

# TRATAMENTO DOS EFLUENTES DE UMA LAVANDERIA INDUSTRIAL: AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE DIFERENTES PROCESSOS DE TRATAMENTO

*Marta Verônica Buss*

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC).  
Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Biotecnologia (PPGC&B)  
da Universidade do Oeste de Santa Catarina.

*Edir Filipe Ribeiro*

Acadêmico de Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade  
do Oeste de Santa Catarina (UNOESC).

*Ivo André Homrich Schneider*

Engenheiro de Minas. Mestre e doutor em Engenharia, Área de Concentração: Metalurgia Extrativa pela  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Prof. do DEMET e do PPGEM da UFRGS.

*Jean Carlo Salomé dos Santos Menezes*

Químico. Mestre e Doutor em Engenharia pela Universidade Federal do Rio (UFRGS).  
Programa de Pós Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e dos Materiais (PPGEM)  
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

## RESUMO

O ramo de lavagem e tingimento de roupas é responsável por uma parcela significativa no consumo de água no meio urbano, no entanto são poucas as empresas que preocupam-se em lançar seus efluentes, que apresentam uma diversidade de produtos empregados no processo de lavagem, como tensoativos, amaciantes, alvejantes, tinturas, fibras de tecidos, dentro de um padrão de qualidade estabelecido pelos órgãos ambientais. As poucas que o fazem, limitam-se a processos simplificados de tratamento. O presente trabalho apresenta os resultados obtidos com a utilização de duas alternativas diferentes de tratamento dos efluentes gerados por uma lavanderia industrial típica. Os efluentes foram tratados pelos processos de coagulação-floculação e adsorção-coagulação-floculação utilizando sulfato de alumínio como coagulante. Os resultados obtidos no tratamento dos efluentes quanto aos parâmetros físico-químicos, permitiram à partir de uma comparação com os valores de emissão autorizados pela FEPAM, através da licença operação da empresa, realizar uma análise de capacidade dos processos de tratamento avaliados. O efluente tratado por coagulação/floculação melhorou significativamente a qualidade da água, porém ainda apresentou resultados insatisfatórios quanto ao parâmetro surfactantes, o que faz com que este processo de tratamento seja classificado como incapaz, o efluente tratado por adsorção/coagulação/floculação apresentou bons resultados em todos os parâmetros físico-químicos avaliados e pode ser considerado um processo capaz e de grande confiabilidade em relação a todos os parâmetros de qualidade exigidos pelo órgão ambiental enquanto que o efluente bruto também não atende as exigências de emissão o que impossibilita o lançamento sem tratamento do efluente em um corpo receptor. **Palavras-chave:** água, lavanderias, efluentes, capacidade.

## INTRODUÇÃO

A água pode ser considerada como o recurso mineral mais precioso, pois é essencial à vida de todos os seres vivos. Com o crescimento da população humana, e as exigências de consumo e qualidade da água nos mais diversos setores da sociedade, torna-se imprescindível a aplicação de tecnologias para o tratamento e reciclagem da água.

Diante do problema da escassez de água, a legislação ambiental tem ficado mais rigorosa e o descarte de efluentes devem seguir um controle cada vez mais rígido de qualidade. (Coelho et al., 1997). A lavagem de roupas de forma comercial em empresas de pequeno e médio porte é comum nos dias atuais, sendo este um importante setor de serviços. Estima-se que 10% de toda água consumida no meio urbano, seja destinada a operações de lavagem de roupas, o que torna importante o estudo deste tipo de efluente.

No caso específico de efluentes de lavanderias industriais, poucos trabalhos têm avaliado a possibilidade de reciclagem, apesar do setor apresentar um elevado consumo de água. Pesquisas visando o tratamento, a reciclagem ou reúso deste tipo de efluente tem ocorrido principalmente em países onde o custo da água é mais elevado, tanto o seu consumo quanto a sua disposição no meio ambiente (Costa et al., 1997).

Segundo informações obtidas do Sindicato das Lavanderias do Estado de São Paulo, estima-se que existam em torno de 6.000 lavanderias no Brasil. O setor de lavanderias industriais é fracionado em lavanderias de jeans (confecções); lavanderias hospitalares; lavanderias de hotel, motel e restaurante; lavanderias de roupas profissionais; lavanderias de panos industriais; e lavanderias de EPIs (Equipamentos de Proteção Individual). Cada setor tem sua própria característica e modo de operação diverso.

