

# ÁCIDO FÓLICO NO TRATAMENTO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DO CAFÉ PROCESSADO POR VIA ÚMIDA

Denis Leocádio Teixeira<sup>1</sup>, Antonio Teixeira de Matos<sup>2</sup>, Maike Rossmann<sup>3</sup>

(Recebido: 17 de setembro de 2010; aceito 29 de novembro de 2011)

**RESUMO:** Sendo o Brasil um dos maiores produtores de café do mundo, os resíduos que essa atividade gera devem ser de grande preocupação ambiental. A água residuária do descascamento dos frutos do cafeeiro (ARC) pode trazer graves impactos ambientais se descartada sem tratamento prévio, em razão da grande quantidade de macro/micronutrientes e compostos fenólicos que possui. O ácido fólico, como complexo vitamínico essencial na rota metabólica, pode estimular o desenvolvimento de micro-organismos no meio e, com isso, proporcionar mais rápida remoção da carga orgânica de águas residuárias. Com a realização deste trabalho, objetivou-se avaliar a influência de concentrações variadas de ácido fólico no estímulo à degradação do material orgânico contido na ARC e, ainda, verificar o efeito da solubilização do ácido fólico em água destilada, água destilada fervente e em solução de bicarbonato de sódio. A adição de ácido fólico, nas concentrações de 4,0 a 32,0 mg L<sup>-1</sup>, proporcionou aumento na taxa de decaimento da demanda química de oxigênio (DQO). A dose de 8 mg L<sup>-1</sup> de ácido fólico diluído apenas em água destilada, foi a que proporcionou a obtenção dos melhores resultados, em termos de remoção do material orgânico da ARC.

Palavras-chave: Café, pós-colheita, efluente agroindustrial, micro-organismos, folatos.

## FOLIC ACID IN TREATMENT OF WASTEWATER IN COFFEE VIA WET PROCESSING

**ABSTRACT:** Since Brazil is a major producer of coffee in the world, the waste that it generates should be of great environmental concern. The coffee processing wastewater (CPW) can bring serious environmental impacts if disposed untreated, due to the large amount of macro/micronutrients and phenolic compounds that they have. Folic acid, a vitamin complex essential in metabolic pathways, can stimulate the development of microorganisms in the environment and thereby provide more rapid removal of the organic load of wastewater. The purpose of this work was to evaluate the influence of varying concentrations of folic acid in stimulating the degradation of organic material contained in the CPW and also investigate the effect of solubility of folic acid in distilled water, distilled boiling water, and a solution of sodium bicarbonate. The addition of folic acid in concentrations from 4.0 to 32.0 mg L<sup>-1</sup> increased the rate of decay of chemical oxygen demand (COD). The dose of 8 mg L<sup>-1</sup> folic acid diluted in distilled water provided the optimum results in terms of removing organic material from the CPW.

Key words: Coffee, post harvest, agroindustrial wastewater, microorganisms, folate.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é, atualmente, o principal produtor, respondendo por mais de um terço de toda a produção mundial, e exportador de café (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ - ABIC, 2009). Dentre as operações que desempenham papel importante na produção desse grão, destaca-se o processamento pós-colheita, que tem influência direta sobre a qualidade final dos grãos de café.

No processamento pós-colheita, há duas metodologias que podem ser empregadas: via seca ou via úmida. Apesar do processamento via seca ser

o mais utilizado, o preparo via úmida tem sido considerado alternativa viável para obtenção de grãos de café com qualidade superior (BORÉM, 2008). Essa melhoria na qualidade pode ser explicada pela remoção da casca e da mucilagem, pelo controle da fermentação e pela secagem cuidadosa dos grãos. Entretanto, apesar das inúmeras vantagens oferecidas pelo processamento via úmida, deve-se atentar às questões ambientais, já que o mesmo é responsável pela geração de grandes volumes de águas residuárias ricas em material orgânico em suspensão e constituintes orgânicos e inorgânicos em solução, de grande poder poluente, além de grande quantidade

