IFRS – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *campus* Sertão, acadêmica do curso superior de Tecnologia em Gestão Ambiental.
Joviane Salvador, Dionatan Mattei, Marilaine Geier Assunção, Vanderlei Rodrigo Bettiol

Email do Autor Principal: aedlingerpf@bol.com.br

RESUMO

O presente trabalho, realizado por um grupo de acadêmicos, sob a orientação de um professor do curso de Gestão Ambiental, consiste na qualificação e quantificação dos efluentes de uma indústria metalúrgica localizada na região norte do Rio Grande do Sul e cujo propósito tem sido apresentar uma proposta de tratamento *in situ*. A partir de análises laboratoriais e pesquisa em artigos científicos a respeito do mesmo tema, tratamento de efluentes industriais, realizamos a coleta do efluente para posterior análise. A indústria em questão já possui um sistema de tratamento de efluentes simplificado, baseado em tanques de decantação. A metodologia utilizada foram visitas *in loco,* a fim de conhecer o sistema produtivo da indústria e verificar as possíveis fontes de contaminação, e a coleta de amostras do efluente. Utilizamos os métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas de Jorge Antônio Barros Macêdo – pesquisador doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos -, tais como: cone de *Imhoff,* fitas universais de pH, nefelométrico, gravimétrico, refluxo e ultrafiltração. Dentre os resultados obtidos destacam-se que as análises de pH, sólidos sedimentáveis e a análise de ferro que mostraram-se dentro dos padrões de lançamento previstos na resolução do Conama nº 430. O principal problema diagnosticado foi excesso de detergente presente nesse efluente e a grande dificuldade em removê-lo. Verificou-se que a melhor opção é a redução na geração desses efluentes e reutilização no processo produtivo, e não mais deixar que o efluente sem tratamento adequado chegue à rede de esgoto urbano, já que a responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos de origem industrial é do próprio gerador e a contratação de terceiros para realizar o tratamento não exonera o gerador desta responsabilidade. Para tanto, indicou-se como opção de tratamento a adição de lodo bruto de suíno com injeção de ar de 25 L/min durante 24 hs, após isso o efluente passa para o novo tanque que deve ser construído para ocorrer a decantação. Pudemos perceber sucesso no tratamento, pois melhorou consideravelmente o aspecto do efluente, diminuiu a turbidez, o odor e o valor da DQO. Esse processo de tratamento vai gerar um lodo decantado, por isso as caixas devem ser limpas ao menos uma vez por mês e sugerimos que seja desidratado em leitos de secagem e após isso poderá ser usado na construção civil, gerando renda extra à empresa, ou encaminhados para aterro industrial. Também foi indicada a utilização de corredores, aproveitando a inclinação do terreno, contendo plantas aquáticas que absorvem os possíveis poluentes residuais, por onde o efluente passará antes de chegar ao sistema esgoto urbano, ou ainda, poderá ser reutilizado na empresa para a lavagem do piso e peças, por exemplo.

PALAVRAS-CHAVE: metalúrgica, efluentes, tratamento, lodo bruto.

INTRODUÇÃO

A indústria metalúrgica, em sua essência, produz vários tipos de resíduos e efluentes, e muitos desses são contaminantes para o meio ambiente, principalmente devido à sua concentração. A poluição das águas é assunto cada vez mais urgente na nossa atualidade. A resolução do Conama nº 430/11 regulamenta o padrão que os efluentes precisam ter para o seu lançamento em corpos hídricos, mas em consequência da pouca fiscalização e falta de consciência de muitos empresários e sociedade em geral, essa resolução não se mostra totalmente eficiente.

Este trabalho experimental foi executado em uma empresa metalúrgica, localizada na região norte do estado do Rio Grande do Sul, que atualmente trabalha em uma área construída de mais de 4000 m^2, e possui 180 funcionários. Tem mais de 500 revendas distribuídas por todos os estados brasileiros e está no mercado há mais de quarenta e cinco anos, produzindo máquinas e implementos agrícolas. A empresa se preocupa com a responsabilidade socioambiental, por isso vem desenvolvendo programas que beneficiam a qualidade do ambiente de trabalho e também a comunidade em que estão inseridos, sempre buscando a conscientização da importância de preservação do meio ambiente.

