

Tratamento de efluente de lavagem veicular por flotação por ar dissolvido com o coagulante tanino para reúso de água

Ana Paula Cosso Silva Araujo (Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Londrina)
anapaula.cosso@gmail.com

Carla Roberta Simionato Lopes (Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Londrina)
carla_r_lopes@gmail.com

Fernanda Bezerra Mangili (Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Londrina) fermangili@gmail.com
Ricardo Nagamine Costanzi (Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Londrina)
ricardocostanzi@gmail.com

Vanessa Helena de Andrade (Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Londrina)
vanessa_ha@hotmail.com

Resumo:

O setor de lavagem veicular é considerado uma atividade potencialmente poluidora devido às características físico-químicas das águas residuárias geradas no seu processo. Os estabelecimentos que realizam esta atividade vêm ganhando espaço no mercado, porém, muitos são irregulares, sem a devida regularização ambiental (licenciamento ambiental) e por vezes, sem nenhum sistema de tratamento com o lançamento de seus efluentes diretamente em sistemas hídricos. Desta forma, em virtude dos impactos ambientais que esta atividade pode causar, este trabalho tem como objetivo promover o tratamento do efluente proveniente da lavagem de veículos de um posto de combustível visando o reúso da água. O sistema de tratamento avaliado foi a Flotação por Ar Dissolvido (FAD) precedido de coagulação e floculação em escala de bancada. O agente coagulante empregado foi à base de tanino. O planejamento experimental se baseou no Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR), as variáveis independentes foram pH de coagulação e a dosagem do coagulante. Três taxas de aplicação foram utilizadas: 314, 154 e 81 m³.m⁻².dia⁻¹. O sistema de tratamento aplicado foi avaliado com relação às variáveis cor aparente e turbidez com dosagens ótimas do coagulante variando entre 300 a 350 mg.L⁻¹ e pH ótimo de coagulação de 5,5 a 8,2, obtendo-se redução de 97 a 98% para cor aparente e 99% para turbidez. A cor residual variou de 14 UH a 18 UH e a turbidez foi inferior a 3 UNT. Por meio dos dados obtidos, verificou-se que o efluente após tratamento apresentou características que permitem o seu reúso para a lavagem veicular.

Palavras-chave: Efluente de Lavagem de Veículos, Flotação por Ar Dissolvido, Tanino.

Vehicle washing wastewater treatment by dissolved air flotation with tannin coagulant for water reuse

Abstract

The car wash industry is considered a potential polluting activity due to the physicochemical characteristics of the wastewater generated in the process. This activity has grown in the market, however, many are illegal and do not follow proper environmental regulations (environmental licensing) and sometimes do not own treatment systems, what causes the release of their effluents directly into water systems. Thus, because of the environmental impacts that this activity may cause, the objective of this work was to promote the treatment of wastewater from vehicle washing in a gas station aiming at water reuse. The Dissolved Air Flotation (DAF) treatment system in bench scale preceded by coagulation and flocculation

was evaluated. The employed coagulant was tannin-based. The experimental design was based in the Central Composite Rotatable Design (CCRD), where it sin dependent variables were coagulation pH and coagulant dosage. Three rates of application were used: 314, 154 and 81 m³.m⁻².day⁻¹. The applied treatment system was evaluated in relation to apparent color and turbidity, with optimal coagulant dosages ranging from 300 to 350 mg.L⁻¹ and optimum pH from 5.5 to 8.2, obtaining a reduction between 97 and 98% in apparent color and 99% in turbidity. The residual color ranged from 14 to 18 HU and the turbidity resulted in less than 3 NTU. It was found, from the obtained data, that the after treatment effluent showed characteristics that allow its reuse for vehicle washing.

Keywords: Vehicle washing wastewater, Dissolved Air Flotation, Tannin.