Dependendo da natureza da empresa, a lavagem pode ser para roupas domésticas e/ou industriais. A lavagem industrial pode ser efetuada sobre roupas novas ou usadas. Sobre a roupa nova, operações de desengomagem, estonagem, destruição parcial e amaciamento dos tecidos são comuns. Esses processos variam com a tendência da moda. Sobre roupas usadas, o processo se assemelha muito com a lavagem doméstica. Já no caso da lavagem de uniformes industriais, cujo tecido é mais resistente e possui contaminantes mais

agressivos, os produtos empregados muitas vezes são diferenciados. Algumas lavanderias realizam também o tingimento de roupas, liberando em seus efluentes corantes orgânicos (anilinas) de difícil tratabilidade (Mello, 2000).

Os despejos das lavanderias são geralmente alcalinos, altamente coloridos, contém grandes quantidades de sabões e detergentes sintéticos, óleos e graxas, sujidades e corantes, além disso apresentam uma DBO 2 a 5 vezes maior que a apresentada pelos esgotos domésticos. O processo de lavagem desprende fibras de tecidos, de tamanhos variados desde trapos até fibras visíveis somente ao microscópio (Wollner et al., 1954). Desta forma, o efluente gerado apresenta carga orgânica, coloração, uma baixa tensão superficial e uma quantidade significativa de sólidos suspensos.

Grande parte do problema ambiental nos efluentes de lavanderias é decorrente dos insumos químicos empregados nos processos de lavagem de roupas, em especial os detergentes. A ação de limpeza da água é melhorada em muito pela adição de substâncias conhecidas como detergentes. Os detergentes são compostos de cadeias carbônicas longas, em cuja extremidade há um grupo de caráter catiônico, aniônico, anfotérico ou não iônico. Esse grupo apresenta caráter hidrofílico, enquanto que a cadeia carbônica apresenta um caráter hidrofóbico, repelindo a água e interagindo com substâncias apolares. Devido a essa característica anfifílica, os detergentes conseguem remover impurezas que a água sozinha não conseguiria (Solomons, 1996).

No caso específico da limpeza de roupas os detergentes mais utilizados são os aniônicos (Osório & Oliveira, 2000). A grande vantagem dos detergentes sintéticos sobre os sabões está no fato destes operarem bem em água dura (água com concentrações de íons  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Fe}^{+2}$  e  $\text{Fe}^{+3}$ ). Os sais de cálcio, magnésio e ferro dos detergentes à base de alcanossulfonatos e hidrogenossulfonatos de alquila são muito solúveis em água. Já os sais de cálcio, magnésio e ferro dos sabões precipitam, prejudicando o processo de lavagem.

Os processos de tratamento de efluentes são dimensionados para atender os padrões de exigência da legislação aplicada e/ou normas da própria empresa geradora do efluente. Diversos métodos ou etapas podem ser empregados para atingir tais padrões, sendo que uma subdivisão usual de etapas é feita de acordo com o chamado nível de tratamento

empregado para se atingir os padrões de lançamento do efluente (Tchobanoglous et al., 2003).

Ainda são poucas as empresas que fazem o tratamento de seus efluentes. As que fazem, geralmente empregam o processo físico-químico de coagulação-floculação, a complementação do processo de tratamento físico-químico (coagulação-floculação) dos efluentes pode ocorrer pela adoção de uma etapa de polimento através de adsorção (geralmente como o uso de carvão ativado) ou processos biológicos (Braile & Cavalcanti, 1993).

Segundo (Matsuo e Nishi, 2000) o uso de carvão ativado em efluentes de lavanderias tem como objetivo a remoção de compostos orgânicos solúveis dos efluentes, especialmente os surfactantes. O descarte de surfactantes nos corpos d'água receptores é indesejado, pois forma espumas e reduz a tensão superficial da água, causando danos aos ecossistemas aquáticos (Von Sperling, 1996). O uso de carvão ativado no tratamento de efluentes da indústria têxtil já foi bastante estudado, porém a quantidade de carvão ativado utilizada é bastante alta (McKay, 1982a; McKay, 1982b; Nassar & El-Geundi, 1991).

O uso de processos biológicos é também uma alternativa válida como etapa de polimento dos efluentes, visando a remoção de surfactantes e outros compostos orgânicos presentes nos efluentes de empresas que possuem área disponível para a construção de lagoas de estabilização, que não é o caso da maioria das lavanderias. No entanto Braile e Cavalcanti (1993) relatam que o uso de processos biológicos para tais fins nem sempre é eficiente.

Entre as principais dificuldades encontradas no tratamento deste tipo de efluente pode-se citar a falta de conhecimento sobre as características do efluente e de alternativas de processos para o tratamento do efluente, pouca área disponível (uma vez que a maioria das lavanderias encontra-se no meio urbano) e a falta de mão de obra especializada.