Em razão da fabricação de peças e equipamentos, a empresa gera alguns resíduos sólidos não perigosos, como papel, plástico, retalhos de aço carbono, plásticos de adesivos, dos quais a maioria é vendida para empresas de reciclagem. Os demais resíduos de Classe I, que necessitam de tratamento, tais como panos de estopa contaminados com óleo, latas de tinta, filtros, efluentes líquidos gerados em cabines de pintura, lavagem de tanques e utensílios com óleo e também o lodo gerado nos tanques de decantação, são coletados e tratados pela empresa CETRIC, localizada na cidade de Chapecó/SC. Essa empresa possui uma central de recebimento de resíduos, desde junho de 2001, que são cuidadosamente tratados dentro das normas e leis estabelecidas pelos órgãos competentes.

Além dos resíduos sólidos, a metalúrgica também gera efluentes líquidos oriundos do processo de fabricação, lavagem das peças para a retirada do óleo e posterior pintura e lavagem do piso da fábrica, têm como destino os tanques de decantação, e após, segue para o sistema de coleta de esgoto urbano.

Através de avaliação *in loco* na empresa, da coleta dos efluentes líquidos e posterior análise laboratorial, objetivou-se determinar os principais tipos de contaminantes e estimar a sua concentração. Além disso, objetivou-se classificar os resíduos gerados segundo a NBR 10004/2004 e segundo critérios de severidade, probabilidade de impacto e segundo a influência destes impactos no ambiente. Por fim, objetivou-se propor uma ou mais opções de tratamento e melhorias para a indústria.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Legislação

O Art. 2º da Resolução Nº 313 de 29 de outubro de 2002 define resíduo sólido industrial como sendo todo o resíduo que resulta da indústria e cujo lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d água seja inviável, se inclui também os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água.

O conhecimento da vazão e da composição do efluente industrial é fundamental para definir o tipo de tratamento, avaliar o enquadramento na legislação ambiental e estimar a capacidade de autodepuração do corpo receptor. Neste sentido, é preciso caracterizar e quantificar os efluentes para minimizar impactos ambientais e outros problemas.

Segundo a Resolução Nº 430 do CONAMA, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, exige-se: ausência de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), o não lançamento em águas de classe especial, mesmo que o efluente seja tratado, pH entre 5 e 9, temperatura inferior a 40ºC, bem como variações de 3ºC na mistura, até 1 ml/L de materiais sedimentáveis quando o lançamento ocorrer em lagos e lagoas de pouca circulação de água, limite de óleos minerais de até 20 mg/L, ausência de materiais flutuantes, máximo de 15 mg/L de Fe dissolvido, o efluente não deverá ter potencial para causar efeito tóxico aos organismos aquáticos no corpo receptor.

1.2 Óleos e graxas

Para separar o óleo presente em uma água oleosa é preciso retirar o óleo livre e o óleo que está emulsionado no meio. A separação do óleo livre é um processo físico, sem maiores complexidades. Segundo Gonçalves (1998) pode ser implantado um sistema de separação da mistura de óleo e água, que é produzida durante a lavagem das peças em indústrias, através da sucção por bomba a vácuo do óleo que não se mistura com a água. Na empresa que estamos estudando, esta mistura é depositada na lagoa de decantação, onde há somente a separação física através de sistema de desnível em tanque de decantação.

Para óleo emulsionado pode-se utilizar a flotação, que consiste em adicionar grandes quantidades de minúsculas bolhas de ar ou outro gás, as quais irão se aderir às gotículas de óleo, tornando esta fase muito mais leve e facilmente separável. É aplicável a óleo livre e a emulsionado. Porém, a separação do óleo emulsionado, por estar intimamente ligado às moléculas de água através de ligações com surfactantes, é um pouco mais trabalhosa.

