

Análise dos resíduos provenientes da lavagem das roupas de trabalhadores da indústria metalmecânica

Bruna Rafaela Krueger, Claudio Eliézer Pomianowsky*, Luciana Borges do Amaral, Maria Eduarda Fischer e Stefany de Lara Pereira.

Discentes do Curso Técnico em Química, modalidade Integrado

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Câmpus Jaraguá do Sul

*e-mail: caioeliezer2@hotmail.com

Clodoaldo Machado

Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Câmpus Jaraguá do Sul

e-mail: clodoaldo.machado@ifsc.edu.br

Resumo: O presente estudo consistiu em analisar os resíduos provenientes da lavagem de roupas de trabalhadores da indústria metalmecânica. De acordo com a legislação, o valor máximo da concentração de ferro dissolvido para descarte em efluente não deve exceder 15 mg L^{-1} . Já a concentração de óleos e graxas não deve ultrapassar 20 mg L^{-1} para os de origem mineral e 50 mg L^{-1} para os de origem vegetal e animal. Nos estudos realizados registrou-se uma concentração de metais presentes na água, após a lavagem, entre 118,8 e 442,1 mg L^{-1} . Quanto a concentração de óleos e graxas, os valores medidos variaram entre 155,8 mg L^{-1} e 2.002,7 mg L^{-1} . Portanto, os teores de metais, óleos e graxas ultrapassaram significativamente os limites estabelecidos pela legislação brasileira. Conseqüentemente, a lavagem das roupas utilizadas em indústrias do setor metalmecânico sem os devidos cuidados, como ocorre em muitas situações onde este processo é feito nos domicílios dos trabalhadores, acarreta em contaminação dos ambientes aquáticos.

Palavras Chaves: metal, óleos e graxas, lavagem, metalmecânica, contaminação.

Abstract: The aim of the present study was to analyze the waste from washing clothes of metalworking industry workers. According to the law, the maximum concentration of dissolved iron for disposal in waste water must not exceed 15 mg L^{-1} . As for the concentration values of oil and grease, it must not exceed 20 mg L^{-1} and 50 mg L^{-1} , depending on its origin. This work studies the concentration of metals present in the water after washing was settled between 118.8 and 442.1 mg L^{-1} . As the concentration of oil and grease, the measured values ranged from 155.8 and 2,002.7 mg L^{-1} . Therefore, the levels of metals, oils and greases significantly exceeded the limits established by Brazilian law. Consequently, the washing of the

clothes used in metal-mechanic sector industries without correct cares, as in many situations where this process is done in workers households, results in contamination of aquatic environments.

Keywords: metal, oil and greases, washing, metalworking, contamination.

1 INTRODUÇÃO

Em uma sociedade industrializada, como a que se vive, quase todos os produtos manufaturados precisam de componentes usinados, os quais passam por um processo de especificação, transformando blocos metálicos fundidos em produtos predeterminados (COSTA e SANTOS, 2006).

No município de Jaraguá do Sul, um dos maiores ramos da indústria é o setor metalmeccânico, que, devido ao seu grande desenvolvimento, é responsável por parte dos impactos ambientais ocasionados pelo descarte de resíduos sólidos, líquidos e gasosos (BANNEMANN, 2012).

Pesquisas realizadas sobre a indústria metalmeccânica, como a de Lisboa *et al.* (2013), apontam que os fluidos de corte contêm em suas composições óleos e agentes químicos, que podem causar danos ao meio ambiente e, ao serem utilizados mudam sua composição, passando a categoria de resíduos perigosos.

A alcalinidade dos fluidos de corte causa a eliminação de óleos e gorduras, responsáveis pela proteção da pele, favorecendo a entrada de microrganismos que causam pequenas fissuras na pele do trabalhador. Alguns desses óleos possuem substâncias carcinogênicas como hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (TESSARO, 2008). Além disso, a exposição da pele aos fluidos de corte, bem como a inalação, podem desenvolver problemas respiratórios e digestivos (CETAI *et al.*, 2007).

