

PÓS-TRATAMENTO FÍSICO QUÍMICO DE EFLUENTE DE UMA RETÍFICA DE MOTORES DO SUL DO BRASIL

PHYSICAL CHEMICAL ADDITIONAL TREATMENT OF WASTEWATER GRINDING ENGINES FROM SOUTH BRAZIL

Deisi Baudini Bombardelli¹, Marcelo Hemkemeier²,

¹Graduada em Engenharia Ambiental. Universidade de Passo Fundo – Faculdade de Engenharia e Arquitetura. Endereço: Rodovia BR 285, km 171. Bairro São José. Passo Fundo. Rio Grande do Sul. Brasil. CEP 99052-900. 105749@upf.br

²Doutor em Engenharia de Alimentos. Professor da Faculdade de Engenharia e Arquitetura. Universidade de Passo Fundo – Faculdade de Engenharia e Arquitetura. Endereço: Rodovia BR 285, km 171. Bairro São José. Passo Fundo. Rio Grande do Sul. Brasil. CEP 99052-900. marceloh@upf.br

RESUMO

No processamento industrial de retificação de motores são gerados resíduos poluentes causadores de impactos ambientais negativos. No entanto, a questão mais relevante no processo de retífica é a geração de efluentes. O uso de processos físico-químicos mostra-se como uma alternativa atual para o tratamento das águas residuárias geradas, mas ainda pouco pesquisado a nível mundial. O presente trabalho apresenta uma proposta de avaliação da eficiência do processo físico-químico como pós-tratamento de efluentes de retífica de motores, baseado em processos de coagulação e floculação, através da caracterização do efluente bruto e análises dos efluentes tratados. Além disso, realizou-se a seleção do melhor coagulante/floculante, verificando qual dos reagentes apresenta melhor custo-benefício para o tratamento deste tipo de efluente. Foram testados três tipos de coagulante/floculante, sendo utilizado as seguintes variáveis como resposta: Demanda Química de Oxigênio (DQO), Fósforo (P), Turbidez, pH, Temperatura e Óleos e Graxas (O&G). O coagulante que apresentou melhor resultado, considerando os aspectos qualitativos, quantitativos e econômicos foi o Coagulante orgânico, sendo o reagente que demonstra melhor custo-benefício para o tratamento físico-químico de efluentes da retificação de motores automotivos.

Palavras-chave: óleos emulsificados, efluentes industriais, coagulação e floculação.

ABSTRACT

In industrial processing of grinding motors are generated waste pollutants causing negative environmental impacts. However, the most relevant question in the grinding process is the generation of effluents. The use of physical and chemical processes shows up as a modern alternative for the treatment of wastewater generated, but still little researched worldwide. This work presents a proposal to evaluate the efficiency of the physical-chemical process as post-treatment of effluents from grinding engines, based on processes of coagulation and flocculation, through the characterization of the raw wastewater and treated effluent analysis. In addition, there was a selection of the best coagulant/flocculants that presents best cost-effective for the treatment. We tested three types of coagulant/flocculant and the following variables has been used as response: Chemical Oxygen Demand (COD), phosphorus (P), Turbidity, pH, temperature and oils and Grease (O&G). The Veta Organic coagulant showed better results in according the qualitative, quantitative and economic aspects. This reagent demonstrated best performance for the physical-chemical post-treatment of wastewater from grinding motors.

Keywords: oil emulsions, industrial wastewater, coagulation and flocculation.

1 INTRODUÇÃO

O constante crescimento populacional no Brasil e no mundo tem ocasionado uma maior demanda por veículos, e conseqüentemente a necessidade do uso da retificação de motores.

O processo de retificação de motores automotivos teve origem nos anos 30, quando foi implantado no Brasil o conceito de oficina mecânica de emergência, ocasionada pelo crescente aumento de automóveis no período da Segunda Guerra Mundial (DALABONA, 2012). Nesta época, apesar do racionamento do combustível e dificuldade de importar petróleo, utilizou-se o gasogênio que ocasionava uma combustão incompleta dos combustíveis sólidos, causando uma série de problemas nos automóveis como: redução de potência e danificação do motor, favorecendo assim o surgimento de novos processos de manutenção mecânica, tal como a retificação (SEBRAE, 2013).

