

# ALTERAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOQUÍMICAS DA ÁGUA NO PROCESSO DE LAVAGEM, DESPOLPA E DESMUCILAGEM DE FRUTOS DO CAFEIRO

RIGUEIRA, R.J.A.<sup>1</sup>; LACERDA FILHO, A.F.<sup>2</sup>; MATOS, A.T.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFV, MG, <roberta@vicoso.ufv.br>; <sup>2</sup>Professor Adjunto, D.S., Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, MG, <alacerda@ufv.br>; <sup>3</sup>Professor Adjunto, D.S., Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, MG, <atmatos@ufv.br>

**RESUMO:** Este estudo teve por objetivo as caracterizações físicas, químicas e bioquímicas da água residuária da lavagem, despulpa e desmucilagem dos frutos do café (*Coffea arabica* L.). Estas operações contribuíram efetivamente na obtenção de um café de melhor qualidade e permitiram a redução da massa total a ser processada e o volume do café a ser armazenado. O processamento dos frutos úmidos que envolvem lavagem, despulpamento e desmucilagem também contribuíram para a redução do tempo de secagem, consumo de energia e para diminuição dos custos totais do processamento do café. Durante o processo de lavagem são gerados entre 0,1 L a 0,2 L de água residuária por litro de frutos de café processados. O valor real depende do tamanho do tanque de lavagem e do número de recirculações feitas durante o dia. O experimento foi montado em uma fazenda localizada no município de São Miguel do Anta, Estado de Minas Gerais. Foi utilizado café cereja, da variedade Catuaí, colhido pelo método de derriça manual sobre pano, no período entre maio e julho de 2004. O teor inicial de água dos frutos no início da colheita foi, aproximadamente, 60 % b.u., contendo, em massa, 68 % de frutos maduros, 16 % de frutos verdes e verdoengos e 16 % de frutos secados na planta. Amostras de água foram coletadas antes e após a entrada dos frutos no lavador/separador mecânico, no despulpador e no desmucilador. Também foram coletadas amostras da água descartada no final do processo. Foram processados aproximadamente 11.000 litros de frutos por dia, para um volume médio de 3,0 litros de água para cada litro de fruto, na primeira despulpa e de 1,8 litros de água para cada litro de fruto na segunda despulpa. Os elevados valores de DBO e DQO indicaram que as águas residuárias possuem elevada carga orgânica e, se forem lançadas em corpos hídricos receptores sem tratamento prévio, poderão ocasionar sérios problemas ambientais. A elevada concentração de sólidos totais (ST), dos quais a maior parte é composta por sólidos voláteis (SV), podem ser removidos através de tratamento biológico. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que é necessário realizar o tratamento prévio da água residuária produzida durante o processamento dos frutos do café, visto que as concentrações de sólidos totais e DBO de 12.826 e 5.821,2 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente, estão superiores aqueles permitidos pela legislação ambiental para o lançamento de efluentes em um corpo hídrico receptor. Reforça-se a idéia do aproveitamento de nutrientes contidos neste resíduo, de forma adequada, como fertilizante, considerando que as concentrações de nitrogênio e, principalmente, de potássio, são relativamente altas. O valor dessas águas como fertilizante é forte indicativo da possibilidade de sua utilização em sistemas solo-planta, como forma de tratamento dessas águas.

Palavras-chave: processamento do fruto do cafeeiro, água residuária e poluição.

## PHYSICAL AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS ALTERATION OF THE RESIDUAL WATER FROM WASHING, PEELING AND MUCILAGE REMOVAL OF COFFEE FRUITS