Durante o processo de usinagem, cerca de 10% dos metais utilizados tornam-se cavacos, que são pequenos fragmentos retirados da peça usinada. Dependendo de sua dimensão e formato, podem afetar de diferentes maneiras a roupa dos trabalhadores do setor, fixando-se nela até que seja lavada e lixiviada para corpos hídricos (DINIZ *et al.*, 1999).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em sua resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, discorre sobre as condições padrões de lançamentos de efluentes. No art. 16, inciso I, algumas dessas condições são estabelecidas, tais como concentração de óleos e graxa, sendo os de origem mineral até 20 mg L⁻¹ e os de origem vegetal e animal até 50 mg L⁻¹. O inciso II da mesma resolução estabelece que o valor máximo de ferro dissolvido no efluente deve ser de 15 mg L⁻¹.

A lavagem das roupas na casa do trabalhador provoca danos tanto ao meio ambiente quanto à sua família. Diante disso, leis vêm sendo propostas para responsabilizar as empresas pela lavagem do uniforme de seus funcionários. No estado de São Paulo, a lei nº 12.254 de 9 de fevereiro de 2006 dispõe sobre essa responsabilidade. A nível Federal ainda não há lei que atenda a essa necessidade. Por isso, o projeto de lei nº 323/2015 busca estabelecer essa condição, sendo que atualmente este ainda aguarda designação de relator na Comissão de Desenvolvimento Econômico, Indústria, Comércio e Serviço da Câmara dos Deputados Federais.

Visto que a indústria metalmeccânica pode ser considerada uma das maiores colaboradoras para a contaminação do meio ambiente, o presente artigo traz os resultados dos estudos dos resíduos provenientes da lavagem de roupas de trabalhadores dessa indústria, bem como sua comparação com os valores da legislação brasileira.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta pesquisa, as balanças utilizadas variaram de acordo com a necessidade de cada etapa. O processo de pesagem do sabão em pó foi realizado com uma balança semi-analítica de marca KN WAAGEN (modelo KN 500/2). Na pesagem das peças de roupa utilizou-se uma balança semi-analítica de marca KN WAAGEN (modelo KN 2200/2). Já a pesagem das vidrarias, com e sem os contaminantes, foi realizada em uma balança analítica de marca SHIMADZU (modelo AUX220).

A estufa utilizada foi da marca Brasdonto (modelo 3) e o evaporador rotatório da Fisatom (modelo 558). Para a extração de Soxhlet foi utilizado hexano para análise (P.A), este atuando como solvente na etapa de extração e acetona P.A para a limpeza das vidrarias, ambos da marca Vetec. Utilizou-se também um imã de neodímio-ferro-boro para retirada dos metais.

2.1 Coleta

A coleta do material a ser analisado (jaleco ou guarda-pó) foi realizada com a contribuição de um trabalhador da indústria metalmecânica, que utilizou a roupa de proteção (jaleco ou guarda-pó) durante um dia inteiro de trabalho e, ao término do expediente, acondicionou-a em saco plástico para posterior análise. Foram realizadas cinco coletas de roupas de proteção, sendo quatro contaminadas e uma como referência, ou seja, que não sofreu exposição à rotina de trabalho.

2.2 Lavagem

As lavagens foram realizadas um dia após a coleta, sendo necessário para este procedimento de 0,7 à 3,9 litros de água e 2,5 g de sabão em pó. Esses procedimentos foram realizados de forma manual em uma bacia plástica limpa, seguindo as etapas: 10 minutos destinados a esfregar a peça com as mãos (utilizando-se luvas), 10 minutos com a roupa em repouso e outros 10 minutos de nova esfrega. Por fim, a peça de roupa sofreu torção manual a fim de se retirar o máximo de água da mesma.

As peças foram pesadas antes de sua lavagem, com o objetivo de possibilitar a determinação da quantidade de contaminantes por massa de roupa (mg de contaminantes por g de roupa).

2.3 Separação dos metais

Após realizada a lavagem, acondicionou-se a água resultante em frascos de vidro, os quais foram deixados em repouso durante dois dias, para ocorrer a decantação. Após este período, as amostras foram submetidas a ação de um

campo magnético, por 5 minutos. O recipiente era então vertido, com o imã preso a sua parte inferior, de maneira que os metais ficassem retidos no béquer. O sólido restante foi lavado 5 vezes com aproximadamente 10 mL de água, a fim de se retirar todas as impurezas não metálicas. O material obtido foi levado a estufa, por 8 horas, a 100 °C. Após secagem, pesou-se o béquer com o metal e, posteriormente, o mesmo devidamente limpo, para quantificação da massa de contaminante.