O incremento na produção nacional das indústrias deste setor leva a preocupações com a conservação ambiental, uma vez que os principais impactos ambientais negativos relacionados à retificação de motores estão relacionados com a geração de efluentes líquidos, que constituem, pela sua composição, fontes de poluição e contaminação que ameaçam constantemente o meio ambiente, e em particular, os corpos receptores (GOMES, 2010).

Apesar de um processo produtivo simples, a retificação de motores apresenta uma significativa geração de resíduos líquidos tóxicos, principalmente, pelo alto teor de óleos e graxas e DQO. Segundo Von Sperling (2002), os óleos minerais quando despejados em mananciais superficiais, sem o devido tratamento, causam contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas.

Como toda indústria, as retíficas necessitam tratar seus efluentes, procurando garantir a adequação aos padrões previstos pela legislação. Entretanto, os sistemas atuais e convencionais de tratamento de efluentes no setor de retificação apresentam sérias dificuldades no atendimento a questões legais no âmbito ambiental, de modo que seus efluentes finais, geralmente, não tem qualidade suficiente para atender aos padrões de emissão e qualidade preconizados na legislação ambiental brasileira (BATALLER et al., 2004; MORELLI, 2005; SANTOS, 2006; SECROM, 2006; ZIMMERMANN, 2008).

Por outro lado, estas atividades tem alto potencial de reutilização dos seus efluentes tratados, especialmente os de lavagem automotiva (MORELLI, 2005; PANIZA; CERISOLA, 2010). Os efluentes de oficinas e retífica de motores ainda são carentes de estudos disponíveis na literatura.

Segundo Secrom (2006), as características das substâncias utilizadas neste tipo de efluente têm diminuído a eficiência dos sistemas separadores água/óleo, tradicionalmente utilizados nestas atividades. Isto acontece devido à emulsificação dos óleos minerais presentes nos efluentes, encaminhando para o efluente tratado substâncias altamente tóxicas. No caso de óleos utilizados em processo de resfriamento ou lubrificação, a presença de biocidas agrava ainda mais esta toxicidade (CAÑIZARES *et al.* 2008).

Os sistemas físico-químicos, como pós-tratamento do efluente, permitem um maior controle devido ao ajuste das dosagens, embora ocorra uma geração maior de lodo (VON SPERLING, 1997), o qual devido a suas características químicas deve ser disposto em aterro classe I, para resíduos industriais perigosos.

Devido à vasta gama de floculantes e coagulantes disponíveis para os processos físico-químicos de tratamento de efluentes, há a necessidade de avaliar qual produto químico apresenta maior eficiência de remoção de carga orgânica e poluente, aliada ao melhor custo-benefício para o tratamento das águas residuárias do processo de retificação.

O objetivo do trabalho foi avaliar técnica e economicamente três tipos de coagulantes, cloreto férrico, coagulante orgânico e policloreto, comercialmente vendidos para o tratamento físico-químico de efluentes, analisando as características físico-químicas do efluente bruto e dos efluentes tratados para determinação da eficiência dos reagentes utilizados.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 COLETA E ACONDICIONAMENTO DO EFLUENTE

O efluente empregado em todos os experimentos foi coletado em uma retífica de motores automotivos no Município de Passo Fundo (RS). Foi realizada uma coleta na saída do sistema de separação água e óleo, bem como uma coleta do efluente após o tratamento físico químico realizado pela empresa.

A coleta foi realizada no dia 02 de outubro de 2013, durante o horário de operação da empresa, seguindo instruções da NBR 9898/87 (ABNT, 1987) e formando uma amostra simples de 5 litros. A amostra foi acondicionada em um recipiente e mantida resfriada. Em seguida, a amostra foi encaminhada para a realização das análises no laboratório do Curso de Engenharia Ambiental da UPF.

2.2 ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS

Para os ensaios de coagulação/floculação foram utilizados três tipos de coagulantes: cloreto férrico (CF-PIX), policloreto de alumínio (PAC) e derivados do tanino (Poliacrilamida - coagulante orgânico). A Tabela 1 apresenta as principais características dos reagentes utilizados.