Neste trabalho foi estudado o tratamento da água em uma típica lavanderia industrial situada na cidade de Passo Fundo, RS – a “Lavanderia Expressa”. Essa Empresa realiza a lavagem de uniformes industriais, a lavagem de roupas domésticas e o tratamento de tecidos para indústrias de confecções. No tratamento dos tecidos para as indústrias de confecções, emprega as técnicas de desengomagem, desbotamento, estonagem, destruição parcial de tecidos e amaciamento.

A água de processo é coletada em um poço artesiano e entra com características potáveis. Após o uso é descartada, aproximadamente no mesmo volume, na rede pluvial do município. Utiliza tradicionalmente um processo de coagulação/floculação (com o uso de sulfato de alumínio e polímero floculante) para o tratamento dos seus efluentes, que nem sempre atende aos padrões exigidos pela FEPAM. Nesse contexto, a Lavanderia Expressa é uma lavanderia industrial que demonstra a realidade de muitas empresas similares, e que necessitam melhorias em seus sistemas de tratamento de efluentes, e por isso foi escolhida como alvo deste estudo sendo que foram realizados estudos de tratamento em planta industrial, para avaliação da capacidade dos processos em termos de controle de qualidade da água tratada.

## EXPERIMENTAL

### TRATAMENTO DO EFLUENTE NA PLANTA INDUSTRIAL

Um “lay-out” da estação de tratamento implantada na Lavanderia Expressa é apresentada na Figura 1. A estação foi projetada para operar em batelada e levou em conta a possibilidade de expansão das atividades da Empresa. Consiste basicamente em uma operação inicial de gradeamento, armazenamento do efluente em um tanque de equalização, bombeamento para os tanques de coagulação-floculação e secagem do lodo em leitos.

A operação de gradeamento foi implantada para remover fibras de tecidos mais grosseiras, que se desprendem e que atrapalham as etapas posteriores do tratamento. O tanque de equalização em alvenaria situa-se abaixo do nível do solo, no pátio empresa, com uma capacidade aproximada de 10 m<sup>3</sup>.

Os tanques para o tratamento do efluente possuem uma capacidade de 3,5 m<sup>3</sup> cada. A agitação, é feita por agitadores rotatórios por pás movidos por motor elétrico. O efluente tratado nos tanques sai por um orifício localizado 40 cm acima da base do tanque. O lodo gerado é removido por uma saída localizada na base e canalizado para os leitos de separação água/lodo.

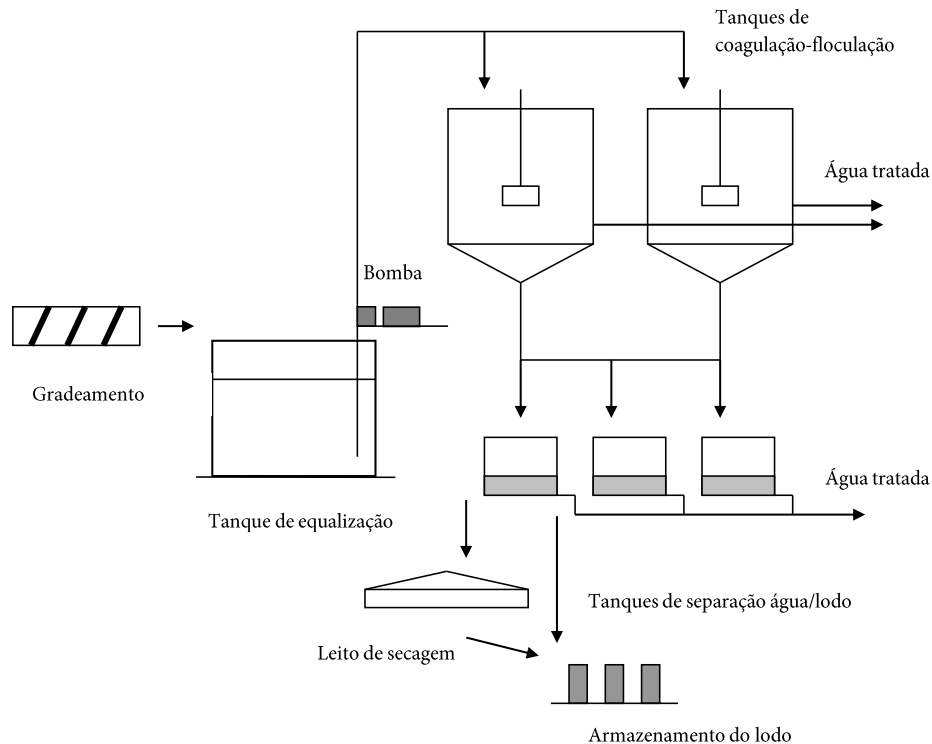


Figura 1. Esquema da estação de tratamento de efluentes da Lavanderia Expressa.

### TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS OBTIDOS NA PLANTA INDUSTRIAL

O acompanhamento do processo industrial foi realizado através de um estudo estatístico da capacidade do processo com 16 amostras obtidas nas três seguintes situações:

- o efluente bruto;
- tratado por coagulação/floculação;
- tratado por adsorção/coagulação/floculação.

Os parâmetros físico-químicos avaliados foram: sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos, DQO e surfactantes. Os parâmetros estatísticos analisados foram: média, desvio padrão, intervalo de ocorrência dos valores e capacidade do processo (Cpk). Os dados obtidos foram comparados com o valor da especificação superior, estabelecida neste trabalho como o padrão de emissão exigido pela licença de operação emitida pela FEPAM, e listados na Tabela 1.

Os dados estatísticos foram obtidos através do uso do “software PROCEP” desenvolvido pela CHTech Desenvolvimento de Sistemas Ltda de Porto Alegre e disponível na página <www.ppgep.ufrgs.br> (Ribeiro & Ten Caten, 2001).

Tabela 1. Padrões de emissão dos efluentes da lavanderia exigidos pela FEPAM (Licença de Operação no 1418/1999-DL).

Parâmetro	Valor máximo de operação
Temperatura	inferior a 40°C
Sólidos sedimentáveis	inferior a 1 mL L <sup>-1</sup> (no Cone de Imhoff)
pH	entre 6,0 e 8,5
DBO <sub>5</sub> (20°C)	inferior a 200 mg L <sup>-1</sup>
DQO	inferior a 450 mg L <sup>-1</sup>
Sólidos suspensos	até 200 mg L <sup>-1</sup>
Surfactantes	até 2,0 mg L <sup>-1</sup>

Após o cálculo dos parâmetros estatísticos, avaliou-se a qualidade do processo com o índice Cpk (Ribeiro e Ten Caten, 2002). O índice Cpk foi determinado por:

$$Cpk \text{ sup.} = \frac{LSE - X}{3\sigma}$$

onde:

- $Cpk \text{ . sup}$  = Cpk superior  
 X – média aritmética dos valores encontrados;  
 LSE – limite superior da especificação;  
 $\sigma$  - desvio padrão da amostra

Como no caso a característica é do tipo menor-é-melhor, o limite de especificação inferior (LEI), é teoricamente zero, logo a avaliação da capacidade do processo foi realizada apenas com o Cpk superior. O objetivo foi avaliar a estabilidade e priorizar ações de melhorias no processo. A relação entre capacidade, índice Cpk e o percentual (%) estimado estatisticamente de eventos fora da especificação estão resumidos na Tabela 2.

**Tabela 2.** Escala para a avaliação da capacidade dos processos produtivos

Capacidade	Cpk	% fora de especificação
Muito incapaz	0,33	32%
Incapaz	0,66	4,4%
Capaz	1,00	0,27%
Muito capaz	1,33	0,0064%
Extremamente capaz	1,67	0,0000%

Fonte: (Ribeiro & Ten Caten, 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### TRATAMENTO DO EFLUENTE NA LAVANDERIA INDUSTRIAL

Seguindo-se a testes em escala de laboratório, foi realizada uma etapa de testes em escala industrial, na Lavanderia Expressa. Os ensaios realizados em escala industrial confirmaram os ensaios realizados em bancada, apresentando resultados já esperados quanto aos parâmetros físico-químicos analisados. Durante a realização destes ensaios em nível industrial, foram coletadas amostras para serem realizadas análises físico-químicas dos efluentes bruto, tratado por coagulação/floculação e tratado por adsorção/coagulação/floculação. Os resultados obtidos na etapa industrial, assim como uma análise do controle estatístico dos processos, estão na Tabela 3 e nas figuras 2, 3, 4 e 5. Os efluentes gerados na estação da lavanderia tiveram os seguintes parâmetros analisados:

- ◆ Sólidos sedimentáveis
- ◆ Sólidos suspensos
- ◆ DQO
- ◆ Surfactantes

Não foram realizadas análises da DBO do efluente, por uma questão operacional, pois é uma análise demorada para ser feita. Porém, uma aproximação do valor pode ser obtida através das análises de DQO, uma vez que a relação DQO/DBO do efluente fica em torno de 4,2 (resultado obtido nos estudos de laboratório). A temperatura exigida, abaixo de 40°C, não foi monitorada porque o efluente sempre era descartado a temperatura ambiente. Além desses parâmetros a licença de operação prevê um intervalo de pH de 6,0 a 8,5, porém o pH sempre foi ajustado para 6,5 em todas as bateladas, em função deste ser o valor de pH que apresentou os melhores resultados de floculação.