<sup>1</sup>Universidade Federal de Viçosa/UFV - Departamento de Engenharia Agrícola - Av. Peter Henry Rolfs s/n - 36.570-000 - Viçosa - MG - denis.teixeira@ufv.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de Viçosa/UFV - Departamento de Engenharia Agrícola - Av. Peter Henry Rolfs s/n - 36.570-000 - Viçosa - MG - atmatos@ufv.br

<sup>3</sup>Universidade Federal de Viçosa/UFV - Departamento de Engenharia Agrícola - Av. Peter Henry Rolfs s/n - 36.570-000 - Viçosa - MG - maikersm@gmail.com

de resíduos sólidos (MATOS; PINTO; BORGES, 2000). De acordo com Delgado e Barois (1999), para cada tonelada de grão processado por via úmida, na forma tradicional, são geradas, aproximadamente, três toneladas de água residuária, sendo requeridas quatro toneladas de água nessa atividade. A recirculação de água no processo permite que essa proporção reduza para, aproximadamente, 1 litro de água para cada litro de fruto processado. Entretanto, essa prática eleva o potencial poluente da água assim como compromete a qualidade do grão processado (MATOS, 2008).

Segundo Zuluaga (1981 citado por ZAMBRANO-FRANCO; ISAZA-HINESTROZA, 1998), a água residuária gerada durante o processamento via úmida é composta principalmente por carboidratos e açúcares (frutose, glicose e galactose), além de proteínas, polifenóis (ácidos clorogênico e caféico, taninos e cafeína) e pequenas quantidades de corantes naturais, do tipo das antocianinas. A presença de cafeína, compostos fenólicos e taninos, substâncias inibidoras da ação de micro-organismos, incorre na baixa degradabilidade do material orgânico, presente na água residuária do descascamento/despolpa dos frutos do cafeeiro (ARC) (GUTIERREZ-SÁNCHEZ et al., 1999), degradabilidade essa menor que a obtida em outras águas residuárias ricas em material orgânico (MATOS; GOMES FILHO, 2000). Além disso, o desequilíbrio químico, concorrendo para a ocorrência de desequilíbrio nutricional para os micro-organismos, pode ser, também, fator importante na diminuição da taxa de degradação do material orgânico presente na ARC.

Dentre os nutrientes essenciais ao crescimento dos micro-organismos responsáveis pela digestão do material orgânico, estão a timina, a biotina, o ácido nicotínico e o ácido fólico (ácido pterilglutâmico) (LEMMER et al., 1997), sendo esse último considerado a molécula base de um grupo de vitaminas conhecido como folatos. Os folatos têm papel importante na biossíntese de nucleotídeos e atuam como cofator em muitas outras reações metabólicas. Ele age como micronutriente em certas bactérias e estimula o crescimento de micro-organismos por sua ação vitamínica. Uma vez adicionado à água residuária, o ácido fólico interrompe a necessidade do micro-organismo de sintetizar essa vitamina, inibindo algumas rotas metabólicas e acelerando outras, de forma a aumentar

a capacidade de consumo de outros nutrientes (LEHNINGER, 2004; SHANE; STOCKSTAD, 1975). Além disso, a adição do ácido fólico proporciona melhor sedimentação e, conseqüentemente, a clarificação do efluente tratado, tendo em vista que proporciona estímulo ao aumento na biodiversidade da fauna e controle no desenvolvimento de bactérias filamentosas (KAMEYAMA, 2007), redução da amplitude da demanda química de oxigênio (DQO) na saída do tratamento e redução da quantidade de lodo gerado (AKERBOOM; LUTZ; BERGER, 2010).

A adição de ácido fólico, para estimular a microbiota intrínseca, tem sido especialmente estudada em estações de tratamentos de esgotos devido às baixas eficiências alcançadas no tratamento desse efluente. Isso é consequência da deficiência de vitaminas, sendo o ácido fólico, o mais importante no tratamento biológico, geralmente encontrado em quantidades limitantes (SENÖRER, 2008). Estudos realizados por Conchon (2010) comprovam a importância e os resultados alcançados pela adição de ácido fólico em estações de tratamento de esgotos. Observou-se redução da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) acima de 95 % e concentrações abaixo de 1 mL L<sup>-1</sup> de sólidos sedimentáveis no efluente tratado.