Tabela 1: Principais características dos reagentes utilizados nos ensaios de coagulação/floculação

Reagente	Concentração do produto	Concentração da solução
Cloreto Férrico [FeCl ₃]	195 g. L ⁻¹ Fe ³⁺	19,5 g/L Fe ³⁺
Policloreto de Alumínio	23,25% Al ₂ O ₃	7,67% Al ₂ O ₃
Poliacrilamida	-	7mg/L

Fonte: Kemira (2010); BWE (2010); Gomes (2010);

O experimento consistiu em testar uma variável independente (tipo de coagulante), até atingir o ponto ótimo de coagulação, ou seja, o Potencial Zeta igual à zero. O Quadro 1 demonstra o planejamento experimental.

Quadro 1 – Planejamento experimental

Experimento	Coagulante
A	Cloreto Férrico
B	Policloreto de Alumínio
C	Tanino
D	Efluente tratado*

*Efluente coletado na saída do processo físico químico da empresa

Sendo assim, foram realizados três experimentos testando as variáveis independentes nos experimentos com os coagulantes definidos, bem como no efluente tratado da empresa em estudo. As variáveis de resposta foram: Demanda Química de Oxigênio (DQO), Fósforo (P), Turbidez, Potencial Hidrogeniônico (pH), Temperatura (°C) e Óleos e graxas. Os parâmetros analisados são alguns dos

recomendados para caracterização de efluentes, segundo a FEPAM/RS (Fundação Estadual de Proteção Ambiental).

A Figura 1 apresenta o esquema dos experimentos de coagulação/floculação com os coagulantes supracitados.



Figura 1 - Ensaio preliminares no Jar Test

Os valores de pH das amostras foram determinados antes do início do teste de jarro, tendo em vista que a adição de coagulantes ao processo acidificaria o meio.

O experimento de Jar Test, para realização das análises deste projeto, foi ajustado com um gradiente de velocidade inicial de 120 rpm em um tempo de 10 a 15min com o objetivo de realizar a coagulação, e um segundo gradiente de velocidade de 20 rpm para um tempo de 5 min, a fim de ocorrer o processo de floculação.

Primeiramente, após início da agitação, foram adicionados os coagulantes, monitorando e ajustando concomitantemente o pH na faixa 7,0 e potencial Zeta em 0. Depois do final do processo de floculação, as amostras permaneceram em descanso, a fim de ocorrer a sedimentação dos flocos e, posteriormente, avaliar qualitativamente os resultados obtidos.

Os experimentos foram realizados uma única vez, sendo as amostras do efluente bruto homogeneizadas e levadas à temperatura ambiente. No entanto, as amostras dos efluentes tratados não foram homogeneizadas, coletando-se apenas o clarificado do processo de tratamento da retífica estudada. Estas análises foram realizadas em triplicata nos dias seguintes aos procedimentos de Jar Test.

2.3 SELEÇÃO DO COAGULANTE MAIS EFICIENTE

Todos os coagulantes estudados foram avaliados em relação ao percentual de remoção, atendimento a legislação e custo de tratamento. Estes custos foram obtidos através da determinação do

consumo de coagulante pelo volume de efluente utilizado no jar test. Os valores comerciais relacionados aos volumes de reagentes necessários para o processo físico-químico foram obtidos comercialmente junto às indústrias fornecedoras das amostras de coagulantes, supondo um consumo para 4m³ de efluente por dia.

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Posteriormente à obtenção dos resultados foi realizada uma avaliação estatística através de teste de Tukey, disponível em um software de estatística, considerando também a avaliação qualitativa das amostras tratadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE

As características do efluente da saída da caixa separadora água e óleo, convenientemente chamado de bruto neste trabalho, estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Médias e desvios padrão das concentrações do efluente bruto

Parâmetro	Valor
DQO (mg/l)	1237±305,50
Óleos de Graxas (mg/l)	150±50
Turbidez (NTU)	>1000
Fósforo total (mg/l)	27,94±0,968
Temperatura (°C)	22,9
pH	8,16

De acordo com Dalabona (2012), os valores de DQO para efluentes da retificação de motores automotivos encontram-se na faixa de 3.000 a 3.500. Contudo, o efluente analisado apresentou uma DQO com valor baixo em relação a dados literários, demonstrando que o efluente bruto dos experimentos apresentou baixa carga orgânica. Esta discrepância ocorreu, uma vez que a retífica de origem do efluente possui um sistema de separação água e óleo eficiente, ainda que não atinja os limites estabelecidos na legislação ambiental vigente. Segundo a Resolução Consema nº 128/2006 (RIO GRANDE DO SUL, 2006), os valores de DQO máxima permitida para o lançamento do efluente em corpos receptores é de 400mg/l.