1. Introdução

O crescimento dos centros urbanos tem proporcionado o aumento da frota de veículos em circulação, proporcionando desta forma, o surgimento de novos estabelecimentos voltados para lavagem e limpeza de veículos, ocasionando assim, o aumento da demanda por recursos hídricos. Os principais empreendimentos que realizam a atividade de lavagem veicular são os lava-jatos, postos de combustíveis e garagens de ônibus.

Muitos destes empreendimentos não possuem licenciamento ambiental para a realização desta atividade em questão e operam de forma irregular (Resolução SEMA nº 38/2009), o que pode comprometer a qualidade dos recursos hídricos em virtude do lançamento de águas residuárias sem tratamento adequado nos corpos d'água. Nestas águas podem existir poluentes, como óleos e graxas, sólidos suspensos, surfactantes e matéria orgânica (HAMADA e MIYAZAKI, 2004; RUBIO e ZANETI, 2009) em virtude dos compostos químicos empregados para a lavagem dos veículos.

Assim, o setor é caracterizado como atividade potencialmente poluidora no Estado do Paraná pela Resolução CEMA nº 88/2013 com a necessidade de possuir sistema de tratamento de efluente por caixa separadora de água e óleo (caixa SAO), visando reduzir a carga poluidora do efluente gerado em virtude dos possíveis impactos ambientais que este efluente pode vir a causar ao meio ambiente (Resolução SEMA nº 38/2009).

Existem diferentes sistemas que estão sendo estudados afim de promover o tratamento complementar de efluentes provenientes da lavagem de veículos, como sistema de coagulação/floculação/flotação por ar dissolvido (RUBIO e ZANETI, 2009; ZANETI et al., 2011); ultrafiltração (HAMADA e MIYAZAKI, 2004; LAU et al., 2013); e oxidação eletroquímica (PANIZZA e CERISOLA, 2010).

Ao promover o tratamento complementar do efluente da lavagem de veículos seria possível atingir parâmetros de qualidade do efluente visando o seu reúso para fins não potáveis, como é o caso da lavagem dos próprios veículos e de pavimentos.

O presente trabalho tem como objetivo promover o tratamento complementar de efluente proveniente da lavagem de veículos de um posto de combustível por meio da aplicação de um sistema de coagulação/floculação/flotação por ar dissolvido em bancada, visando possibilitar o reúso da água para a lavagem veicular.

2. Materiais e métodos

O efluente empregado para o desenvolvimento deste trabalho é proveniente da atividade de lavagem veicular realizada por um posto de combustível localizado na região do município de

Londrina, Paraná. Este estabelecimento possui um sistema de tratamento de efluente constituído por uma sequência de caixas de separação de água e óleo (caixa SAO).

A coleta do efluente foi realizada após a caixa SAO, visando promover um tratamento complementar ao sistema em funcionamento no posto de combustível, sendo o tratamento complementar constituído por coagulação, floculação e flotação por ar dissolvido (FAD).

Para os ensaios foi utilizado o equipamento de teste do jarro, adaptado com jarros para flotação por ar dissolvido (Figura 1).



Figura 1 – Equipamento de teste do Jarro dotado com jarros para flotação

O agente coagulante empregado neste trabalho foi à base de tanino, de acordo com o fabricante, este é um complexo fenólico orgânico de carga catiônica e de origem vegetal. Atua como coagulante, floculante e auxiliar de coagulação no tratamento de águas para abastecimento e águas residuárias.

O planejamento estatístico aplicado aos ensaios foram baseados no Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR). As variáveis independentes estabelecidas para os ensaios foram pH e dosagem do coagulante tanino. Para validar estatisticamente o modelo matemático, foi empregado a análise de variância (ANOVA) ao nível de confiança de 5%.

A dosagem do coagulante tanino estabelecida para os ensaios variou entre 50 mg.L⁻¹ à 350 mg.L⁻¹ e a faixa de pH de coagulação foi estabelecida de 5 à 8,8, a partir do pH natural do efluente. As condições de coagulação estabelecidas pelo método DCCR, com relação à dosagem do coagulante e do pH de coagulação, estão descritas na Tabela 1.