**ABSTRACT:** This study had as objective the physical and biochemical characterization of the residual water from the washing, peeling and mucilage removal of the coffee fruits (*Coffea arabica* L.). These operations contribute effectively in obtaining better coffee quality and allow the reduction of the total mass to be processed and coffee volume to be stored. The wet coffee processing that involve washing, peeling and mucilage removal also contribute to the reduction of the drying time, energy consumption and to lower the total costs of coffee processing. During the coffee washing process it is generated between 0.1 L to 0.2 L of residual water per liter of processed coffee fruits. The real value depends on the washing tank size and the number of water renewal made during the day. The experiment was carried out in a farm located in São Miguel do Anta county, State of Minas Gerais – Brazil. Coffee cherries, Catuaí variety, were manually strip harvested on the plastic sheet, during May and July, 2004. The coffee initial moisture content at the beginning of the harvest season was, approximately, 60% w.b., containing 68% (weight) of matures fruits, 16% of green and partially ripe and 16% of tree dried fruits. Water samples, which entered and left the mechanical washer/separator, peeler and mucilage remover were collected. Also samples of the discarded water at the end of the process were collected. Approximately 11,000 L of coffee fruits were processed per day with an average of 3.0 L of water per liter of coffee fruit during the first peeling pass and of 1.8 L of water for the second peeling pass. The high values of BDO and CDO indicated that the residual water have a high organic load and if discarded in fluvial receptors without previous treatment, can cause serious environmental problems. The high concentration of total solids (TS), from which big part is composed by volatile solids (VS), can be removed by biological treatment. Based on the study results, it was concluded that it is necessary to realize previous treatment of the residual water from coffee wet processing, since the concentrations of TS and BDO of 12,826 and 5,821 mg.L<sup>-1</sup>, respectively, are superior to the levels permitted by the environmental legislation to discharge residual

water in fluvial receptors. The advantages of using the nutrients contained in this residue, as fertilizer, are reinforced considering that nitrogen and, specially, potassium's concentrations, are relatively high. The value of the residual water as fertilizer is strong indicative of the possibility of it's use in soil-plants system, as a form of residual water treatment.

Key word: coffee fruits processing, residual water and pollution.

## INTRODUÇÃO

A atividade de lavagem e despolpa de frutos de cafeeiro, torna-se necessária para obtenção da redução da área do terreiro, bem como do tempo e do custo de secagem. Pode proporcionar, ainda, melhoria na qualidade de bebida, sendo, porém geradora de grandes volumes de águas residuárias e que, segundo MATOS et al. (1999), são ricas em material orgânico, nutrientes e sais que, se dispostos de forma inadequada, constituem alto potencial poluente para solo e, ou água.

O processamento do fruto do café pode ser feito por via seca ou via úmida. Na forma de preparo por via seca, mais comumente utilizada no Brasil, os frutos, após a lavagem e a separação são secados na sua forma integral (com casca), enquanto que no preparo por via úmida obtém-se o café despulpado com ou sem desmucilagem. No processamento via úmida, de acordo com Rolz et al., citados por DELGADO E BAROIS (1999), são geradas aproximadamente 3 toneladas de subprodutos e são requeridas 4 toneladas de água para produzir 1 tonelada de grão processado.

De acordo com CAMPOS et al. (1998), a Legislação ambiental do Estado de Minas Gerais (Deliberação Normativa COPAM nº 10/86) estabelece que, para o lançamento de águas residuárias em corpos hídricos, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que pode ser entendida como uma medida da quantidade de material orgânico presente, seja de 60 mg.L<sup>-1</sup> ou que a eficiência do sistema de tratamento das águas residuárias, para remoção da DBO, seja superior a 85%.

Com as tecnologias em uso na lavagem dos frutos do cafeeiro, gera-se em torno de 0,1 a 0,2 L de água residuária para cada litro de frutos processados, razão que depende do tamanho do tanque de lavagem e do número de descargas efetuadas durante o dia para a substituição da água de lavagem. Na despolpa e desmucilagem gera-se em torno de 3 a 5 L de água para cada litro de frutos (MATOS, 2003).

Objetiva-se com este trabalho caracterizar física, química e bioquimicamente, em diferentes fases das operações unitárias, a água residuária da lavagem, da despolpa e desmucilagem dos frutos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado em uma fazenda localizada no município de São Miguel do Anta, Estado de Minas Gerais. Foi utilizado café cereja, da variedade Catuaí, colhido pelo método de derrça manual sobre pano, no período entre maio e julho de 2004. O teor inicial de água dos frutos no início da colheita foi, aproximadamente, 60 % b.u., contendo, em massa, 68 % de frutos maduros, 16 % de frutos verdes e verdoengos e 16 % de frutos secados na planta.