Os óleos e graxas do efluente coletado apresentaram concentração média de menos que a metade dos dados encontrados na literatura, ou seja, 401 mg/L, segundo Dalabona (2012). Entretanto 15 vezes maior do que o permitido pela legislação. Este fato justifica também a menor DQO e portanto a maior eficiência do sistema de separação água e óleo da empresa estudada em comparação com a literatura.

O parâmetro de pH das amostras de efluente apresentou pH na faixa de 8,0.

Desta forma, pode-se considerar que o efluente da caixa separadora água e óleo caracteriza-se por apresentar altas concentrações de carga orgânica, constituindo-se, sem um pós tratamento, um passivo ambiental para o empreendimento.

3.2 TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO

Observou-se a necessidade de monitoramento e ajuste simultâneo do pH no Jar Test, com o objetivo de facilitar os processos de coagulação e floculação. Steinmetz, et al. (2007) também

constatou em seus experimentos que, no uso de sais metálicos, tais como o cloreto férrico, o pH do meio é fortemente dependente, devido à hidrólise. O policloreto de alumínio, mesmo sendo um sal metálico, apresenta uma alcalinidade intrínseca, não sendo o pH tão dependente. O uso do Coagulante orgânico, por si só, não altera o pH do meio (VANACÔR, 2005). No entanto, o ponto ótimo de floculação também foi determinado pelo potencial de oxirredução, atingindo o valor zero como o ideal.

Após observações qualitativas, constatou-se que os experimentos com os três tipos de coagulantes, cloreto férrico, policloreto de alumínio e tanino apresentam boas possibilidades de coagulação e floculação.

Os volumes de reagentes usados no Jar Test, a fim de realizar a coagulação, floculação e ajuste do pH, estão descritos na Tabela 3, bem como as concentrações representativas na Tabela 4.

Tabela 3 - Volume de reagentes utilizados nos ensaios de coagulação/floculação e ajuste de pH (ml).

Experimento	NaOH	Coagulante
A	22	20
B	26	29
C	-	20

(A) Cloreto férrico; (B) PAC; (C) Tanino

Tabela 4 - Concentrações dos reagentes utilizados nos ensaios de coagulação/floculação (mg/l)

	A	B	C
Coagulante	15,6	88,97	14

(A) Cloreto férrico; (B) PAC; (C) Tanino

Vanacôr (2005) verificou que coagulante a base de tanino apresenta variações nas concentrações necessárias para o tratamento de águas para o abastecimento público, podendo ser isto atribuído ao fato deste polímero ser produzido por uma empresa de pequeno porte, sem rígido controle de qualidade de fabricação. As variabilidades nas concentrações de matéria orgânica também podem contribuir para isto.

Através de avaliações visuais, pode-se constatar que, logo em seguida ao início do processo de floculação de todos os experimentos, ocorreu a formação de flocos com aparente densidade maior que o efluente clarificado. Após repouso, ocorreu a formação de lodo denso, o qual estava qualitativamente separado do clarificado. A figura 2 demonstra o aspecto visual dos experimentos.



Figura 2 - Aspecto visual dos experimentos

Bresaola Jr e Carrara (2000) constataram que o uso de cloreto férrico reduz o volume de lodo gerado, bem como é a melhor opção no tratamento de águas residuárias em galvanoplastia.

Para o experimento B (PAC), a avaliação qualitativa demonstrou que os flocos eram pequenos e pouco densos, não ocorrendo uma boa coagulação e floculação do efluente, apresentando um lodo

bastante volumoso. Após o período de repouso do efluente, pode-se constatar uma nítida separação de fases.

Qualitativamente, os resultados do experimento C (Tanino) foram satisfatórios, tendo em vista que, logo após a adição do coagulante, flocos densos se formaram e foram separados fisicamente da água clarificada.

Para a escolha do melhor reagente para o processo de coagulação e floculação em efluente de retífica de motores, consideraram-se os menores valores de concentração dos parâmetros analisados em cada amostra de experimento ($p < 0,05$).

A tabela 5 demonstra as concentrações médias dos parâmetros físico-químicos analisados das amostras dos efluentes tratados, bem como seu desvio padrão (δ).