2.4 Preparação do método de Soxhlet

Da fase líquida resultante da etapa anterior, separou-se volumes que variaram entre 600 e 800 mL de cada amostra. Esses volumes foram submetidos à filtração a vácuo, utilizando-se 100 mL de uma mistura de diatomita e água a 10 g.L⁻¹, para auxiliar na retenção de óleos e graxas. Utilizou-se aparatos próprios para esse tipo de processo, como kitassato, funil de porcelana, bomba de vácuo, entre outros.

O material resultante da filtração foi enrolado em um novo papel filtro, de maneira que nenhuma parte retida fosse desperdiçada, formando um cartucho. Posteriormente, este cartucho foi levado à estufa por aproximadamente 3 horas a 100 °C, para retirada da água restante na amostra.

Para a extração de óleos e graxas com o método de Soxhlet, foi utilizada a metodologia oficial *Standart Methods*, com o emprego de um balão de fundo redondo de 250 mL, extrator, condensador, mangueiras de silicone para a passagem de água no condensador, manta de aquecimento e 150 mL de hexano como solvente.

Na intenção de minimizar as fontes de erro, fez-se necessário também a devida limpeza das vidrarias utilizadas no procedimento. Tanto as pérolas de vidro quanto o balão de fundo redondo foram previamente lavados com acetona e hexano. O líquido desse último foi acondicionado no descarte de resíduos perigosos não halogênados do laboratório e, posteriormente, o balão foi levado para a estufa a 100 °C durante o período de 3 horas para ocorrer a evaporação destes solventes.

Após a secagem, as pérolas de vidro foram depositadas no interior do balão e então realizada a pesagem destes em balança analítica. Todos os procedimentos

que envolviam o manuseio deste balão, posteriormente a sua limpeza, ocorreram utilizando luvas de vinil/látex, para evitar possíveis interferências em sua massa devido à oleosidade da pele.

2.5 Extração de óleos de graxas

Após a realização dos procedimentos anteriormente descritos, iniciou-se a extração de Soxhlet, empregando 150 mL de hexano (Figura 1). Esta consistiu em 80 ciclos com duração de aproximadamente 3 minutos cada, como descrito na metodologia para determinação de óleos e graxas.

Quando a extração finalizou, recuperou-se o hexano utilizado através de um evaporador rotatório. Sucessivo a isto, o mesmo balão foi deixado na estufa até que o excesso de solvente pudesse ser totalmente removido. Por fim, a vidraria foi pesada e a subtração da massa do recipiente vazio permitiu a quantificação dos óleos e graxas.

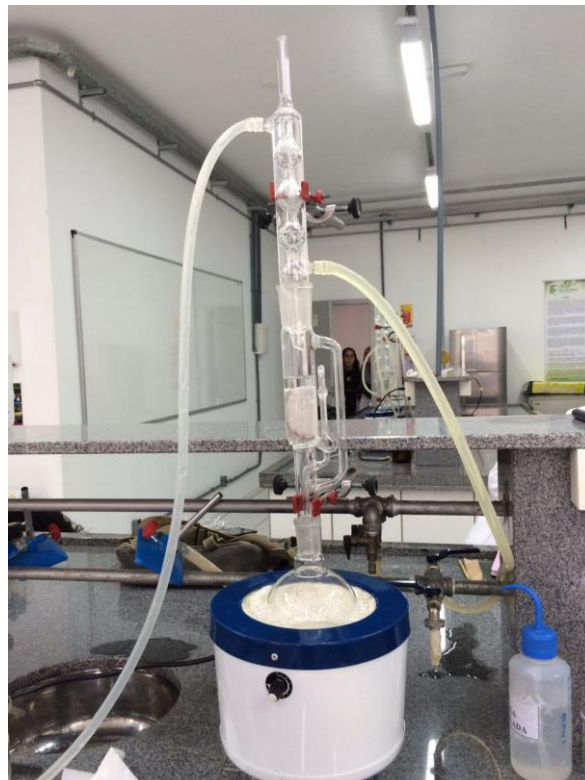


Figura 1 – Sistema do extrator de Soxhlet em funcionamento.

2.6 Tratamento dos resíduos

Ao final de cada procedimento os resíduos foram descartados ou acondicionados.

Os metais provenientes das lavagens foram mantidos durante todo o processo em placas de Petri e, ao fim de sua utilização, foram reunidos em um único recipiente com a finalidade de serem utilizados em outros procedimentos laboratoriais que necessitem deste material.