Amostras da água utilizada no processo de lavagem foram coletadas antes e após a entrada dos frutos no lavador/separador mecânico, durante as operações de lavagem, despolpa e desmucilagem e, na saída do escoamento da água. Foram processados aproximadamente 11.000 litros de frutos por dia, sendo consumidos um volume médio de 3,0 litros de água "limpa" para cada litro de fruto despulpado e de 1,8 litros de água para cada litro, quando houve a recirculação da água para se efetuar a despolpa de dois lotes de frutos (Figura 1).

As amostras foram colocadas em uma caixa de isopor contendo gelo e encaminhadas imediatamente para o Laboratório de Água Residuária do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, para a realização das análises.

As determinações de DBO<sub>5</sub><sup>20</sup> (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e de DQO (Demanda Química de Oxigênio) foram realizadas seguindo a metodologia apresentada no Standard Methods ... (APHA, 1995), sendo a DBO obtida pela determinação do oxigênio dissolvido pelo método iodométrico e, a DQO pelo método do refluxo aberto. Para determinação da condutividade elétrica (CE), foi utilizado um condutivímetro digital da marca Orion, modelo 125, e de sólidos totais (ST) e sólidos em suspensão (SP) a metodologia apresentada por BRAILE e CAVALCANTI (1979) e APHA (1995). O pH das amostras foi determinado com o auxílio do medidor de pH da marca Digimed, modelo DM 21. A concentração de N-total foi determinada em alíquota de 10 ml, pelo método Kjeldahl (TEDESCO et al., 1985).

Alíquotas de 10 ml da amostra foram digeridas com 5 ml de solução nítrico-perclórica (proporção de 3 ml de ácido para cada ml de ácido perclórico). Nos extratos obtidos, foram determinadas as concentrações de sódio (Na) e potássio (K) totais por fotometria de emissão de chama e as de fósforo (N) total por colorimetria, utilizando-se ácido ascórbico modificado por BRAGA E DEFELIPO (1974).