1.3 Limalha de ferro

Gonçalves (1998), descrevendo o processo de implantação de "tecnologia mais limpa" em uma empresa do ramo de metalurgia, citou um processo que consiste em separar a limalha de ferro/aço do óleo integral antes de seguirem para lagoa de decantação ou serem encaminhados para reciclagem. O processo de separação exige uma centrífuga a qual separa a limalha do óleo, os quais podem ser posteriormente aproveitados na própria indústria ou vendidos como matéria prima para outras empresas.

1.4 Análise de ferro

A análise do teor de ferro nas amostras foi realizada através de gravimetria, que consiste em determinar a quantidade de composto presente em uma amostra líquida, eliminando todas as sustâncias que interferem e convertendo o constituiente ou componente desejado em um composto de composição definida, que seja suscetível de pesar-se. Dias e Lima (2004) se utilizaram desse método, que se mostrou muito confiável, para determinação de carbono em solos.

1.5 Análise de clarificação - teste de jarros

Este é um teste muito utilizado para efluentes que contem material orgânico. Azevedo E. B. *et al* (2001) procurando a otimização do processo de clarificação da água bruta do Rio Paraíba do Sul (Região Sul-Fluminense) para fins de abastecimento utilizou- se testes de jarros, sendo um de seus floculantes o sulfato de alumínio $Al_2(SO_4)_3$.

1.6 Demanda química de oxigênio DQO

A demanda química de oxigênio (DQO) é um indicador da presença de matéria orgânica, pode ser definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Então, na DQO esse fenômeno é provocado pela ação de uma substância química. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água se deve, principalmente, a despejos de origem industrial (Derisio, 2000). Silva (2003) se utiliza do método de refluxo visando identificar parâmetros ambientais do complexo hídrico Papicu/Maceió, Fortaleza. Segundo Lauffer et al (1999), a DQO é um dos principais parâmetros utilizados na determinação da concentração de matéria orgânica em amostras de efluentes líquidos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho experimental consistiu na realização de visitas *in loco*, para conhecimento do processo de produção e reconhecimento de possíveis fatores de contaminação, além de realização de coletas para posterior análise em laboratório. Foram utilizados os métodos laboratoriais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, departamento de química e biologia.

A partir de amostra coletada do efluente que é lançado na rede de esgotos foram feitas várias análises, tais como: sólidos sedimentáveis - através do método do cone de *Imhoff*; medição do pH - através do método das fitas universais; teste de turbidez - medida através da utilização do método nefelométrico utilizando o turbidímetro Hanna Instruments modelo HI98703; análise de Ferro - pelo método gravimétrico, que é baseado na precipitação de íons de ferro (III) com hidróxido de amônio; DQO - a partir do método padronizado da ABNT - NBR 10357 de 1988 - Águas - Determinação da Demanda Química de Oxigênio (DQO) - Métodos de Refluxo utilizando manta de aquecimento e o banho ultratermostato Nova Ética (refluxo); a condutividade - foi medida através do método eletrométrico utilizando o condutivímetro Adwa AD 3000 EC/TDS & temperature Meter.

3 ENSAIOS DE TRATAMENTO

3.1 Ensaio de degradação microbiológica

Utilizamos para a degradação microbiológica o lodo bruto de suíno - a partir de uma amostra de 3 litros com 300 ml de lodo bruto de suíno e 1 gota de trietilenoglicol em 10 ml de água destilada para reduzir a formação de espuma devido à grande quantidade de detergente no efluente. Oxigênio injetado artificialmente através de um compressor de ar marca Boyu modelo ACQ – 001 com vazão de 25 L/min durante 48 horas;

3.2 Ensaio de Ultrafiltragem

Foi utilizada a ultrafiltração tangencial em módulo de bancada com fibra oca cujas membranas são de poli (éter sulfona) e retém 95% das moléculas com massa molar de 50.000 g/gmol (50kDa), marca Pam Membranas. Nesse teste utilizamos a vazão de 1 ml em 3,645 s.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Resíduos gerados em cada processo

São gerados principalmente resíduos de Classe I (perigosos), provenientes dos processos de lavagem das chapas, lavagem do piso, dos tornos e da pintura. Não foram estimados os resíduos sólidos nem os fluídos de corte dos tornos. Estes fluídos são substituídos uma vez ano, em média, e são encaminhados à CETRIC para que sejam tratados.