Assim, devido ao interesse e à aplicação de ácido fólico como bioestimulador em estações de tratamento de esgotos, buscou-se nesta pesquisa avaliar a influência da adição de ácido fólico, como agente vitamínico, na remoção do material orgânico da água residuária da lavagem e descascamento dos frutos do cafeeiro e, ainda verificar o efeito da solubilização do ácido fólico em água destilada, água destilada fervente e em solução de bicarbonato de sódio.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos Laboratórios de Qualidade da Água e de Química dos Resíduos, do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA), na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, com coordenadas geográficas de 20°45' de latitude sul, 42°52' de longitude oeste e altitude de 650 metros. A água residuária da lavagem e descascamento dos frutos do cafeeiro (ARC), utilizada no experimento foi proveniente da Unidade de Beneficiamento de Frutos do Cafeeiro da UFV.

Foram avaliadas quatro doses de ácido fólico, 4, 8, 16 e 32 mg L<sup>-1</sup>. No preparo da solução de ácido fólico, substância de baixa solubilidade, foram testadas água, água fervente e solução de bicarbonato de sódio, na proporção 1:1 (sal:ácido) (O'NEIL, 2006). Foram avaliados o pH, utilizando-se um peagâmetro de bancada, e a DQO, pelo método de oxidação química em refluxo fechado. A determinação da DQO e a medição do pH foram realizadas na ARC no preparado ARC + solução de ácido fólico, imediatamente após a adição do ácido fólico e, a cada sete dias, por um período de 35 dias consecutivos.

O experimento foi realizado em um esquema fatorial 4x3 no delineamento em blocos casualizados com três repetições, sendo o fator doses com quatro níveis (4, 8, 16 e 32 mg L<sup>-1</sup> de ácido fólico) e o fator diluente do ácido fólico com três níveis (água destilada, água destilada fervente e solução de bicarbonato de sódio). Como controle, manteve-se a ARC sem a adição de ácido fólico.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, para se verificar possíveis efeitos da forma de preparo da solução de ácido fólico no pH e na DQO da ARC. Os dados médios de DQO e pH nas suspensões foram plotados em função das concentrações de ácido fólico na ARC, procurando-se, quando possível, o ajuste de equações matemáticas que apresentassem coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) maior que 75 % e que fossem consistentes para a explicação do comportamento do processo biológico. Os parâmetros obtidos pelos diferentes modelos avaliados foram considerados variáveis dependentes e submetidos à análise de agrupamento por otimização de Tocher (CRUZ; CARNEIRO, 2003), método de agrupamento simultâneo, no qual a média das medidas de dissimilaridade, dentro de cada grupo, deve ser menor que as distâncias médias entre quaisquer grupos. As análises de variância e regressão foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SAEG® (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se observaram diferenças significativas entre os valores de pH, tanto para o fator doses como para o fator diluente do ácido fólico. Resultado semelhante foi descrito por Kameyama (2007), quando avaliou o efeito de diferentes concentrações de ácido fólico sobre o lodo em condições fisiológicas normais