Ensaio	Valores codificados		Valores reais	
	Concentração Tanino	pH de coagulação	Concentração (mg.L ⁻¹) Tanino	pH de coagulação
1	-1	-1	93,9	5,5
2	1	-1	306,1	5,5
3	-1	1	93,9	8,2
4	1	1	306,1	8,2
5	-1,41	0	50,0	6,9
6	1,41	0	350,0	6,9
7	0	-1,41	200,0	5,0
8	0	1,41	200,0	8,8
9	0	0	200,0	6,9
10	0	0	200,0	6,9
11	0	0	200,0	6,9

Tabela 1 – Valores codificados do DCCR, dosagem do coagulante tanino e faixa do pH de coagulação para

As variáveis tempo de mistura e gradientes de velocidades médias estabelecidos para a ocorrência da coagulação e floculação são apresentados na Tabela 2.

	Tempo (minutos)	Velocidade de agitação (rpm)	Gradiente de velocidade (s⁻¹)
G _{1mr}	1	400	800
G _{2ml}	10	80	90
G _{3ml}	5	60	50
G _{4ml}	5	40	30

mr – mistura rápida; ml – mistura lenta

Tabela 2 – Condições de coagulação e floculação

As taxas de aplicação adotados para os ensaios de FAD foram de 314 m³.m⁻².dia⁻¹, 154 m³.m⁻².dia⁻¹ e 81m³.m⁻².dia⁻¹, correspondendo aos tempo de coleta de 21 segundos, 42 segundos e 80 segundos, respectivamente. A taxa de recirculação de ar saturado foi fixado em 20%, a pressão de saturação em 6 bar e a altura de coleta em 7,5 cm.

As análises estabelecidas para caracterizar o efluente bruto da lavagem de veículos estão descritas na Tabela 3. Para avaliar o desempenho do sistema de tratamento, as análises realizadas foram cor aparente e turbidez (Tabela 3). Essas análises foram realizadas de acordo com as recomendações do *Standard Methods for the examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

Variáveis	Método analítico
Demanda química de oxigênio DQO (mg.L ⁻¹)	5220 D (APHA, 2012)
Condutividade (μS.cm ⁻¹)	2510 A (APHA, 2012)
Sólidos suspensos totais/SST (mg.L ⁻¹)	2540 A (APHA, 2012)
pH	4500 H ⁺ B (APHA, 2012)
Cor (UH)	2120 C (APHA, 2012)
Turbidez (UNT)	2130 B (APHA, 2012)

Tabela 3 – Parâmetros e métodos analíticos empregados para avaliar a eficiência do sistema de coagulação/floculação/flotação

3. Resultados e discussão

As características físico-químicas do efluente bruto da lavagem veicular estão descrita na Tabela 4.

Cor (UH)	Turbidez (UNT)	DQO (mg.L⁻¹)	pH	Condutividade (μS.cm⁻¹)	SST (mg.L⁻¹)
660	394	349	6,9	463	100

Tabela 4 – Características físico-químicas do efluente proveniente da lavagem veicular

Mazumcer e Mukherjee (2011) analisaram as características do efluente oriundo da lavagem de veículos, para o pH encontraram valores entre 7,1 e 7,6, para DQO valores entre 227 e 378 mg.L⁻¹ e para SST de 600 a 750 mg.L⁻¹. Zaneti et al., (2012) também realizaram a caracterização deste tipo de efluente, o valor médio encontrado para a variável pH foi de 7,4,

a concentração de SST de 89 mg.L⁻¹ e turbidez de 103 UNT. O pH do efluente deste trabalho foi menor que os trabalhos mencionados. A DQO apresentou valores próximos dos autores mencionados. A turbidez apresentou valores maiores, porém os valores de SST foram menores que Zaneti et al. (2012).

A caracterização do efluente após tratamento com relação às variáveis cor e turbidez está descrita na Tabela 5 e as eficiências de remoção são apresentadas na Tabela 6.