Tabela 1: Processos de fabricação onde são gerados resíduos, sua quantidade e classificação.

Processo de geração	Resíduo gerado	Quantidade*	Classe**
Corte das chapas de aço carbono	Limalha de ferro ou cavacos	96.000 kg/ano	II
	Retalhos de aço carbono	N.E.	II
	Fluídos de corte (trocado 1x ao ano)	N.E.	I
Lavagem das chapas	Óleos e graxas	N.E.	I
	Emulsão de óleo, água e detergente	1m³/dia	I
Pintura eletrostática e pintura líquida	Estopas contaminadas, filtros, EPI's contaminados	1m³/ano	I
	Embalagens contaminadas com tintas e solventes	N.E.	I
Lavagem do piso	Efluente contaminado com óleos e metais	N.E.	I

Fonte: autor do trabalho
*A quantidade é variável, dependente do processo desenvolvido.
** Classificação dos resíduos de acordo com a NBR 10.004/2004.
N.E.: Não estimado.

A tabela a seguir classifica os efluentes gerados na indústria de acordo com os critérios de severidade, probabilidade e influência. Esta análise diz respeito à classificação subjetiva dos impactos que a empresa gera no meio onde ela se insere e de acordo com sua atividade.

Tabela 2: Características dos efluentes em relação à periculosidade.

Critério	Grau	Avaliação
Severidade	4	Consequências sérias, potencialmente não fatais, exige recurso razoável, é recuperável
Probabilidade	4	As chances são significativas (68 % A 89 %) de se perceber a ocorrência do impacto
Influência	3	Os efeitos dos impactos podem ser sentidos nas comunidades vizinhas

Fonte: autor do trabalho

4.2 Resultados das análises e enquadramento na legislação

A partir das análises realizadas, percebeu-se que a melhor opção sempre será a redução dos resíduos e efluentes na fonte de geração, substituindo matérias primas e insumos potencialmente poluidores por outros que representem menores riscos ambientais; depois, fazer o tratamento dos resíduos antes que eles saiam da área industrial e sejam considerados passivos ambientais.

Tabela 3: Resultados das análises.

Testes	Amostra original	Amostra com lodo bruto tempo 0 hs	Amostra com lodo bruto tempo 24 hs	Amostra com lodo bruto tempo 48 hs	Amostra ultrafiltrada
pH	7	7	7	7	6
Turbidez (NTU)	148	156	N.R.	112	0,9
Condutividade (µS/cm)	592	680	N.R.	686,20	680
Ferro dissolvido (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
DQO (mg/L)	702,16	314,40	134,14	230,56	56,60

Fonte: autor do trabalho
N.D.: não detectável
N.R.: teste não realizado

Tabela 4: Parâmetros para lançamentos em corpos hídricos.

pH	entre 5 e 9
Turbidez	40 NTU
Sólidos sedimentáveis	1 ml/L
Ferro dissolvido	15 mg/L

Fonte: autor do trabalho

A amostra final do processo de tratamento, amostra ultrafiltrada, apresentou-se dentro dos padrões para lançamento de efluentes em corpos hídricos, pois não foram verificados sólidos sedimentáveis; os valores de pH obtidos mostraram-se relativamente neutros; testando 25 ml da amostra não foi detectado ferro dissolvido e a turbidez resultante foi muito menor que a turbidez inicial, o que indica a pouca presença de sólidos suspensos.

A condutividade existente é devido à presença de íons dissolvidos, isso indica possíveis poluições da água. A água destilada em laboratório serve como padrão e apresenta condutividade de 0,5 a 3,0 µS/cm. Os testes resultaram em valores muito parecidos de condutividade.

Os cálculos de DQO foram feitos a partir do consumo do titulante sulfato ferroso amoniacal $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$. 6 H_2O 0,025 mol/L (fator de correção 1,048) que foi de 18,3 ml na amostra original (sem tratamento) com diluição de 4:100; de 23,5 ml na amostra com lodo bruto no tempo zero de aeração e diluição de 1:50; de 23,4 ml com tempo 24 hs e diluição de 5:100; de 19,5 ml com 48 hs e diluição de 10:100; e na amostra ultrafiltrada usamos 18,3 ml, com diluição de 4:100. Na titulação do branco usou-se 25 ml. No teste com lodo bruto observou-se a multiplicação de bactérias, a qual cessou por falta de nutrição após 24 hs, pois verificamos o aumento da DQO em 48 hs de aeração, acreditamos que, após a sua decomposição, o material morto dos microrganismos retornou ao efluente.