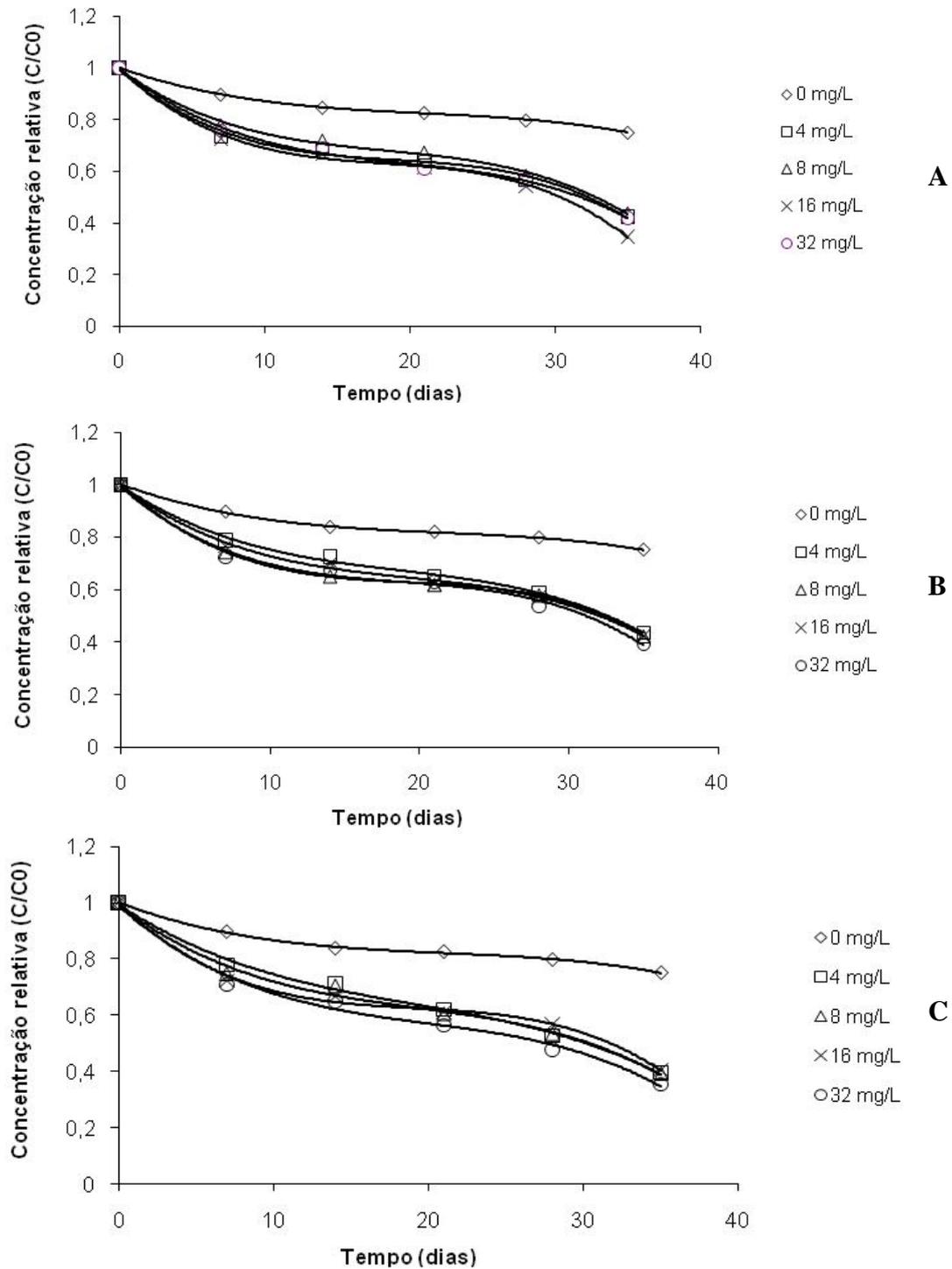
e em respiração endógena. Possivelmente, a adição de ácido fólico, colaborando na regulação do metabolismo do carbono, não estimulou o metabolismo fermentativo de micro-organismos, evitando-se a formação de ácidos, como por exemplo, a formação de ácido fórmico em presença de oxigênio.

Os gráficos das concentrações relativas (C/Co) de DQO, para os três tratamentos em função do tempo, estão apresentados na Figura 1. As equações ajustadas para concentração relativa (C/Co) de DQO em função do tempo estão representadas na Tabela 1.