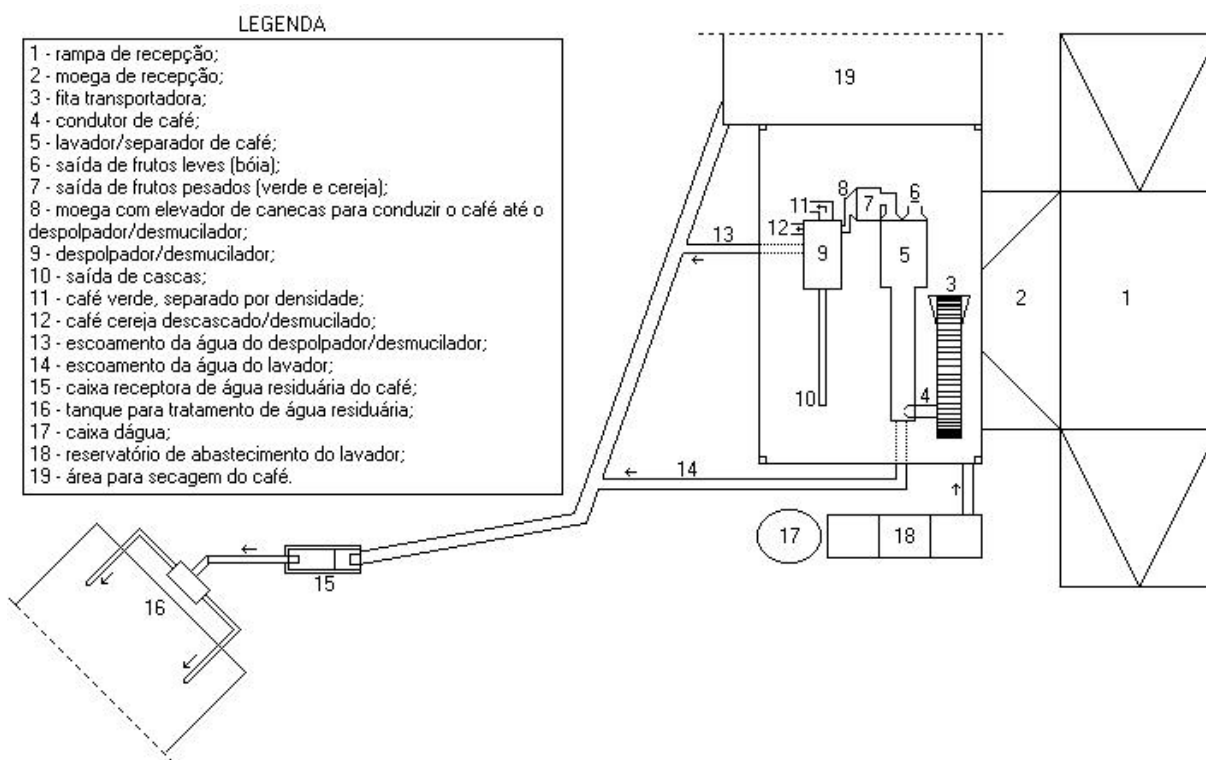


Figura 1 – Unidade de pré-processamento de frutos do cafeeiro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A água utilizada no processamento dos frutos do cafeeiro apresentou 18,68 mg. L<sup>-1</sup> de DQO, zero de DBO e 0,88; 4,20 e 9,70 mg. L<sup>-1</sup> de fósforo total, sódio total e potássio total respectivamente.

Nas Tabelas 1 a 6 estão apresentadas as características físicas, químicas e bioquímicas geradas durante o processamento dos frutos do cafeeiro.

Os elevados valores de DBO e DQO apresentados nas Tabelas 2, 4 e 6 indicam que as águas residuárias possuem elevada carga orgânica e, se forem lançadas em corpos hídricos receptores sem tratamento prévio, poderão ocasionar sérios problemas ao ambiente. A elevada concentração de sólidos totais (ST), dos quais a maior parte é composta por sólidos voláteis (SV), pode ser removida através de tratamento biológico.

Observando os resultados de caracterização da água usada na despolpa dos frutos, pode-se verificar que a água em recirculação praticamente não teve seu potencial poluente aumentado, diferentemente do que afirma MATOS (2003), de que há aumento do potencial poluente da água à medida que ela vai sendo recirculada na despolpa de frutos do cafeeiro. O não aumento da carga orgânica e inorgânica na água em recirculação obtida neste trabalho deve-se à adição de água “limpa” durante o processamento dos frutos, o que, obviamente, proporcionou diluição dos poluentes e diminuiu a concentração dos mesmos na água.

**Tabela 1** – Resultados das análises físicas de amostras de água residuária da lavagem dos frutos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)

Função	CE	SP	ST	SS	SF	SV
	dS.m <sup>-1</sup>	mL.L <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>			
Água "limpa"	0,023	X	X	X	X	X
Lavador 1	0,020	0	154	6	18	136
Lavador 2	0,344	50	3.255	867	984	2.271
Lavador 3	0,599	80	5.038	2.430	898	4.140

Sendo: **Lavador 1** – água contida no depósito do equipamento antes de iniciar a lavagem dos frutos; **Lavador 2** – água contida no depósito do equipamento, desligado, após a lavagem dos frutos tendo sido utilizado um volume médio de 3,0 litros de água para cada litro de fruto processado; **Lavador 3** – água contida no depósito do equipamento, desligado, após a lavagem dos frutos, para um volume médio de 1,8 litros de água para cada litro de fruto processado na segunda lavagem (água de recirculação). **CE** – condutividade elétrica; **SP** – Sólidos Sedimentáveis; **ST** – Sólidos Totais; **SS** – Sólidos em Suspensão; **SF** – Sólidos Fixos; **SV** – Sólidos Voláteis.