Os cartuchos das extrações de óleos e graxas foram todos descartados no lixo para material contaminado disponível no laboratório de química. Já o balão utilizado no procedimento de extração foi devidamente limpo com detergente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os processos realizados pelo trabalhador, informações sobre as peças de roupa e demais dados podem ser visualizados no Quadro 1.

Quadro 1 - Informações relativas às peças de roupas analisadas.

Amostra	Atividades realizadas *	Tipo de vestimenta analisada	Área da roupa (cm ²)	Pessoas trabalhando no ambiente *
Branca	-	Camisa manga longa 100 % algodão	4716	-
Amostra 1	Lixou, serrou e soldou (com eletrodo) aço-carbono	Camisa manga curta 100 % algodão	3906	2
Amostra 2	Lixou, serrou e soldou (com eletrodo) aço-carbono	Camisa manga longa 100 % algodão	4716	1
Amostra 3	Apenas soldou (com eletrodo) aço-carbono	Calça Jeans 70 % algodão, 20% poliéster e 10% elastano	2824	1
Amostra 4	Apenas lixou aço-carbono	Camisa manga longa 100 % algodão	4716	1

* dados fornecidos pelo colaborador (trabalhador usuário da peça de roupa).

Os processos realizados pelo trabalhador durante os diferentes dias de trabalho em que foram coletadas as peças de roupa foram distintos, o que é comum em empresas de pequeno porte. Duas pessoas dividiram as atividades na empresa no dia em que foi coletada a amostra 1, sendo que o comum é que apenas um trabalhador execute os serviços. Portanto, esta situação pode reduzir o contato de cada um dos trabalhadores com os contaminantes.

Todas as roupas analisadas eram constituídas em 100% de fio de algodão, exceto aquela recolhida como amostra 3, que era constituída de 70 % algodão, 20% poliéster e 10% elastano. As roupas das amostras 2, 4 e branca tinham exatamente a mesma área superficial (4716 cm²), valor este superior a área da amostra 1 e da amostra 3.

3.1 Análise da concentração de metais

Todas as roupas lavadas apresentaram uma grande quantidade de precipitado, que podia ser identificada visualmente (Figura 2). Estes corpos de fundo eram compostos não apenas por metais, mas também, possivelmente, por matéria orgânica. Esta conclusão deve-se ao fato de que, quando o ímã era aproximado do béquer, algumas partículas não eram atraídas.



Figura 2 – Ilustração da água proveniente da lavagem das roupas de proteção.

Um dos fatores que contribuíram com este fenômeno, foi a elevação do pH, uma vez que a alcalinidade oriunda do sabão em pó propicia a formação de hidróxidos de ferro ($\text{Fe}(\text{OH})_3$ e $\text{Fe}(\text{OH})_2$), que são insolúveis em água devido aos seus baixos coeficientes de solubilidade (K_{ps}), sendo $4,0 \times 10^{-38}$ para o ferro III e $8,0 \times 10^{-16}$ para o ferro II (UFPA, 2016).

Os resultados das pesagens dos metais obtidos nas lavagens após a secagem em estufa, bem como algumas relações, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Concentração de metais nas roupas dos trabalhadores.

Amostras	Massa de metal encontrada (mg)	Concentração de metais na roupa (mg g^{-1})	Concentração de metais na água após lavagem (mg L^{-1})
Branca	20	0,004	28,5
Amostra 1	300	0,929	118,8
Amostra 2	1724,5	3,23	442,1
Amostra 3	200	0,371	133,3
Amostra 4	380	0,845	127,7

De acordo com a resolução do CONAMA nº 430, de 13 de Maio de 2011, o valor máximo da concentração de ferro dissolvido para descarte em efluente não deve exceder 15 mg L^{-1} . Portanto, considera-se que em todas as lavagens os valores obtidos excederam os limites permitidos, inclusive na amostra denominada de “branca”. Pode-se cogitar, a partir destas observações, a hipótese de que nem toda a massa pesada seja exclusivamente de ferro, mas sim de uma mistura dele com seus respectivos hidróxidos, o que justificaria os altos valores encontrados, bem como aquele determinado na amostra “branca”. Por outro lado, cabe ressaltar que a amostra denominada de “branca”, a qual foi assim denominada seguindo a expectativa de que nesta não deveria haver contaminantes, de fato já havia sido utilizada pelo trabalhador. Ou seja, alguns metais poderiam estar presos no tecido mesmo após a lavagem anterior, sendo estes desprendidos com a lavagem feita no laboratório.