Os resultados demonstram que houve decréscimo na DQO da ARC com o tempo, inclusive no tratamento controle, entretanto, a taxa de decaimento dessa variável foi maior nos tratamentos em que foi adicionado o ácido fólico à ARC. De acordo com Shane e Stokstad (1975), a adição de ácido fólico interrompe as rotas metabólicas de síntese dos folatos e acelera outras, o que proporcionaria maior consumo de outros nutrientes do meio. Kameyama (2007), afirmou que o ácido fólico pode proporcionar aumento na variedade da microfauna presente no meio, favorecendo o consumo do material orgânico, tanto o suspenso como o solúvel. A adição de ácido fólico à ARC pode ter proporcionado aumento na população de muitos protozoários, predadores de bactérias e que também se alimentam de partículas orgânicas suspensas, podendo provocar decréscimo na concentração de DQO.

Nota-se também que maior decaimento na concentração de DQO ocorreu na primeira semana após a adição do ácido fólico à ARC e no período final de avaliação, ou seja, após 30 dias de monitoramento (Figura 1). Segundo von Sperling (2005), esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que a estabilização completa do material orgânico de águas residuárias demora mais que vinte dias e se desenvolve, ao longo desse tempo, em duas fases. Na primeira, que ocorre durante curto período de tempo (5 a 7 dias), são metabolizados principalmente os compostos carbonáceos prontamente disponíveis, e na segunda, os compostos nitrogenados e os compostos carbonáceos de mais difícil degradação.

Na Tabela 2 estão apresentados os parâmetros obtidos com os perfis médios de degradação de DQO, bem como os grupos formados pela análise de agrupamento por otimização de Tocher (CRUZ; CARNEIRO, 2003) e os parâmetros médios estimados para as equações polinomiais de grau três.



**FIGURA 1** – Variações nas concentrações relativas ( $C/C_0$ ) de DQO em função do tempo, quando o ácido fólico foi adicionado via soluções, preparadas em água destilada (a), em água destilada fervente (b) e em solução de bicarbonato de sódio (c).

**TABELA 1** – Equações ajustadas para concentração relativa (C/Co) de demanda química de oxigênio (DQO) em função do tempo, quando o ácido fólico foi adicionado via soluções, preparadas em água destilada (a), em água destilada fervente (b) e em solução de bicarbonato de sódio (c).

a		
DOSE DE ÁCIDO FÓLICO (mg L <sup>-1</sup> )	EQUAÇÃO	R <sup>2</sup>
0 (controle)	$C/Co = -1 \times 10^{-5}T^3 + 0,0008T^2 - 0,0196T + 0,9996$	0,999
4	$C/Co = -2 \times 10^{-5}T^3 + 0,0014T^2 - 0,0364T + 0,9938$	0,995
8	$C/Co = -3 \times 10^{-5}T^3 + 0,0018T^2 - 0,0420T + 0,9919$	0,990
16	$C/Co = -4 \times 10^{-5}T^3 + 0,0025T^2 - 0,0519T + 0,9952$	0,996
32	$C/Co = -3 \times 10^{-5}T^3 + 0,0021T^2 - 0,0485T + 0,9906$	0,991
b		
DOSE DE ÁCIDO FÓLICO (mg L <sup>-1</sup> )	EQUAÇÃO	R <sup>2</sup>
0 (controle)	$C/Co = -1 \times 10^{-5}T^3 + 0,0008T^2 - 0,0196T + 0,9996$	0,999
4	$C/Co = -4 \times 10^{-5}T^3 + 0,0024T^2 - 0,0482T + 0,9926$	0,993
8	$C/Co = -3 \times 10^{-5}T^3 + 0,0019T^2 - 0,0404T + 0,9949$	0,996
16	$C/Co = -5 \times 10^{-5}T^3 + 0,0026T^2 - 0,0521T + 0,9952$	0,997
32	$C/Co = -3 \times 10^{-5}T^3 + 0,0020T^2 - 0,0444T + 0,9968$	0,997
c		
DOSE DE ÁCIDO FÓLICO (mg L <sup>-1</sup> )	EQUAÇÃO	R <sup>2</sup>
0 (controle)	$C/Co = -1 \times 10^{-5}T^3 + 0,0008T^2 - 0,0196T + 0,9996$	0,999
4	$C/Co = -3 \times 10^{-5}T^3 + 0,0017T^2 - 0,0382T + 0,9964$	0,997
8	$C/Co = -4 \times 10^{-5}T^3 + 0,0025T^2 - 0,0521T + 0,9999$	0,999
16	$C/Co = -3 \times 10^{-5}T^3 + 0,0019T^2 - 0,0426T + 0,9963$	0,997
32	$C/Co = -4 \times 10^{-5}T^3 + 0,0024T^2 - 0,0489T + 0,9914$	0,991