Ensaio	Concentração Tanino (mg.L ⁻¹)	pH de coagulação	Cor (UH)			Turbidez (UNT)		
			T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃
1	93,9	5,5	503	500	500	347	346	345
2	306,1	5,5	47,0	14,0	14,0	55,7	11,0	2,92
3	93,9	8,2	540	420	410	351	345	329
4	306,1	8,2	21,0	18,0	18,0	6,72	3,08	1,90
5	50,0	6,9	510	480	490	345	336	330
6	350,0	6,9	132	31,0	22,0	167	48,10	8,39
7	200,0	5,0	400	380	380	295	294	289
8	200,0	8,8	350	129	99	339	110	65,20
9	200,0	6,9	310	290	250	227	163	140
10	200,0	6,9	280	240	210	174	142	128
11	200,0	6,9	400	350	300	227	156	142

T₁ – taxa de aplicação de 314 m³.m⁻².dia⁻¹; T₂ – taxa de aplicação de 154 m³.m⁻².dia⁻¹; e T₃ – taxa de aplicação de 81 m³.m⁻².dia⁻¹

Tabela 5 – Caracterização do efluente da lavagem veicular após ensaios de coagulação/floculação/flotação empregando o coagulante tanino

Ensaio	Eficiência (%)					
	Cor			Turbidez		
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃
1	24	24	24	12	12	12
2	93	98	98	86	97	99
3	18	36	38	11	12	16
4	97	97	97	98	99	99
5	23	27	26	12	15	16
6	80	95	97	58	88	98
7	39	42	42	25	25	27
8	47	80	85	14	72	83
9	53	56	62	42	59	64
10	58	64	68	56	64	68
11	39	47	55	42	60	64

T₁ – taxa de aplicação de 314 m³.m⁻².dia⁻¹; T₂ – taxa de aplicação de 154 m³.m⁻².dia⁻¹; e T₃ – taxa de aplicação de 81 m³.m⁻².dia⁻¹

Tabela 6 – Eficiência de remoção das variáveis analisadas

Os maiores índices de remoção da variável cor aparente ocorreram com a dosagem do coagulante tanino superior a 300 mg.L⁻¹ independente do pH de coagulação, isto para as três taxas de aplicação, como verificado nos gráficos de superfície resposta e curva de contorno apresentados pela Figura 2.