A qualidade da água do efluente bruto e após os processos de tratamento foram analisados quanto a sua média, desvio padrão, intervalo dos valores, número de não conformidades e capacidade (Cpk). As análises da capacidade dos processos feitas foram do tipo “menor é melhor”, aplicado quando se tem uma especificação superior a ser atendida e a especificação inferior é tanto melhor quanto mais próximos for de zero os resultados obtidos.

A Figura 2 e a Tabela 3 apresentam os resultados obtidos para o efluente bruto e para os tratamentos por coagulação/floculação e adsorção/coagulação/floculação, em relação à concentração de sólidos sedimentáveis. De acordo com os resultados obtidos, observou-se que a única situação que não atende às exigências da FEPAM é o efluente bruto, que em nenhuma situação atendeu as exigências ambientais, podendo ser classificado como muito incapaz. Os efluentes tratados por coagulação/floculação e adsorção/coagulação/floculação sempre atenderam a especificação no parâmetro sólidos sedimentáveis, podendo ser classificados como extremamente capazes.



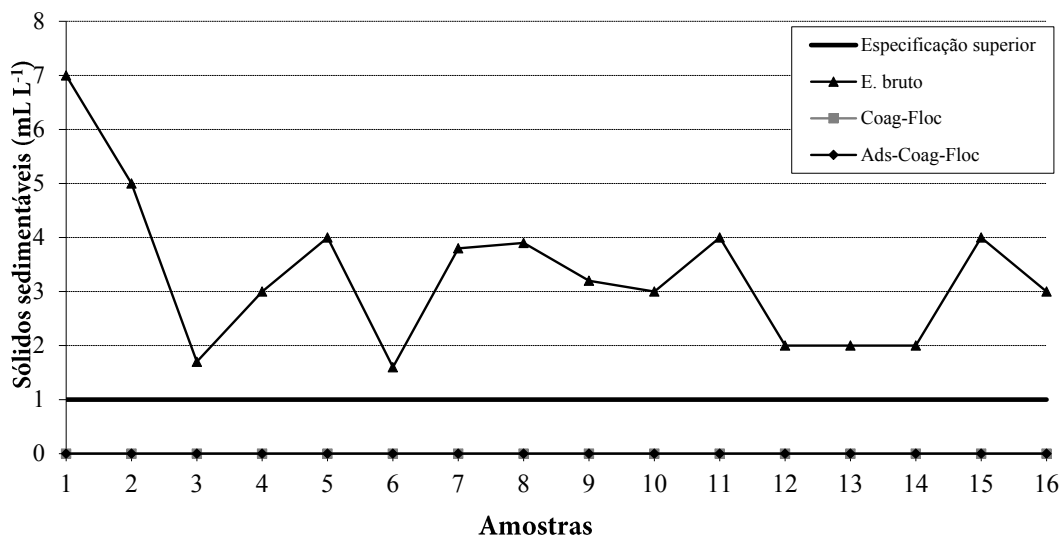


Figura 2. Resultados referentes ao parâmetro sólidos sedimentáveis

Tabela 3. Resultados obtidos no tratamento dos efluentes e avaliação da capacidade dos processos de tratamento utilizados.

Processo	Parâmetro	Especificação	Média	Desvio Padrão	Intervalo dos valores	Não conformidade (n = 16)	Cpk	Capacidade
E. Bruto	S. Sedimentáveis	1mL L <sup>-1</sup>	3,3	1,4	1,6 – 7,0	16	- 0,54	Muito incapaz
	S. Suspensos	200 mg L <sup>-1</sup>	63,0	29,6	16 - 130	0	1,54	Muito capaz
	DQO	450 mg L <sup>-1</sup>	543,8	243,3	179,4 - 1046,5	11	- 0,12	Muito incapaz
	Surfactantes	2 mg L <sup>-1</sup>	45,5	16,6	13,3 – 63,0	16	- 0,87	Muito incapaz
Coag-floc.	S. Sedimentáveis	1mL L <sup>-1</sup>	0	0	0	0	α	Extr. capaz
	S. Suspensos	200 mg L <sup>-1</sup>	11,4	6,8	4 - 26	0	9,24	Extr. capaz
	DQO	450 mg L <sup>-1</sup>	189,5	100,8	41,1 – 399,0	0	0,86	Incapaz
	Surfactantes	2 mg L <sup>-1</sup>	17,4	7,3	5,9 – 32,5	16	- 0,70	Muito incapaz
Ads-coag-floc	S. Sedimentáveis	1mL L <sup>-1</sup>	0	0	0	0	α	Extr. capaz
	S. Suspensos	200 mg L <sup>-1</sup>	5,6	4,2	0 - 15	0	15,4	Extr. capaz
	DQO	2 mg L <sup>-1</sup>	0,28	0,27	0,05 – 0,8	0	2,12	Ext. capaz
	Surfactantes	2 mg L <sup>-1</sup>	0,28	0,27	0,05 – 0,8	0	2,12	Ext. capaz