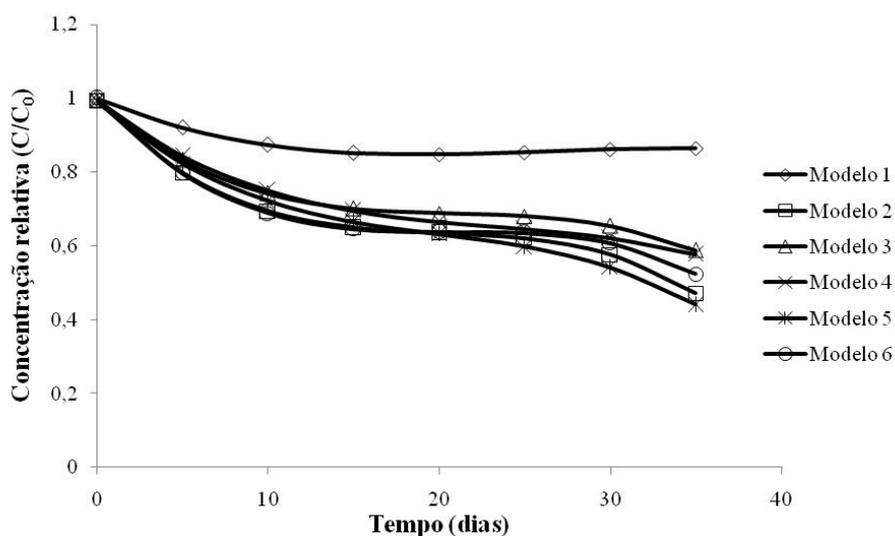
Na Figura 2, encontram-se apresentadas as curvas de decaimento de DQO, ao longo do tempo, obtidas com as equações ajustadas para as diferentes doses e formas de diluição, após efetuado o agrupamento utilizando-se o método de Tocher (CRUZ; CARNEIRO, 2003). Constata-se o agrupamento das 12 combinações de doses e diluentes e do controle em 6 grupos distintos. O grupo 1, constituído pelo controle (Tabela 2), foi considerado o de menor interesse, por apresentar a menor eficiência em relação à remoção de DQO. Esse resultado apenas confirma a influência exercida pela adição de

ácido fólico no aumento na taxa de decaimento da DQO.

Entre os diluentes avaliados, a água destilada se destacou, estando os tratamentos associados a esse diluente incluídos nos grupos 5 e 2 (Tabela 2), grupos que apresentaram os melhores resultados (Figura 2). A exceção a essa observação foi o grupo 4, constituído pela dose de 4 mg L<sup>-1</sup> de ácido fólico (Tabela 2), a menor dose avaliada, sendo esse considerado o terceiro grupo de menor interesse, em decorrência do valor de remoção de DQO, obtido ao término do período experimental.

**TABELA 2** – Grupos formados pela análise de agrupamento por otimização de Tocher (CRUZ; CARNEIRO, 2003) para os perfis de concentração de demanda química de oxigênio (DQO) e os parâmetros médios estimados ( $\beta_3$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_0$ ), considerando as três formas de diluição do ácido fólico (água destilada, água destilada fervente e solução de bicarbonato) e as diferentes doses de ácido fólico (4, 8, 16 e 32 mg L<sup>-1</sup>) aplicadas a água residuária da lavagem e descascamento/despolpa dos frutos do cafeeiro (ARC).