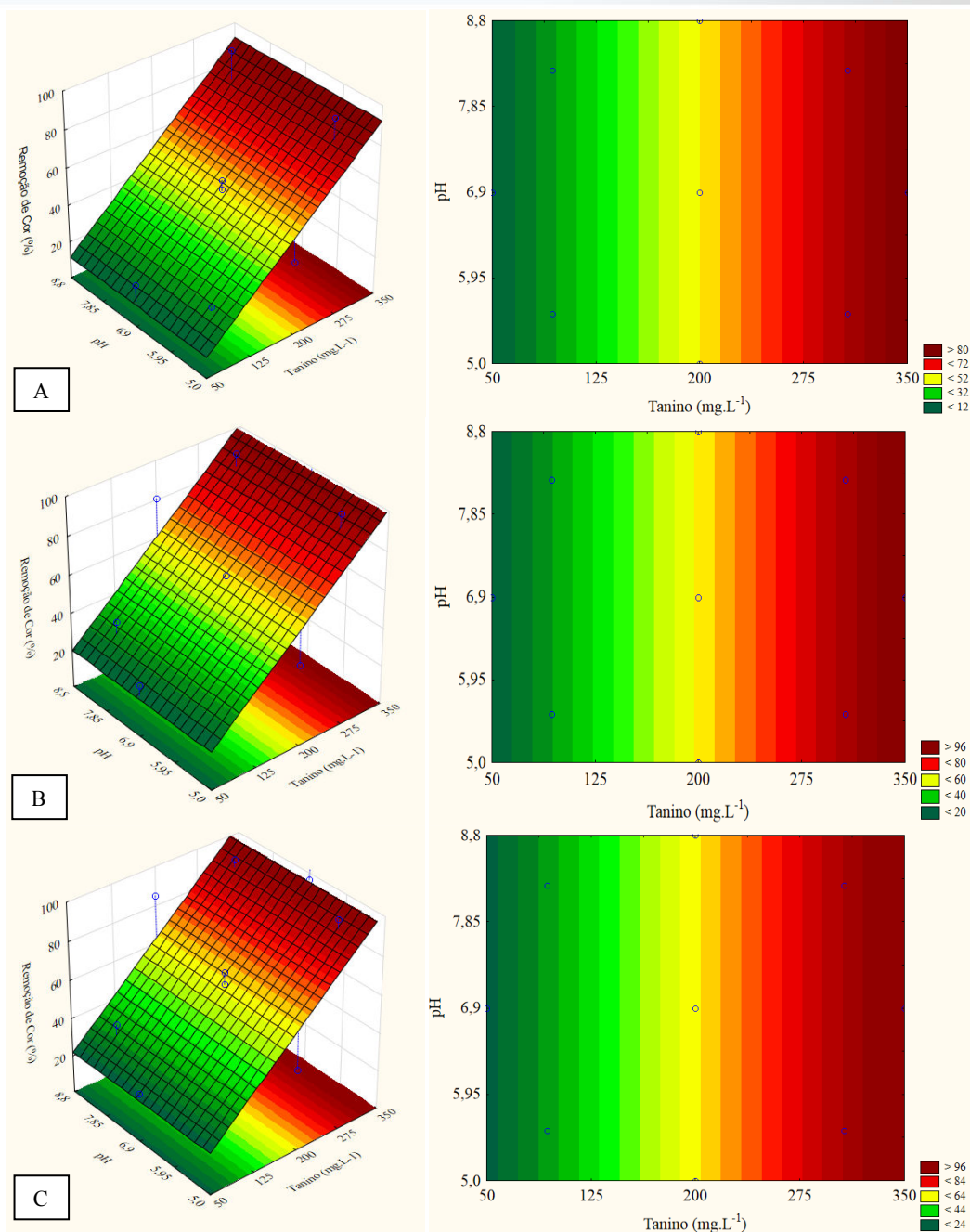


Figura 2 – Gráficos de superfície resposta e curva de contorno para a variável remoção de cor (%) dos ensaios com o coagulante tanino. A) taxa de aplicação de 314 m³.m⁻².dia⁻¹; B) taxa de aplicação 154 m³.m⁻².dia⁻¹; C) e taxa de aplicação 81 m³.m⁻².dia⁻¹, com fatores ajustados

Ao se aplicar uma dosagem do coagulante tanino de 306,1 mg.L⁻¹, obteve-se eficiências superiores a 90% na remoção da cor (Tabela 6), obtendo um efluente com uma cor residual de 21 UH e 47 UH para a taxa de aplicação de 314 m³.m⁻².dia⁻¹ e 14 UH e 18 UH para as taxas de 154 m³.m⁻².dia⁻¹ e 81 m³.m⁻².dia⁻¹, respectivamente (Tabela 5). Ao se aplicar uma dosagem de 350 mg.L⁻¹ do coagulante foi possível obter eficiências de remoção da variável cor acima de 90% nas taxas de aplicação de 154 m³.m⁻².dia⁻¹ e 81 m³.m⁻².dia⁻¹, obtendo um efluente com uma cor residual de 31 UH e 22 UH, respectivamente (Tabela 5).

De acordo com o estudo realizado por Sautchuk et al., (2005) recomenda-se que as águas de reúso para a lavagem de veículos devem apresentar uma cor remanescente igual ou inferior a 10 UH. De acordo com os dados obtidos, o efluente após o tratamento via

coagulação/floculação/flotação obteve resultados próximos ao recomendado ao se empregar a dosagem de $306,1 \text{ mg.L}^{-1}$ e 350 mg.L^{-1} do coagulante nas taxas de aplicação de $154 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ e $81 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$. Baixas concentrações do coagulante tanino apresentaram eficiência menor que o padrão estabelecido.