**Tabela 2** – Resultado das análises químicas e bioquímicas das amostras de água residuária da lavagem dos frutos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)

Função	pH	DQO	DBO	N <sub>T</sub>	P <sub>T</sub>	K <sub>T</sub>	Na <sub>T</sub>
		-----mg.L <sup>-1</sup> -----					
Água "limpa"	6,1	18,68	0,00	X	0,88	9,70	4,20
Lavador 1	6,2	18,68	9,68	0,24	0,26	8,90	2,50
Lavador 2	5,5	5.604,00	513,72	54,64	12,00	48,60	15,70
Lavador 3	5,5	6.582,76	1.886,62	74,73	14,87	77,10	23,20

Sendo: **Lavador 1** – água contida no depósito do equipamento antes de iniciar a lavagem dos frutos; **Lavador 2** – água contida no depósito do equipamento, desligado, após a lavagem dos frutos tendo sido utilizado um volume médio de 3,0 litros de água para cada litro de fruto processado; **Lavador 3** – água contida no depósito do equipamento, desligado, após a lavagem dos frutos, para um volume médio de 1,8 litros de água para cada litro de fruto processado na segunda lavagem (água de recirculação). pH – Potencial Hidrogeniônico; DQO – Demanda Química de Oxigênio; DBO – demanda bioquímica de oxigênio; N<sub>T</sub> – Nitrogênio Total; P<sub>T</sub> – Fósforo Total; K<sub>T</sub> – Potássio Total; Na<sub>T</sub> – Sódio Total.

**Tabela 3** – Resultados das análises físicas de amostras de água residuária da despolda e desmucilagem dos frutos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)

Função	CE	SP	ST	SS	SF	SV
	dS.m <sup>-1</sup>	mL.L <sup>-1</sup>	-----mg.L <sup>-1</sup> -----			
Desp./Desmuc. 1	1,090	850	16.507	2.647	1.406	15.101
Desp./Desmuc. 2	0,047	2	10.627	177	10.109	518
Desp./Desmuc. 3	0,800	900	14.827	2.780	1.210	13.617

Sendo: **Desp./Desmuc. 1** – água liberada pelo despoldador/desmucilador após 30 minutos de operação tendo sido utilizado um volume médio de 3,0 litros de água para cada litro de fruto processado no primeiro despoldamento/desmucilamento; **Desp./Desmuc. 2** – despoldador/desmucilador no final do processamento dos frutos, considerando mais de 30 minutos de operação; **Desp./Desmuc. 3** – água liberada pelo despoldador/desmucilador após 30 minutos de operação utilizando-se um volume médio de 1,8 litros de água para cada litro de fruto processado (água de recirculação). CE – condutividade elétrica; SP – Sólidos Sedimentáveis; ST – Sólidos Totais; SS – Sólidos em Suspensão; SF – Sólidos Fixos; SV – Sólidos Voláteis.

**Tabela 4** – Resultado das análises químicas e bioquímicas das amostras de água residuária da despolda e desmucilagem dos frutos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)

Função	pH	DQO	DBO	N <sub>T</sub>	P <sub>T</sub>	K <sub>T</sub>	Na <sub>T</sub>
		-----mg.L <sup>-1</sup> -----					
Desp./Desmuc. 1	5,4	18.680,00	6.384,43	167,95	22,59	157,00	45,60
Desp./Desmuc. 2	6,1	5.090,30	2.222,76	2,77	1,61	11,90	4,70
Desp./Desmuc. 3	5,3	18.066,36	5.005,72	163,13	21,87	157,00	58,00

Sendo: **Desp./Desmuc. 1** – água liberada pelo despoldador/desmucilador após 30 minutos de operação tendo sido utilizado um volume médio de 3,0 litros de água para cada litro de fruto processado no primeiro despoldamento/desmucilamento; **Desp./Desmuc. 2** – despoldador/desmucilador no final do processamento dos frutos, considerando mais de 30 minutos de operação; **Desp./Desmuc. 3** – água liberada pelo despoldador/desmucilador após 30 minutos de operação utilizando-se um volume médio de 1,8 litros de água para cada litro de fruto processado (água de recirculação). CE – condutividade elétrica; SP – Sólidos Sedimentáveis; ST – Sólidos Totais; SS – Sólidos em Suspensão; SF – Sólidos Fixos; SV – Sólidos Voláteis.