Através da análise de clarificação – teste de jarros, verificamos que esse método não é uma boa opção para o tratamento desse efluente. A utilização do ferro como floculante não é viável pela pouca quantidade de ferro existente, e no teste com a utilização do sulfato de alumínio (Al_2SO_4) verificamos floculação insignificante.

A ultrafiltração é um método eficiente para realizar a concentração, purificação e esterilização de fluídos. O mecanismo de separação é a exclusão por tamanho molecular, onde as moléculas maiores do que a retenção molar da membrana ficam retidas, enquanto as menores passarão pela membrana permanecendo na corrente de permeado. Percebemos considerável redução na DQO da amostra ultrafiltrada em relação à amostra original, por isso esse método mostrou-se eficaz no tratamento do efluente para ser reutilizado no processo produtivo da empresa.

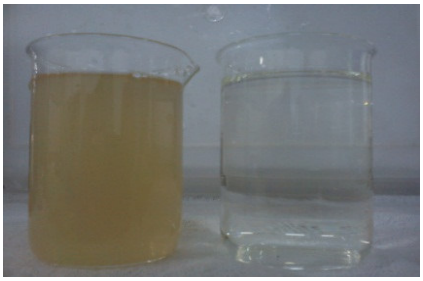

Figura 1: efluente antes e depois do tratamento. Fonte: autor do trabalho.

Portanto, verificamos que a opção mais eficaz foi à utilização de adição de lodo bruto de suínos, aeração, decantação, ultrafiltração e utilização de plantas aquáticas no final do processo.

4.3 Proposta de tratamento

A responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos de origem industrial é do próprio gerador. A contratação de terceiros para realizar o tratamento não exonera o gerador desta responsabilidade. A Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, estabelece a seguinte ordem de prioridade no gerenciamento dos resíduos, a qual é perfeitamente aplicável neste estudo: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Para melhor aplicar estes princípios, a primeira proposta é a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e que este seja analisado e revisado periodicamente, visando à melhoria contínua nos processos. A partir daí, cada processo de melhoria aplicado deve ser documentado, visando à padronização e o controle operacional eficaz e despersonalizado. Ele deve prever a prevenção da geração de resíduos e consiste na otimização dos processos produtivos, melhor aproveitamento da matéria prima e da água.

A prevenção pode evitar diversas outras etapas perigosas e onerosas para a indústria. Para isso, recomenda-se a realização periódica de treinamentos focando as boas práticas de fabricação, o manuseio correto dos resíduos, a prevenção de perdas, a limpeza periódica dos equipamentos e a preparação da equipe para proceder em caso de acidente. Essas ações contribuem para um melhor ambiente dentro da indústria e para o processo de produção mais limpa.

A redução que envolve dentre outras, a máxima segregação dos resíduos para tratamento ou destinação, a eliminação de perdas no processo e o reuso dos resíduos dentro da própria indústria ou em outros locais. O processo de segregação nessa indústria pode ser empregado nos equipamentos de torno, onde são separados o óleo que se encontra no interior do torno e as limalhas de ferro provenientes do corte das chapas. A indústria deve continuar a separação das fases óleo e água pelo processo físico que já está realizando no tanque de decantação, onde foi possível perceber grande quantidade de óleo e graxas sendo coletados. Esta fração oleosa, classe I, é encaminhada para tratamento em empresa terceirizada.

Atualmente, o efluente resultante do tanque de decantação, que ainda possui grande quantidade de óleo, detergente e odor característico, é lançado no sistema público de coleta de esgoto, portanto fora dos padrões aceitáveis pela legislação. Esse efluente poderia ser tratado e reutilizado no processo produtivo da fábrica. Esse efluente melhorou muito o seu aspecto após a adição de lodo bruto de suínos e aeração pelo período de 24 hs, pois diminui consideravelmente a turbidez, odor e a DQO, o que demonstra que pode ser realizado o tratamento microbiológico para o efluente que passou pela separação física do óleo e água.