Com relação à variável turbidez, os maiores índices de remoção também ocorreram ao se aplicar uma dosagem do coagulante superior a 300 mg.L^{-1} e independente do pH de coagulação, isto para ambas as taxas de aplicação, como verificado pelos gráficos de superfície resposta e curva de contorno apresentados pela Figura 3.

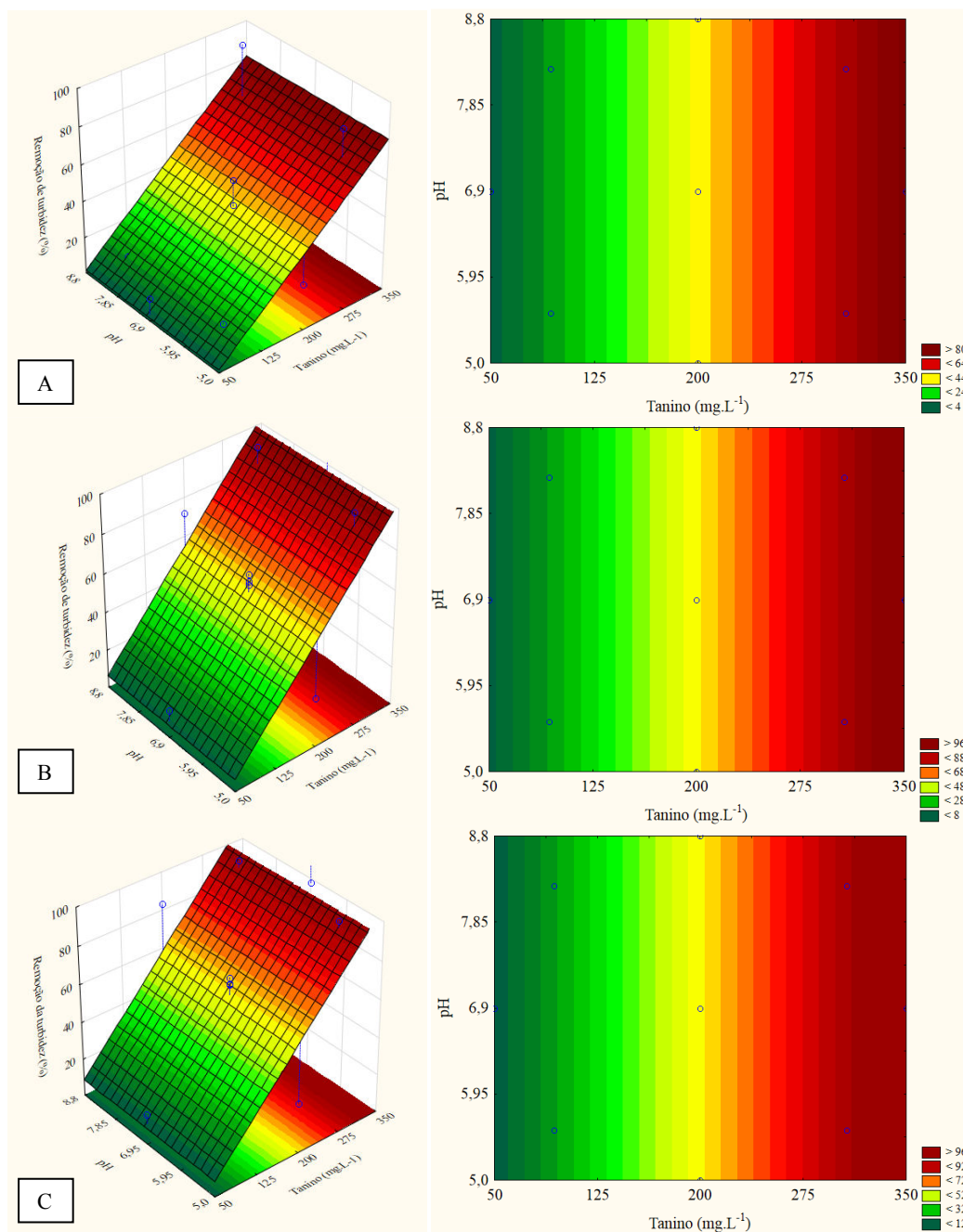


Figura 3 – Gráficos de superfície resposta e curva de contorno para a variável remoção de turbidez (%) dos ensaios com o coagulante tanino. A) taxa de aplicação de $314 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$; B) taxa de aplicação $154 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$; C) e taxa de aplicação $81 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, com fatores ajustados

Eficiências de remoção da variável turbidez superior a 86% foram observadas nos ensaios 2 e 4, onde se aplicaram uma concentração do coagulante tanino de $306,1 \text{ mg.L}^{-1}$, obtendo-se um efluente com uma turbidez remanescente de 55,7 UNT e 6,72 UNT para a taxa de aplicação de $314 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, e de 11 UNT e 3,08 UNT para a taxa de $154 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ e de 2,92 UNT e 1,9 UNT para $81 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ (Tabela 5).

Zaneti et al., (2011) avaliaram o desempenho de um sistema de flotação em coluna seguido de filtro de areia para o tratamento de efluente proveniente da lavagem de veículos com uso do tanino como coagulante com variação da concentração de 80 mg.L^{-1} à 350 mg.L^{-1} , obtendo um efluente final com uma turbidez média de 9 ± 4 UNT.