A amostra 2 foi a que apresentou a maior concentração de metais, chegando a praticamente exceder em 30 vezes o limite permitido pela legislação. Este resultado, observando o Quadro 1, pode ser atribuído tanto ao conjunto de

atividades realizadas pelo trabalhador, quanto ao tamanho da roupa usada pelo mesmo, que permitiu uma maior área de contato com o cavaco oriundo da usinagem, e o fato de que no período de exposição o operário trabalhou sozinho.

3.2 Análise da concentração de óleos e graxas

As análises de óleos e graxas nas amostras foram realizadas com base no método oficial (*standart methods*). Apesar de parte da gordura presente na amostra estar emulsificada, devido à presença de sabão em pó, as concentrações encontradas ultrapassam os limites estabelecidos pelo CONAMA. As concentrações encontradas nas análises podem ser observadas na tabela 2.

De acordo com o trabalhador, os óleos e graxas utilizados pela empresa são de origem mineral. Esses, segundo o CONAMA, em sua resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, não devem ter concentração superior a 20 mg.L⁻¹ em esgoto doméstico, pois a baixa solubilidade desses compostos afeta negativamente sua degradação, bem como o tratamento de água.

Tabela 2 - Concentração de óleos e graxas nas roupas dos trabalhadores.

	Massa de óleos e graxas encontrada (mg)	Concentração de óleos e graxas na roupa (mg.g ⁻¹)	Concentração de óleos e graxas na água após lavagem (mg.L ⁻¹)
Branca	20,0	0,004	28,5
Amostra 1	165,2	0,512	254,1
Amostra 2	1401,9	1,954	2002,7
Amostra 3	159,0	0,295	252,0
Amostra 4	124,7	0,277	155,8

Todas as amostras analisadas ultrapassaram os valores permitidos pela legislação. A amostra 2 foi a que apresentou a concentração mais elevada de óleos e graxas, sendo essa 100 vezes maior do que o limite permitido. Conforme já discutido no caso da análise de metais, os fatores que podem ter influenciado nesses valores são: área de exposição, atividades realizadas e tempo de exposição direta.

As gorduras emulsificadas se quebram quando acidificadas até o pH de 1,00 (SABESP, 1997). Caso esse procedimento tivesse sido realizado nas amostras, a concentração de óleos e graxas iria provavelmente aumentar. Porém, devido ao tempo, o método não pôde ser realizado.

O estudo realizado desconsiderou a variável de gordura corporal, não levando em consideração possíveis contaminações pela oleosidade da pele do trabalhador. Como pôde ser observado nesta pesquisa, a concentração de óleos e graxas excedeu o permitido, até mesmo para a amostra denominada de “branca”. Este fato demonstra que o processo não foi suficiente para a retirada de todos os resíduos, visto que esta peça (branca) passou pelo processo de lavagem (quando ainda suja, o que constituiu a amostra 4), foi lavada em casa mais uma vez e retornou ao laboratório para uma outra lavagem, que constituiu a amostra denominada “branca”. Este resultado também demonstra que ocorre a acumulação de óleos e graxas com o uso sucessivo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises relacionadas aos metais e aos óleos e graxas indicaram uma concentração elevada destes contaminantes na água das lavagens das roupas de trabalhadores do setor metalmeccânico. Os valores medidos, para ambos contaminantes, encontram-se muito acima do permitido pela legislação brasileira. A concentração destes contaminantes nas roupas utilizadas como proteção pelos trabalhadores pode ser ainda maior do que aquela determinada neste estudo, uma vez que tanto o método de lavagem realizado no laboratório, quanto o realizado no domicílio do trabalhador, não foram eficazes para completa remoção dos metais e de óleos e graxas, conforme demonstrado pelos resultados encontrados na amostra denominada de “branca”.