Tabela 5 - Concentrações médias dos parâmetros físico-químicos analisados e desvio padrão

Parâmetro	A	B	C	D	Limite ²
DQO (mg/l)	617±54 ^(A)	420±0 ^(B)	136±5 ^(C)	773±5 ^(A)	400
Turbidez (NTU)	2,37	3,96	2,32	5,13	-
Fósforo (mg/l)	4,22±0,55 ^(B)	4±1,40 ^(B)	16,55±0,55 ^(A)	3,77±0,69 ^(B)	4,0
Óleos e graxas (mg/l)	60±28,28 ^(A)	40±0 ^(A)	86,67±9,42 ^(A)	53,33±9,42 ^(A)	10,0
pH	7,04	7,06	7,06	7,04	6-9

¹ Índices iguais em mesma linha representam valores estatisticamente iguais.

² Resolução Consema n° 128/2006 (RIO GRANDE DO SUL, 2006).

Apesar da grande remoção das variáveis de resposta, alguns parâmetros ainda não atendem os parâmetros preconizados na Resolução 128/2006 do Consema.

Para a Demanda Química de Oxigênio, a condição experimental que demonstrou menor concentração no efluente tratado foi com o coagulante orgânico, enquadrando-se no previsto na legislação. A indústria produtora deste coagulante, através de experimentos de verificação da eficiência de seus produtos, evidenciou uma redução média 84,6% com o coagulante orgânico, ocorrendo ainda a redução de consumo de insumos químicos.

A remoção de óleos e graxas foi eficiente, no entanto não suficiente para atender os limites da legislação, independente do tipo de coagulante utilizado. Observando o aspecto qualitativo das amostras, optou-se pelo experimento C.

Em relação às concentrações de fósforo remanescente nos efluentes tratados, o experimento usando coagulante a base de taninos se destacou estatisticamente (Figura 3), sendo as menores concentrações obtidas para o parâmetro, com experimento D. Esta diferença significativa pode ser explicada pela eficiência dos sais de ferro e alumínio na precipitação dos respectivos fosfatos. Considerando as concentrações finais de fósforo e comparações estatísticas, pode ser escolhida qualquer uma das quatro opções, com exceção do tanino (Veta).

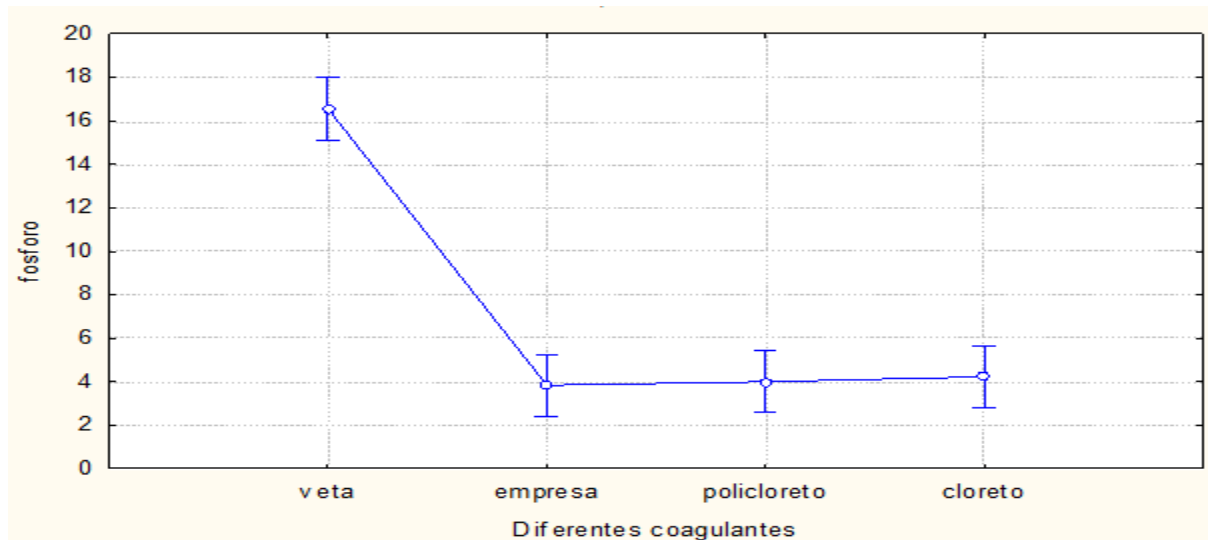


Figura 3 - Teste Tukey HSD para o parâmetro Fósforo dos ensaios de coagulação/floculação

Após análise do comportamento e resultados dos experimentos, podemos observar que para cada parâmetro um experimento é mais eficiente (Quadro 3).