Para um sistema de tratamento de coagulação/floculação utilizando concentrações de tanino de 200 mg.L^{-1} e 5000 mg.L^{-1} com pH entre 6,9 e 7,2, Etchepare (2012) obteve um efluente com uma turbidez de 8,5 UNT e 2 UNT, valores obtidos neste trabalho com a concentração de coagulante de $306,1 \text{ mg.L}^{-1}$.

De acordo com a NBR nº 13.969/1997, as águas de reúso para lavagem de veículos devem apresentar uma turbidez residual igual ou inferior a 5 UNT, enquanto que de acordo com Sautchuk et al., (2005) recomenda-se uma turbidez remanescente igual ou inferior a 2 UNT. Valores de turbidez inferiores a estes foram atingidos pelos ensaios em que se empregaram uma concentração de tanino de $306,1 \text{ mg.L}^{-1}$ e pH variando de 5,5 e 8,2.

Os modelos matemáticos gerados para a resposta eficiência de remoção da variável cor aparente foi delineado pelas Equações 1, 2 e 3 para as taxas de aplicação de 314, de 154 e de $81 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, respectivamente.

$$\text{Remoção de cor (\%)} = -2,109 + 0,269x_1 \quad (1)$$

$$\text{Remoção de cor (\%)} = 6,25 + 0,272x_1 \quad (2)$$

$$\text{Remoção de cor (\%)} = 7,838 + 0,275x_1 \quad (3)$$

Onde x_1 corresponde à concentração do coagulante tanino (mg.L^{-1}).

Os modelos matemáticos gerados para a resposta eficiência de remoção da variável turbidez são descritos pelas Equações 4, 5 e 6 para as taxas de aplicação de 314, de 154 e de $81 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, respectivamente.

$$\text{Remoção de turbidez (\%)} = -11,656 + 0,266x_1 \quad (4)$$

$$\text{Remoção de turbidez (\%)} = 8,809 + 0,325x_1 \quad (5)$$

$$\text{Remoção de turbidez (\%)} = -8,441 + 0,337x_1 \quad (6)$$

Onde x_1 corresponde à concentração do coagulante tanino (mg.L^{-1}).