Na fase de elaboração do projeto de pesquisa, três hipóteses foram elaboradas. Durante a execução da metodologia e das análises dos resultados elas puderam ser confirmadas ou refutadas. Assim, a primeira hipótese era de que "a exposição de um trabalhador num ambiente de usinagem acarretaria na contaminação da roupa", o que pôde ser confirmado. Esta confirmação ocorreu de forma direta, pois já no momento em que a roupa era lavada era possível a

visualização da contaminação por metais e óleos. A segunda hipótese afirmava que "a concentração dos contaminantes não excederia o limite permitido pela legislação vigente", a qual foi refutada pelos altos valores encontrados. Já a terceira e última hipótese dizia que "o método de tratamento utilizado reduziria ao menos em 50% a concentração dos contaminantes no efluente", a qual pôde ser parcialmente confirmada. Na análise dos metais houve a comprovação de que a maior parte deste contaminante foi retirada com o ímã, contudo, para os óleos e graxas não foi possível confirmar esta hipótese, visto que poderia existir uma grande quantidade desses contaminantes em emulsão.

Nas discussões dos resultados encontrados neste trabalho deve-se considerar as especificidades do mesmo, pois é necessário lembrar que a contaminação da roupa dos trabalhadores não ocorre de forma igual em todas as empresas, variando por diversos motivos, como o conjunto de processos de produção, o ambiente de trabalho, a quantidade de funcionários, o tempo de exposição, o tipo de materiais utilizados, entre outros.

O desenvolvimento de leis que visam à preservação ambiental deve ser constantemente estimulado, já que o Brasil ainda enfrenta um intenso processo de industrialização, sendo que os resíduos produzidos por estas indústrias nem sempre são tratados integralmente e de forma adequada.

Por fim sugere-se, caso se dê continuidade a estes estudos, realizar a acidificação das amostras durante a etapa de lavagem, para que ocorra a quebra de emulsão e, conseqüentemente, uma quantificação mais precisa dos óleos e graxas presentes na água após a lavagem.

Agradecimentos

Ao professor Clodoaldo Machado, pela orientação oferecida durante a realização do estudo. À técnica de laboratório e aos estagiários que estiveram sempre presentes. A todos os servidores do Curso Técnico em Química do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Jaraguá do Sul, em especial aos professores Daniel Alfonso Spudeit, Karina Marques, Jonas Furlan e Elder Correa Leopoldino, que contribuíram para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

BANNEMANN, R. B. **Proposta de Gestão Ambiental para Indústria Metal Mecânica**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Curso de Engenharia Ambiental da Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo - Rio Grande do Sul, 2012.

BRASIL. **PL 323/2015**. Dispõe sobre a responsabilidade das empresas pela lavagem dos uniformes usados por seus empregados. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/TRABALHO-E-PREVIDENCIA/195166-PROJETO-OBRIGA-EMPRESA-A-LAVAR-UNIFORMES-CONTAMINADOS.html>>. Acesso em: 03 de Julho de 2016.

CATAI, R. E. *et al.*, **Studies on the Cooling Minimum Quantity and Conventional Cooling at Hardened Steels in Grinding Process**. Tradução de Claudio Eliézer Pomianowsky. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, v. 29, n. 2, p. 136-141, 2007.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade de Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem**. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>>. Acesso em: 02 de Julho de 2016.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. **NTS 005; Óleos e Graxas: Método de Ensaio**. São Paulo, 1997.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução Nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 30 de Janeiro de 2016.

COSTA, É. S.; SANTOS, D. J. **Disciplina: Processos de Usinagem**. Centro Federal de Educação Tecnológica, Curso Técnico em Eletromecânica, Divinópolis – Minas Gerais, 2006.

DINIZ, A. E. *et al.* **Tecnologia da Usinagem de Materiais**. São Paulo: MM Editora, 1999.

LISBOA, F. C.; MORAES, J. J. B.; HIRASHITA, M. A. **FLUIDOS DE CORTE: UMA NOVA ABORDAGEM GERAL E NOVAS TENDÊNCIAS**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção XXXI, Salvador, Bahia. p. 1-16, 2013.

SÃO PAULO. **Lei nº 12.245, 9 de Fevereiro de 2006**. Dispõe sobre a responsabilidade das empresas pela lavagem dos uniformes usados por seus empregados no Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12254-09.02.2006.html>>. Acesso em: 03 de Julho de 2016.

TESSARO, E. P. **Avaliação de processos oxidativos para o tratamento ambientalmente adequado de fluidos de corte**. 96 p. Dissertação (mestrado em química) - USP, São Carlos - São Paulo, 2008.

UFBA. **Produto de Solubilidade**. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/quimicanalitica/pdesolubilidade.htm>>. Acesso em: 08 de Julho de 2016.