A Figura 3 e a Tabela 3 apresentam os resultados obtidos para o efluente bruto e para os tratamentos por coagulação/floculação e adsorção/coagulação/floculação, em relação à quantidade de sólidos suspensos. De acordo com os resultados obtidos observou-se que tanto o efluente bruto, quanto os efluentes tratados por coagulação/floculação e adsorção/coagulação/floculação, sempre atenderam as especificações em relação ao parâmetro sólidos suspensos. Em relação a

este parâmetro, o efluente bruto é classificado como muito capaz e após os processos de tratamento por coagulação/floculação e adsorção/coagulação/floculação os processos classificados como extremamente capazes.

A Figura 4 e a Tabela 3 apresentam os resultados obtidos para o efluente bruto e para os tratamentos por coagulação/floculação e adsorção/coagulação/floculação, em relação à DQO. De acordo com os resultados obtidos observou-se que

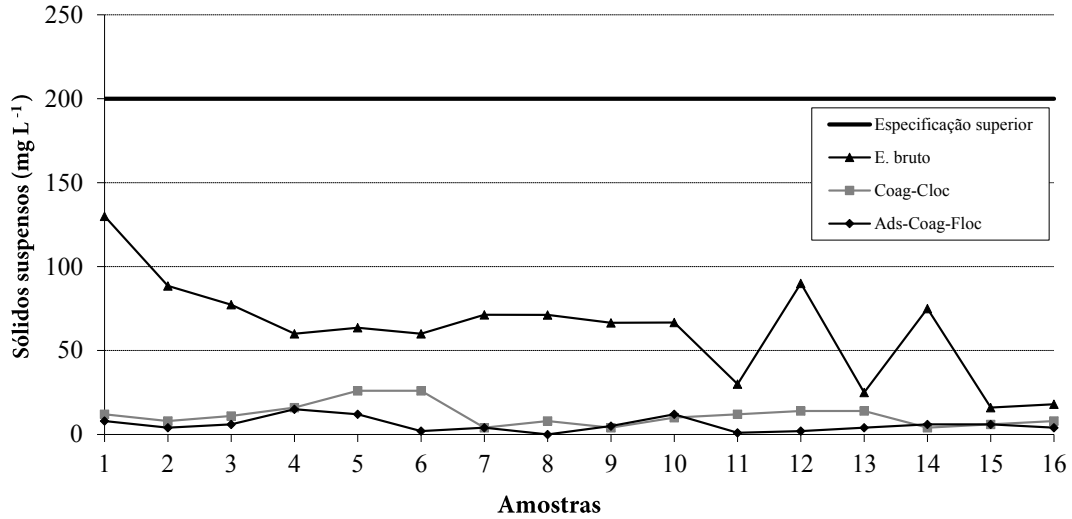


Figura 3. Resultados referentes ao parâmetro sólidos suspensos.

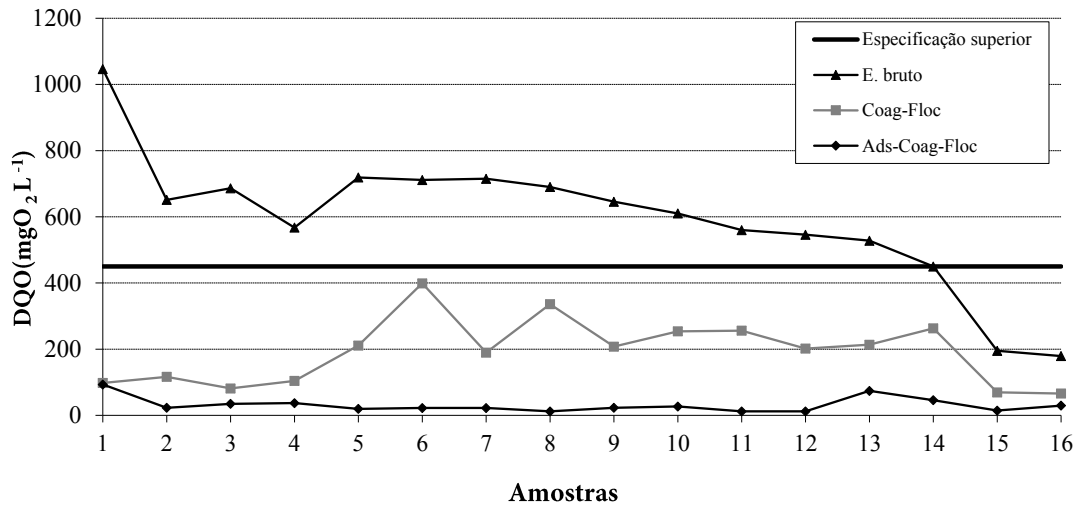


Figura 4. Resultados referentes ao parâmetro DQO.