Pelo teste da ANOVA os modelos matemáticos que representam as eficiências de remoção das variáveis cor aparente e turbidez se ajustam aos dados experimentais. Os valores de F calculado para a variável cor foram de 54,02; 38,35 e 49,24, para as taxas de aplicação de 314, de 154 e de 81 $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$, respectivamente. Para a variável turbidez os valores de F calculado foram 19,08; 44,83 e 42,24, para as taxas de aplicação de 314, de 154 e de 81 $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$, respectivamente. O valor de F tabelado foi de 5,11 para ambos os parâmetros. Tendo assim, F calculado maior que o F tabelado.

4. Conclusão

Por meio da aplicação do sistema de tratamento via coagulação/floculação/FAD empregando o coagulante tanino para o efluente proveniente da lavagem de veículos em postos de combustíveis seria possível o retorno para a cadeia produtiva como insumo visando o reuso de água para lavagem de veículos, reduzindo desta forma o consumo de água potável.

De acordo com os dados obtidos, o efluente tratado possui características que permitem tal finalidade de acordo com a NBR nº13.969/1997, (2005), com relação as variáveis cor aparente e turbidez. Tais características foram obtidas ao se aplicar dosagens do coagulante variando entre 300 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ à 350 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, pH de coagulação variando entre 5,5 à 8,2 e taxas de aplicação de 154 $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$ e 81 $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$, com a cor residual variando de 14 UH à 18 UH e turbidez remanescente inferior a 3 UNT.

Os modelos matemáticos gerados se ajustaram aos dados experimentais pelo teste da ANOVA, podendo desta forma, serem aplicados para a determinação das faixas de dosagens ótimas.

Referências

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13.969/1997 - Tanques Sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.
- APHA, AWWA, WEF. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21 ed. American Public Health Association, Washington, D.C. 2005.
- BRASIL. Conselho Estadual do Meio Ambiental – CEMA. Resolução nº 88 de 27 de agosto de 2013. Estabelece critérios, procedimentos e tipologias para licenciamento ambiental municipal de atividades, obras e empreendimentos que causem ou possam causar impacto ambiental. 2013
- BRASIL. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA. Resolução nº 38 de 19 de agosto de 2009. Dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece condições e critérios para postos de combustíveis e/ou sistemas retalhistas de combustíveis e dá outras providências. 2009
- ETCHEPARE, R. G. *Integração de processos no tratamento de efluentes de lavagem de veículos para reciclagem de água*. 2012. 152f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- HAMADA, T.; MIYAZAKY, Y. *Reuse of carwash water with a cellulose acetate ultrafiltration membrane aided by flocculation and activated carbon treatments*. Desalination. 169, p.257-267. 2004
- LAU, W. J.; ISMAIL, A. F.; FIRDAUS, S. *Car wash industry in Malaysia: treatment of car wash effluent using ultrafiltration and nanofiltration membranes*. Separation and Purification Technology. N.104, p.26-31. 2013.
- MAZUMDER, D.; MUKHERJEE, S. *Treatment of automobile service station wastewater by coagulation and activated sludge process*. International Journal of Environmental Science and Development. Vol.2, n.1, 6p. 2011.
- PANIZZA, G.; CERISOLA, G. *Applicability of electrochemical methods to carwash wastewaters for reuse. Part 2: electrocoagulation and anodic oxidation integrated process*. Journal of Electroanalytical Chemistry. 638, p.236-240, 2010.
- RUBIO, J.; ZANETI, R. N. *Treatment of washrack wastewater with water recycling by advanced flocculation-column flotation*. Desalination and Water Treatment. N.8, p.146-153. 2009.

SAUTCHUK, C.; FARINA, H.; HESPANHOL, I.; et al. *Conservação e reúso da água em edificações*. Prol Editora Gráfica, São Paulo, 2005.

ZANETI, R.; ETCHEPARE, R.; RUBIO, J. *Car wash wastewater reclamation. Full-scale application and upcoming features*. Resources Conservation and Recycling. N.55.p.953-959. 2011.

ZANETI, R.; ETCHEPARE, R.; RUBIO, J. *More environmentally friendly vehicles washes: water reclamation*. Journal of Cleaner Production. N.37. p.115-124. 2012.