Porém, esta digestão dos materiais biodegradáveis gera uma quantidade variável de lodo, por isso as caixas de decantação devem ser limpas para manter a eficiência do sistema pelo menos uma vez ao mês. Este lodo pode passar pelo processo de tratamento que consiste na desidratação destes materiais em leitos de secagem ou através de filtros. Porém, por perderem água por percolação e evaporação, são muito dependentes das condições climáticas. Depois de secos, os lodos podem ser introduzidos em processos de construção civil, como, por exemplo na fabricação de tijolos (LESSA, 2005), gerando renda extra à empresa. Podem ser também encaminhados para aterro industrial antes ou depois da desidratação.

Há um processo de tratamento que pode ser testado para tratar os lodos e também os óleos derivados do petróleo, é o *landfarming* (MIRANDA, 2010). Processo que consiste na remediação biológica de solos contaminados; trata-se de um processo simples de implantação e relativamente barato. Porém, possui alguns inconvenientes como altas concentrações de metais pesados (>2,5ppm) que podem inibir o crescimento microbiano em determinadas situações, exigir grandes extensões de terra, requerer rede para coleta de lixiviados. Mas como a quantidade de ferro não é considerada alta, este tratamento poderia ser testado para tratamento dos lodos do tanque de decantação.

Prosseguindo com o processo de descontaminação do efluente que sai do tanque de decantação diretamente para o sistema público de esgoto, estudos mostram que pode ser utilizado o tratamento com plantas aquáticas vivas ou secas, como os 'aguapés' (*Eichhornia crassipes*), ou a planta Junco, conhecida por absorver tóxicos. Assim, pode-se aproveitar o desnível que existe logo abaixo do tanque de decantação para promover a movimentação da água através de corredores onde estariam estas plantas aquáticas, já conhecidas pela sua capacidade de acumulação de poluentes, então essa água poderia ser reutilizada no processo produtivo. Foram analisados alguns estudos que demonstram que o uso de plantas aquáticas vivas ou mesmo secas para a remoção de contaminantes é eficiente. Costa *et al* (2000), em estudos realizados em escala piloto com biomassa seca de plantas aquáticas, comprovam que esse material alternativo pode ser eficiente no polimento final de efluentes de indústrias de galvanoplastia, onde o processo de sorção e dessorção dos íons metálicos e a separação sólido/líquido em colunas de percolação mostra-se eficiente além de ser simples e econômico.

4.4 Proposta de projeto

Indicamos a aeração e ultrafiltração como proposta de tratamento, utilizando a estrutura já existente na indústria estudada, conforme podemos verificar nas fotos abaixo, onde o tanque 'a' é o primeiro compartimento que recebe o efluente bruto; o tanque 'b' é o tanque de separação das fases óleo e água; e o tanque 'c' é a saída do tanque para o sistema de coleta de esgoto, onde será conectado o tanque 'd'.

Figura 2: Tanques de decantação já existentes na indústria metalúrgica. Fonte: autor do trabalho.

Indicamos o tratamento desse efluente através da construção de novo tanque, denominado tanque 'd', no mesmo tamanho dos demais que é de 1 m³, para receber o efluente que já passou pela aeração no tanque 'c'. O tratamento com aeração se dará no tanque 'c', que receberá o efluente que já passou pela primeira fase do tratamento (fase de separação de óleos e graxas por decantação) através da adição de 300 litros de lodo bruto de suínos (essa quantia corresponde a 30% da quantidade de efluente a ser tratada), com injeção de ar através de compressor de ar com capacidade de injeção de 25 L/min, durante o período de 24 horas. Após essa etapa o efluente segue para o tanque 'd' a fim de decantar o lodo que será gerado pela digestão biológica da matéria orgânica (detergente) por microrganismos provenientes do lodo bruto de suínos, que deve ser retirado ao menos uma vez por mês e disposto em lonas para secar ao sol, posteriormente pode ser usado na construção civil ou ser disposto em aterro industrial. Após o tanque "d" indicamos a construção de corredores, aproveitando a inclinação do terreno, que induzirão o efluente a se movimentar, pela ação da gravidade, até atingir a rede de esgoto urbano. Os corredores terão fluxo contínuo devem ser dimensionados para que a vazão de $1m^3$/dia percorra o maior caminho possível, portanto terão pouca inclinação e neles conterão plantas aquáticas como os 'aguapés' (*Eichhornia crassipes*), ou a planta Junco, conhecida por absorver tóxicos, que absorverão algum poluente residual que ainda possa existir.