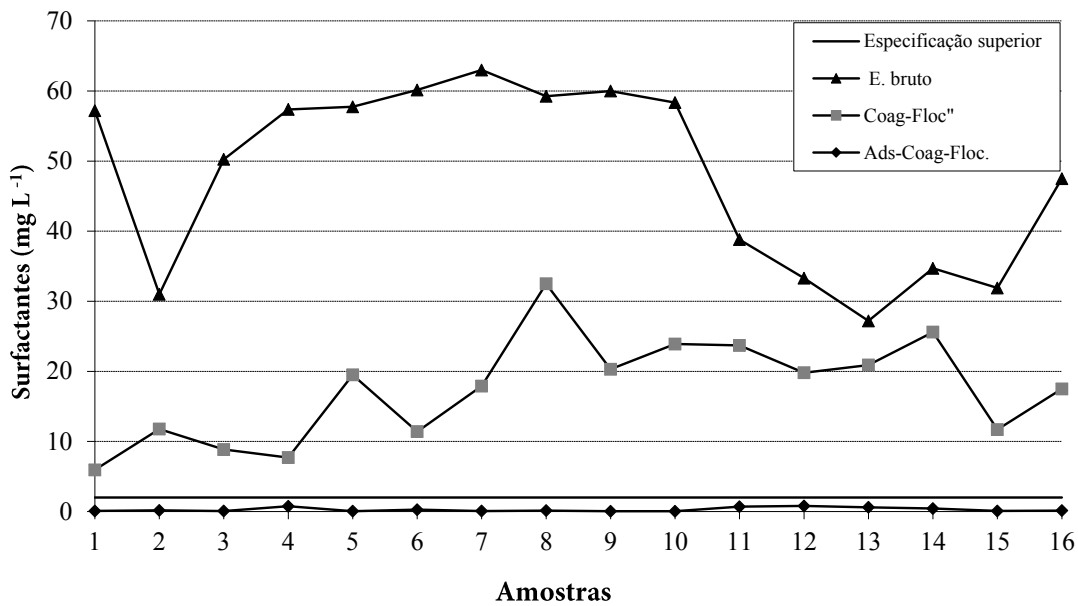


Figura 5. Resultados referentes ao parâmetro surfactantes.

o efluente bruto freqüentemente não atende a exigência da FEPAM, podendo ser classificado como muito incapaz em relação a este parâmetro. O efluente tratado por coagulação/floculação, mesmo não apresentando não conformidades nas 16 amostras coletadas, foi classificado como incapaz. O efluente tratado por adsorção/coagulação/floculação foi classificado como extremamente capaz. Quando o efluente foi originado de uma lavagem doméstica de roupas notou-se uma diminuição do valor da DQO, como nas amostras de número 15 e 16 que mesmo sem tratamento atendem a exigência da FEPAM para descarte do efluente.

A Figura 5 e a Tabela 3 apresentam os resultados obtidos para o efluente bruto e para os tratamentos por coagulação/floculação e adsorção/coagulação/floculação, em relação à concentração de surfactantes. De acordo com os resultados obtidos observou-se o efluente bruto e o tratado por coagulação-floculação não atendem a exigência da FEPAM, ficando acima do limite da especificação e sendo classificados como muito incapazes. O único processo de tratamento que atende às exigências da FEPAM é o tratamento por adsorção/coagulação/floculação, revelando-se um processo extremamente capaz.

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas mostram que o único efluente que satisfaz às exigências do órgão ambiental é o efluente tratado pelo processo de adsorção/coagulação/floculação. O efluente bruto apresenta problemas quanto aos parâmetros surfactantes, DQO e sólidos sedimentáveis, que ultrapassam os valores determinados pela licença operação da lavanderia, já os efluentes tratados pelo processo de coagulação/floculação, apresenta problemas em relação a DQO em algumas amostras e os surfactantes que permanecem em concentrações acima da permitida em todas as amostras analisadas. Quanto à análise de capacidade dos efluentes, o único processo que é capaz, é o tratamento por adsorção/coagulação/floculação, pois o mesmo é o único que submetido a uma análise de capacidade, foi aprovado em todos os parâmetros exigidos pela FEPAM através da licença operação da empresa.