**Tabela 5** – Resultados das análises físicas de amostras de água residuária da na fase final de lavagem dos frutos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)

Função	CE	SP	ST	SS	SF	SV
	dS.m <sup>-1</sup>	mL.L <sup>-1</sup>	-----mg.L <sup>-1</sup> -----			
Lavador + Desp/desm. 1	1,247	850	18.881	3.633	3.594	15.287
Lavador + Desp/desm. 2	1,008	345	12.826	2.640	1.267	11.559

Sendo: **Lavador + Desp/desm. 1** – água proveniente da lavagem, despolda e desmucilagem dos frutos considerando um volume médio de 3,0 litros de água para cada litro de fruto processado, escoado em uma única saída. **Lavador + Desp/desm. 2** – água proveniente da lavagem, despolda e desmucilagem dos frutos considerando um volume médio de 1,8 litros de água para cada litro de fruto processado (água de recirculação), escoado em uma única saída. CE – condutividade elétrica; SP – Sólidos Sedimentáveis; ST – Sólidos Totais; SS – Sólidos em Suspensão; SF – Sólidos Fixos; SV – Sólidos Voláteis.

**Tabela 6** – Resultado das análises químicas e bioquímicas das amostras de água residuária na fase final da lavagem dos frutos de café (*Coffea arabica* L.)

Função	pH	DQO	DBO	N <sub>T</sub>	P <sub>T</sub>	K <sub>T</sub>	Na <sub>T</sub>
		-----mg.L <sup>-1</sup> -----					
Lavador + Desp/desm. 1	5,4	22.416,00	5.321,94	254,74	26,35	210,00	66,30
Lavador + Desp/desm. 2	5,4	18.066,36	5.821,17	163,53	18,82	148,00	46,40

Sendo: **Lavador + Desp/desm. 1** – água proveniente da lavagem, despolda e desmucilagem dos frutos considerando um volume médio de 3,0 litros de água para cada litro de fruto processado, escoado em uma única saída. **Lavador + Desp/desm. 2** – água proveniente da lavagem, despolda e desmucilagem dos frutos considerando um volume médio de 1,8 litros de água para cada litro de fruto processado (água de recirculação), escoado em uma única saída. pH – Potencial Hidrogeniônico; DQO – Demanda Química de Oxigênio; DBO – demanda bioquímica de oxigênio; N<sub>T</sub> – Nitrogênio Total; P<sub>T</sub> – Fósforo Total; K<sub>T</sub> – Potássio Total; Na<sub>T</sub> – Sódio Total.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- as águas geradas na lavagem dos frutos do cafeeiro, pela sua constituição, devem ser tratadas, principalmente por métodos físicos, enquanto as geradas na despolpa e desmucilagem, de muito maior poder poluente, exigem tratamento físico e biológico antes de seu lançamento em corpo hídrico receptor.
- a incorporação de água “limpa” durante a despolpa impede que haja aumento no poder poluente da água utilizada no processo.
- as concentrações de nitrogênio e, principalmente, de potássio, são relativamente altas nas águas residuárias do processamento dos frutos o que é indicativo da possibilidade de seu aproveitamento agrícola.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19. ed. Washington D. C.: 1995. 1000p.
- BRAGA, G. F.; DEFELIPO, B. **Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e material vegetal**. Revista Ceres, Viçosa, v. 21, p.73-85, 1974.
- BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo. CETESB, 1979. 764 p.
- CAMPOS, L. P. R.; LOPES, A. L.B.; HORTA, A. H. L. CARNEIRO, R. Licenciamento ambiental: coletânea e legislação. Belo Horizonte: FEAM; Projeto Minas ambiente, 1998. 382 p. (Manual de saneamento e Proteção ambiental para os Municípios, v.5).
- DELGADO, E. A.; BAROIS, I. Lombricompostaje de la pulpa de café em México. In: III SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEEIRA. **Anais...** Londrina – PR, 1999, 513 p. 335-343.
- TEDESCO, J. M.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFGS, 1985. 186 p. (BOLETIM TÉCNICO DE SOLOS, 5)
- 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: III SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEEIRA. **Anais...** Londrina – PR, 1999, 513 p. 395-396.
- MATOS, A. T. **Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos e líquidos da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro**. Antônio Teixeira de Matos, Paola Afonsa Lo Mônaco. Viçosa: UFV, 2003. 68 p. (Engenharia na Agricultura. Boletim técnico, 7).