GRUPOS	TRATAMENTOS	$\beta_3$	$\beta_2$	$\beta_1$	$\beta_0$
1	Sem adição de ácido fólico	-1x10 <sup>-5</sup>	0,0008	-0,0196	0,9996
Modelo comum		-1x10 <sup>-5</sup>	0,0008	-0,0196	0,9996
2	16 mg L <sup>-1</sup> - água destilada	-4x10 <sup>-5</sup>	0,0025	-0,0519	0,9952
	32 mg L <sup>-1</sup> - água destilada	-3x10 <sup>-5</sup>	0,0021	-0,0485	0,9906
	4 mg L <sup>-1</sup> - água destilada fervente	-4x10 <sup>-5</sup>	0,0024	-0,0482	0,9926
	16 mg L <sup>-1</sup> - água destilada fervente	-5x10 <sup>-5</sup>	0,0026	-0,0521	0,9952
	32 mg L <sup>-1</sup> - solução de bicarbonato	-4x10 <sup>-5</sup>	0,0024	-0,0489	0,9914
Modelo comum		-4x10 <sup>-5</sup>	0,0024	-0,0499	0,9930
3	8 mg L <sup>-1</sup> - água destilada fervente	-3x10 <sup>-5</sup>	0,0019	-0,0404	0,9949
	32 mg L <sup>-1</sup> - água destilada fervente	-3x10 <sup>-5</sup>	0,0020	-0,0444	0,9968
	4 mg L <sup>-1</sup> - solução de bicarbonato	-3x10 <sup>-5</sup>	0,0017	0,0382	0,9964
	16 mg L <sup>-1</sup> - solução de bicarbonato	-3x10 <sup>-5</sup>	0,0019	-0,0426	0,9963
Modelo comum		-3x10 <sup>-5</sup>	0,0019	-0,0414	0,9961
4	4 mg L <sup>-1</sup> - água destilada	-2x10 <sup>-5</sup>	0,0014	-0,0364	0,9938
Modelo comum		-2x10 <sup>-5</sup>	0,0014	-0,0364	0,9938
5	8 mg L <sup>-1</sup> - água destilada	-3x10 <sup>-5</sup>	0,0018	-0,0420	0,9919
Modelo comum		-3x10 <sup>-5</sup>	0,0018	-0,0420	0,9919
6	8 mg L <sup>-1</sup> - solução de bicarbonato	-4x10 <sup>-5</sup>	0,0025	-0,0521	0,9999
Modelo comum		-4x10 <sup>-5</sup>	0,0025	-0,0521	0,9999



**FIGURA 2** – Curvas de decaimento da demanda química de oxigênio (DQO) ao longo do tempo, obtidas com as equações ajustadas para os diferentes tratamentos avaliados, apresentando-se os parâmetros comuns para os tratamentos agrupados pelo método de Tocher (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

O grupo 6, constituído apenas pelo tratamento no qual foram adicionados à ARC 8 mg L<sup>-1</sup> de ácido fólico diluído em água destilada (Tabela 2), foi considerado a melhor combinação entre diluente e dose, uma vez que apresentou a maior eficiência em relação à remoção de DQO. Esse resultado é bastante positivo, quando levada em consideração a dose aplicada, uma das menores avaliadas, e o diluente, água destilada, considerando-se que seria a melhor opção em escala real, por ser menos onerosa e trabalhosa. Doses entre 4 e 8 mg L<sup>-1</sup> devem ser testadas na tentativa de reduzir ainda mais a concentração de ácido fólico a ser aplicada em sistemas de tratamento.

#### 4 CONCLUSÕES

A adição de ácido fólico puro e submetido a tratamentos que visavam aumentar sua solubilidade à ARC, nas concentrações de 4,0 a 32,0 mg L<sup>-1</sup>, proporcionou aumento na taxa de decaimento da DQO e não influenciou o pH da ARC.