## CONCLUSÕES

- Os principais parâmetros indicativos de poluição no efluente gerados na lavanderia são cor, carga orgânica (expressos em termos de DQO e DBO), sólidos suspensos e surfactan-

tes. O efluente bruto não pode ser lançado diretamente em um corpo hídrico receptor sem prévio tratamento, porque não atende às especificações estabelecidas pela legislação ambiental.

- O tratamento do efluente pelo processo de coagulação/floculação realizado com dosagens de  $800 \text{ mg L}^{-1}$  de sulfato de alumínio, pH 6,5 e  $2 \text{ mg L}^{-1}$  de uma poliacrilamida catiônica de alto peso molecular, removeu satisfatoriamente sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos e DQO, porém não consegue reduzir de forma eficiente a carga de surfactantes presente no efluente, permanecendo um residual de surfactantes acima do limite de operação determinado pela FEPAM.
- O tratamento do efluente pelo processo de adsorção/coagulação/floculação (heteroagregação) realizado com dosagens de  $2 \text{ g L}^{-1}$  de carvão ativado,  $800 \text{ mg L}^{-1}$  de sulfato de alumínio, pH 6,5 e  $2 \text{ mg L}^{-1}$  de uma poliacrilamida catiônica de alto peso molecular, conseguiu atender a todos os parâmetros determinados pela FEPAM, inclusive remover de forma eficiente os surfactantes.
- Os processos de coagulação/floculação e adsorção/coagulação/floculação funcionaram em uma planta industrial em batelada com resultados similares aos obtidos em laboratório. O único processo que se revelou capaz de produzir um efluente dentro das especificações para ser descartado em um corpo hídrico receptor foi a adsorção/coagulação/floculação.

## REFERÊNCIAS

- Braile, P.M., & Cavalcanti, J.E.W.A. (1993). *Manual de Tratamento de Águas Residuárias*. São Paulo: CETESB. 764p.
- Coelho, C., Baasch, S., & Fialho, F. (1997). Estudo de caso: a questão ambiental dentro da indústria têxtil de Santa Catarina. In: *19. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. 14 a 19 de setembro de 1997, Foz do Iguaçu. Anais eletrônicos...Foz do Iguaçu: ABES. 1 CD-ROM.
- Costa, R.H.R., & Martins, G.B.H. (1997). Práticas limpas aplicadas as indústrias têxteis do Estado de Santa Catarina. In: *19. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. 14 a 19 de setembro de 1997, Foz do Iguaçu. Anais eletrônicos...Foz do Iguaçu: ABES. 1 CD-ROM.



- FEPAM, Fundação Estadual de Proteção ao Meio Ambiente do Rio Grande do Sul. (1999). *Licença de Operação O 1418/99-DL*.
- McKAY, G. (1982a). Adsorption of dyestuffs from aqueous solutions with activated carbon. I. Equilibrium and batch contact-time studies. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, London, v. 32, p. 759-773.
- McKAY, G. (1982b). Adsorption of dyestuffs from aqueous solutions with activated carbon II. Column studies and simplified design models. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, London, v. 32, p. 773-778.
- Matsuo, T., & Nishi, T. (2000). Activated carbon filter treatment of laundry waste water in nuclear power plants and filter recovery by heating in vacuum. *Carbon*, London, v. 38, p. 709-714.
- Mello, G. (2000). *Caracterização e Tratamento de Efluentes de uma Lavanderia Industrial*. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade de Passo Fundo. 20p.
- Nassar, M.M., & El-Geundi, M.S. (1991). Comparative cost of colour removal from textile effluents using natural adsorbents. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, London, v. 50, p. 257-265.
- Ribeiro, J. L. D., & Ten Caten, C. S. (2001). *Controle estatístico do processo: cartas de controle para variáveis, cartas de controle para atributos, função de perda quadrática, análise de sistemas de medição*. Porto Alegre: FEENG/UFRGS. 138p.
- Von Sperling, M. (1996). *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. Belo Horizonte: Dep. de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG. 243p.
- Tchobanoglous, G., Burton F., & Stensel, H.D. (2003). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse: metcalf & eddy*. Boston: McGraw Hill. 1819p.
- Wollner, H. J., Kumin, V.M., & Kahn, P. A. (1954). Clarification by Flotation and Re-use of Laundry Waste Water. *Sewage and Industrial Wastes*, New York, v. 26, n. 4, p. 509-519, Nova York.

**Endereço para contato:**

Jean Carlo Salomé dos Santos Menezes  
UNOESC, PPBC&B, Rua Paese, 198, CEP 89560-000,  
Videira, SC, Brasil - Tel: (49) 35334400  
E-mail: <jeancarlomenezes@gmail.com>.