Quadro 3 Comparação dos resultados para concentração final dos parâmetros dos efluentes tratados e avaliação estatística

Experimento	DQO	Turbidez	Fósforo	O&G	pH	Temperatura
A			X		X	X
B			X	X	X	X
C	X	X			X	X
D			X		X	X

¹(A)Cloreto férrica; (B)PAC; (C) Tanino (D) Efluente Empresa

O coagulante que demonstrou melhor desempenho técnico para o tratamento de efluentes de retífica de motores é o uso do coagulante orgânico, embora tenha removido menor valor de fósforo total. Isto poderia ser resolvido com a adição posterior de sais de ferro ou alumínio para enquadrar este parâmetro dentro dos limites da legislação para lançamento de efluentes.

As eficiências de remoção dos parâmetros analisados, após o tratamento físico-químico, podem ser visualizadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Eficiências de remoção dos parâmetros analisados

Parâmetro	Eficiência (%)			
	A	B	C	D
DQO (mg/l)	59,85	72,65	91,36	49,68
Turbidez (NTU)	99,76	99,60	99,76	99,48
Fósforo Total (mg/l)	84,87	85,68	40,75	86,49
Óleos e Graxas (mg/l)	60,00	97,33	42,22	64,44
Média	69,84	77,52	68,03	72,53

¹(A)Cloreto férrico; (B)PAC; (C) Tanino; (D) Efluente empresa

O processo de tratamento físico-químico demonstrou uma eficiência de remoção maior que 68% em todos os parâmetros analisados.

3.3 CUSTOS DE TRATAMENTO

A Tabela 7 apresenta os custos relativos e totais de cada coagulante para o tratamento físico-químico de efluente de retífica de motores automotivos. Para os cálculos considerou-se uma vazão de 4m³, segundo Dalabona (2012).

Tabela 7 - Valores comerciais dos coagulantes

Reagente	Exp.	Valor Comercial* (R\$/kg)	Densidade (kg/l)	Custo Relativo (R\$/m ³)	Custo Total (R\$/m ³)
Cloreto Férrico	A	0,65	1,42	1,39	289,12
Cloreto de Alumínio	B	0,95	1,25	8,31	3 663,04
Tanino	C	0,60	-	1,16	222,72

* Kemira (2010); BWE (2010).

Considerando os aspectos de eficiência e economia, pode-se constatar que o coagulante que apresentou melhor custo-benefício para o tratamento de efluente originados na retificação de motores foi o coagulante a base de tanino.

Este coagulante foi selecionado tendo em vista que apresentou um bom desempenho qualitativo, formando flocos densos, os quais apresentaram um baixo tempo de sedimentação, formando um lodo visivelmente separado do clarificado logo após o processo de tratamento.

Outro aspecto importante, é que este reagente apresentou elevada eficiência de remoção em quase todas as variáveis de resposta do experimento, mas principalmente da DQO, parâmetro que mede o oxigênio equivalente ao conteúdo de matéria orgânica de uma amostra que é suscetível a oxidação por um forte oxidante químico, demonstrando o potencial poluidor de lançamento do efluente. Além disso, dentre os experimentos, o que demonstrou menor custo econômico foi o que utilizou o tanino no processo de coagulação/floculação.

Contudo, ainda são escassas pesquisas acadêmicas envolvendo o uso destes reagentes no tratamento de efluentes de retíficas de motores, demonstrando um maior uso no tratamento de outros ramos da indústria, como setores metal-mecânico, de galvanoplastia, e até mesmo no tratamento de água para abastecimento público.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que a aplicação dos três reagentes testados para o processo físico-químico no tratamento de efluentes industriais de retíficas de motores são efetivas para a separação de fases e redução de concentrações de carga poluidora e parâmetros investigados neste trabalho. A associação de resultados de análises e de qualificação visual do efluente final possibilitou a seleção do melhor reagente, sendo o coagulante a base de taninos, com melhor custo-benefício para o pós-tratamento de efluentes de retífica de motores.