5 CONCLUSÕES

Os testes permitem concluir que o efluente analisado possui alta concentração de detergente, óleos e graxas. Além disso, as análises demonstraram que, atualmente, a empresa despeja na rede de coleta de esgoto urbano esse efluente tratado de maneira parcial, pois ainda contém grande quantidade de detergente, esse fato comprova que o tratamento atual, a separação física, não resolve o problema totalmente. Esse excesso de matéria orgânica pode ocasionar a eutrofização nas águas receptoras.

Por isso, acreditamos que a proposta de tratamento com aeração, lodo bruto de suínos, ultrafiltração, além de, no final do processo, utilizar plantas aquáticas que absorvem componentes tóxicos é uma maneira de, ao invés de fazer o lançamento na rede de esgoto urbano, poder utilizá-lo como água de reuso no processo produtivo da indústria, como para a lavagem do piso ou peças, por exemplo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Resíduos sólidos – Classificação:** NBR 10004. Rio de Janeiro, 2004. 77p.
2. Conselho Nacional do meio Ambiente – CONAMA. Resolução Nº 313. **Inventário nacional de resíduos sólidos industriais**. 29/outubro/2002.
3. COSTA, C.A.; SCHNEIDER, I.A.H.; RUBIO, J. **Plantas aquáticas secas: uma alternativa moderna para remoção de metais pesados de efluentes industriais.** Revista Engenharia Sanitária Ambiental, v.5, n1-2, p19-24, 2000.
4. **Efluentes industriais**. *In.: http://www.cimm.com.br/portal/material_didatico/3669-efluentes-industriais*. Acesso em 07 de junho de 2012.
5. GONÇALVES, Roberto B. **Aplicação de tecnologia de produção mais limpa no setor metal-mecânico: um estudo de caso.** Porto Alegre: UFRGS, 1998.
6. LEITE, Adriana O.S. **Desenvolvimento e estudos de tintas epóxis anticorrosivas ecologicamente corretas.** Tese: Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2004.
7. MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas**. 3ª ed. Belo Horizonte-MG: Macêdo, 2005.
8. Ministério do Meio ambiente. MMA Resolução Nº 430. **Condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA**. 13/maio/2011.
9. SIMÃO, Juliana. **Gerenciamento de resíduos sólidos industriais em uma empresa de usinagem sobre o enfoque da produção mais limpa.** (Dissertação) USP, São Carlos-SP: 2011.
10. TOCCHETTO, M. R. L. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais.** Universidade Federal de Goiás. Curso de Especialização em Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos e Líquidos, 2009.
11. **Tratamento de águas oleosas nas indústrias.** *In.: www. engenovo.com.br/pt/artigostecnicos/taoind.* Acesso em 1 de junho de 2012.
12. LAUFFER, J,; CHERNICHARO, C. A. L. et al. **Análise Crítica das Metodologias Colorimétricas e Titulométricas para Determinação da Demanda Química de Oxigênio em Amostras de Esgotos Sanitários**. Anais do 20° Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro: 1999.
13. LESSA, Gilberto Teixeira. **Contribuição ao estudo da viabilidade da utilização do lodo de estação de tratamento biológico de esgoto misto na construção civil.** Porto Alegre: UFRGS, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
14. MIRANDA, Anderson Rodrigo. **Caracterização do lodo da estação de tratamento de esgotos da cidades de Chapecó (SC) visando à reciclagem agrícola.** Chapecó: UNOCHAPECÓ, 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, 2010.