A solubilização do ácido fólico em diferentes diluentes, água destilada fervente e solução de bicarbonato, exerceu efeito sobre o decaimento de DQO, entretanto, ainda assim, a dose de 8 mg L<sup>-1</sup> de ácido fólico diluído apenas em água destilada foi a que proporcionou a obtenção dos melhores resultados em termos de remoção do material orgânico da ARC.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKERBOOM, R. K.; LUTZ, P.; BERGER, H. F. **Folic acid reduces the use of secondary treatment additives in treating wastewater from paper recycling**. Disponível em: <[http://www.dosfolat.de/literature/DOSFOLAT\\_use\\_papermills.pdf](http://www.dosfolat.de/literature/DOSFOLAT_use_papermills.pdf)>. Acesso em: 27 jul. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ. Disponível em: <[http://www.abic.com.br/estat\\_exporta\\_ppaises.html](http://www.abic.com.br/estat_exporta_ppaises.html)>. Acesso em: 2 ago. 2010.

BORÉM, F. M. Processamento do café. In: \_\_\_\_\_. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. p. 127-158.

CONCHON, E. A. **Programa de redução da geração de biossólidos**. Disponível em: <<http://www.dosfolat.de/reports/NEOTEX2003br.ppt>>. Acesso em: 7 ago. 2010.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2003. 585 p.

DELGADO, E. A.; BAROIS, I. Lombricompostaje de la pulpa de café em México. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEÍRA, 3., 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: UFPR; IAPAR; IRD, 1999. p. 335-343.

GUTIERREZ-SÁNCHEZ, G et al. Evaluation of *Penicillium* sp. V33A25 caffeinase activity in relation to its conservation method. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEÍRA, 3., 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: UFPR; IAPAR; IRD, 1999. p. 373-376.

KAMEYAMA, O. **Avaliação da aplicação de ácido fólico em tratamento aeróbio de águas residuárias**. 2007. 85 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

LEHNINGER, H. **Principles of biochemistry**. 4<sup>th</sup> ed. New York: Freeman, 2004. 1210 p.

LEMMER, H. et al. Vitamin addition in biological wastewater treatment. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MICROORGANISMS IN ACTIVATED SLUDGE AND BIOFILM PROCESS, 2., 1997, Davis. **Proceedings...** Davis, 1997. p. 395-398.

MATOS, A. T. Tratamento de resíduos na pós-colheita do café. In: BORÉM, F. M. (Ed.). **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. p. 159-240.

MATOS, A. T.; GOMES FILHO, R. R. Cinética de degradação de material orgânico de águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, 2000. v. 2, p. 992-995.

MATOS, A. T.; PINTO, A. B.; BORGES, J. D. Caracterização das águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro e possibilidades de seu uso na fertirrigação. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON BIOTECHNOLOGY IN THE COFFEE AGROINDUSTRY, 3., 2000, Londrina. **Proceedings...** Londrina: UFPR; IAPAR; IRD, 2000. p. 395-396.

**Coffee Science, Lavras, v. 7, n. 1, p. 91-98, jan./abr. 2012**

O'NEIL, M. J. **The merck index:** an encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals. 14<sup>th</sup> ed. Whitehouse Station: Merck Research Laboratories, 2006. 2564 p.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 301 p.

SENÖRER, E. **Determination of effect of folic acid in biological treatment efficiency.** Disponível em: <<http://www.dosfolat.de/literature/dosfolatxs.pdf>>. Acesso em: 7 jun. 2008.

SHANE, B.; STOKSTAD, L. R. Transport and metabolism of folates by bacteria. **The Journal of Biological Chemistry**, New York, v. 250, n. 6, p. 2243-2253, 1975.

von SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452 p.

ZAMBRANO-FRANCO, D. A.; ISAZA-HINESTROZA, J. D. I. Demanda química de oxigênio y nitrógeno total de los subproductos del proceso tradicional de beneficio húmedo del café. **Cenicafé**, Chinchina, v. 49, n. 4, p. 279-289, 1998.