Com a caracterização do efluente e análise físico-química das amostras de clarificado resultantes, foram verificadas eficiências de remoção de concentrações de turbidez e DQO na fração líquida clarificada superiores a 90%.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 9898:1987 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores*– Procedimento – Ria de Janeiro, 1987.

BATALLER, H et al. Cutting fluid emulsions produced by dilution of a cutting fluid concentrate containing a cationic/nonionic surfactant mixture. *J. Mater. Process. Tehnol*, 152 (2004): 215-220p.

Bresaola Jr, R.; Carrara, S. M. C. M. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre (2000).

BWE. *Tratamento de água potável*. BWE – Indústria Química, catálogo. Canoas, RS-BR, 4p. 2002.

CAÑIZARES, et al. Coagulation and electrocoagulation of oil in water emulsions. *J. Hazard. Materials*, 151 (2008): 44-51p.

DALABONA, Vanessa. *Tratamento Físico-Químico por floccodécantação de efluente de retífica de motores*. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Curso de Engenharia Ambiental, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2012.

GOMES, Bárbara M. *Pré-tratamento físico-químico de efluentes industriais de um abatedouro de bovinos*. 2010. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Passo fundo, 2010.

KEMIRA Disponível em: <http://kemira.com/en/industries-applications/pages/application-product-finder.aspx>. Acessado em: 22 de agosto de 2010

MORELLI, E. B. *Reuso de água de na lavagem de veículos*. São Paulo, 2005. (Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo).

PANIZZA, M.; CERISOLA, G. Applicability os electrochemical methods to carwash wastewater for reuse. Part 2: Electrocoagulation and anodic oxidation integrated process. *J. Electroanal. Chemistry*, 638 (2010): 236-240p.

PIANTÁ, Cyro. *Emprego de coagulantes orgânicos naturais como alternativa ao uso de sulfato de alumínio no tratamento de água*. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente – Estado do Rio Grande do Sul – Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA). Resolução CONSEMA nº. 128, de 24 de novembro de 2006 – Dispõe sobre a fixação de Padrões de Emissão de Efluentes Líquidos para fontes de emissão que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS, 2006. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/upload/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CONSEMA%20n%C2%BA%20128_2006%20%20Fixa%C3%A7%C3%A3o%20de%20Padr%C3%B5es%20de%20Emiss%C3%A3o%20de%20Efluentes%20L%C3%ADquidos.pdf>. Acesso em: 15 de agosto de 2013.

SANTOS, H. R. *Coagulação/precipitação de efluentes de reator anaeróbio de leito expandido e de sistema de lodo ativado precedido de reator UASB, com remoção de partículas por sedimentação ou flotação*. 2006. 331 f. Tese (Programa de Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos. 2006.

SEBRAE. Retífica Ecológica Disponível em: <<http://www.sustentabilidade.sebrae.com.br/portal/site/Sustentabilidade/menuitem.98c8ec93a7cfd8f73042f20a27fe1ca/?vgnnextoid=6a0a493e7e89a310VgnVCM100000b072010aRCRD>>. Acesso 15 ago. 2013.

SECROM, M. B. *Avaliação de sistemas separadores água e óleo do tratamento de efluentes de lavagem, abastecimento e manutenção de veículos automotores*. Rio de Janeiro, 2006. (Dissertação apresentada ao Programa de Pós graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro).

STEINMETZ, M.O.; JELESAROV, I.; MATOUSEK, W.M.; HONNAPPA, S.; JAHNKE, W.; MISSIMER, J.H.; FRANK, S.; ALEXANDRESCU, A.T. KAMMERER, R.A. Molecular basis of coiled-coil formation. *Proc. Natl. Acad. Sci.* v. 104(17): 7062-7067 (2007).

VANACÔR, R. N. *Avaliação do coagulante orgânico Veta Organic utilizado em uma estação de tratamento de água para abastecimento público*. 2005. 188 f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2005.

VON SPERLING, M. *Lagoas de estabilização*, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2º ed. Ampliada. Belo Horizonte, 2002.

_____. *Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: lodos ativados*. Vol 4. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1997.

ZIMMERMANN, V. E. *Desenvolvimento de tecnologia alternativa para tratamento de efluentes visando a reutilização da água de postos de lavagem de veículos*. Toledo/PR, 2008. (Dissertação apresentada ao Programa de Pós graduação em Engenharia Química da Universidade do Estadual do Oeste do Paraná)