

# QUALIDADE DE BEBIDA DE GRÃOS DE CAFÉ PROCESSADOS COM ÁGUA SOB RECIRCULAÇÃO E TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO

Antonio Teixeira de Matos<sup>1</sup>, Cláudia Figueiredo Garrido Cabanellas<sup>2</sup>, Juarez de Sousa e Silva<sup>3</sup>, Marise Cotta Machado<sup>4</sup>

## RESUMO

Com a realização deste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito do uso de diferentes coagulantes na contaminação fúngica dos grãos e na qualidade da bebida do café, sob diferentes condições de tratamento da água usada, em recirculação, no processo de descascamento/despolpa dos frutos do cafeeiro (ARDC). A avaliação dos efeitos dos tratamentos da água, utilizada em até cinco recirculações, baseou-se na identificação e quantificação da intensidade de contaminação fúngica e qualidade de bebida proporcionada em amostras de grãos de café, processados com a ARDC, com três repetições para cada tratamento (tipo de coagulante adicionado à ARDC e número de recirculações da água). Com base nos resultados, conclui-se que a adição de coagulantes na ARDC proporcionou diminuição na contaminação fúngica, na superfície dos grãos processados e que o coagulante sulfato de alumínio proporcionou efeito fungicida no grão. Entretanto, a adição e o tipo de coagulante utilizado no tratamento da ARDC, em escala laboratorial, não proporcionaram diferenças significativas na qualidade de bebida de grãos de café.

**Palavras-chave:** processamento do café, contaminação fúngica, coagulantes, qualidade de grãos

## ABSTRACT

### Quality of the beverage from coffee beans processed by recirculating water and physiochemical treatment

This study was carried out to evaluate the effect from different coagulants on either fungous contamination of the coffee beans and the coffee beverage quality under different treatment conditions of the recirculating water in the husking/pulping process of the coffee shrub beans (ARDC). The effects of the treatments with water up to five recirculations were evaluated by identifying and quantifying the intensity of fungous contamination and the quality of the beverage in samples of coffee beans processed with ARDC, with three replicates in each treatment (coagulant type added to ARDC and the number of water recirculations). Based on the results, it is concluded that the addition of the coagulants to ARDC rather caused a reduction in fungous contamination on the surface of the processed beans, whereas the aluminum sulfate coagulant provided a fungicidal effect on the beans. Both the addition and coagulant type used in the ARDC treatment under laboratory scale provided no significant differences to the quality of coffee bean beverages.

**Keywords:** coffee processing, fungous contamination, bean quality

---

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola, D.S., Professor Adjunto no DEA-UFV, Viçosa-MG, CEP 36571-000, [atmatos@ufv.br](mailto:atmatos@ufv.br)

<sup>2</sup> Engenheira Agrícola, M.S., [claudiacabanellas@bol.com.br](mailto:claudiacabanellas@bol.com.br)

<sup>3</sup> Agrônomo, Ph.D, Professor Titular do DEA-UFV, Viçosa-MG, CEP 36571-000, [juarez@ufv.br](mailto:juarez@ufv.br)

<sup>4</sup> Engenheira Agrícola, M.S., Doutoranda do DEA-UFV

## INTRODUÇÃO

O processamento dos frutos por via úmida facilita e possibilita a diminuição no custo de secagem dos grãos, proporcionando a obtenção de um produto com qualidade para ser comercializado no exterior, um mercado bastante exigente em termos de qualidade de bebida e de tipo.

As políticas tarifárias praticadas pelas companhias municipais e estaduais de saneamento, assim como o advento e a implementação das estruturas de outorga e cobrança, tanto na tomada de água como no lançamento dos despejos produzidos nos corpos d'água, têm levado muitos produtores a recircular a água da lavagem e despolpa do fruto do cafeeiro, com o intuito de minimizar o uso deste recurso natural. O consumo de água na despolpa de frutos do cafeeiro varia de acordo com o tipo de equipamento e a operação do sistema. Geralmente, são gastos 3 a 5 litros de água, para cada litro de fruto despulpado (Matos, 2003). Caso seja feita recirculação de água, esta proporção diminui para aproximadamente 1 litro, para cada litro de fruto processado. No processo com recirculação da água, ocorre expressivo aumento na concentração de material suspenso e em solução nessa água, o que pode comprometer a qualidade final do produto.

A adoção de tecnologias no processamento do fruto do cafeeiro visa à obtenção de melhorias qualitativas e maior retorno econômico na atividade de produção de grãos de café. A qualidade do grão de café está relacionada às características do produto, tais como cor, aspecto, número de grãos com defeitos, aroma e gosto da bebida que, por sua vez, dependem de vários fatores, entre os quais a composição química do grão determinada por fatores genéticos, o sistema de cultivo e o tipo de processamento (fermentação, contaminação por fungos), as características e condições do sistema de armazenamento e a forma de torração e preparo da bebida.

A contaminação do grão de café por fungos pode ocorrer no terreiro, nos equipamentos de lavagem e descascamento/despolpa dos frutos, sendo

esses riscos maiores quando há recirculação da água usada no processo. A recirculação da água no processamento do fruto do cafeeiro (ARDC) é uma alternativa para diminuir a quantidade de água utilizada, porém pode atuar como forma de disseminação e contaminação dos frutos por fungos e bactérias, durante o processamento, o que poderá prejudicar a qualidade.

Silva et al. (2000) observaram que, no processamento por via úmida, as condições anaeróbias da fase de fermentação dos frutos, associadas às temperaturas relativamente baixas e à presença de mucilagem na suspensão, proporcionam maior atividade microbiana, principalmente na produção de pectinases.

Segundo Lacerda et al. (1987), sob condições favoráveis (prolongada exposição a condições de elevada umidade relativa, antes e durante a secagem), grande diversidade de microrganismos como leveduras, fungos e bactérias podem desenvolver-se nos grãos. Estes microrganismos, em desenvolvimento, produzem enzimas que agem sobre os componentes químicos da mucilagem, principalmente os açúcares, fermentando-os e, conseqüentemente, dando origem a bebidas de pior qualidade.

Segundo Pimenta & Vilela (2000), a qualidade dos grãos de café é determinada pelas fermentações favoráveis ou desfavoráveis, que ocorrem no grão, sendo as reações enzimáticas responsáveis pela boa ou má qualidade da bebida.

Dentre as espécies de fungos, associados aos frutos e grãos de café, estão incluídos os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*. A infecção do fruto, ou grão, por fungos pode proporcionar perda da qualidade de bebida do grão e a produção da ochratoxina, (OTA), um metabólico fúngico com o nome derivado do patógeno *Aspegillus ochraceus*. Dessa forma, o desenvolvimento de técnicas que vislumbrem maior controle da contaminação de grãos de café com fungos é fundamental para conquista de novos mercados e a manutenção do atual mercado comprador.

Com a realização deste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito do uso de diferentes coagulantes na contaminação fúngica dos grãos e na qualidade da bebida do café, sob diferentes condições de tratamento da água, em recirculação, na despulpa dos frutos (ARDC).

## MATERIAL E MÉTODOS

Para processamento de frutos do cafeeiro utilizando um sistema fechado, ou seja, com água em recirculação, foi construído um protótipo do sistema em acrílico, em dimensões reduzidas, mas com proporção de escala, sendo constituído por um reservatório, um canal com grade e vertedor triangular (para medição da vazão e facilitar a mistura do agente floculante com a ARDC), tanque de floculação/sedimentação e filtro orgânico, conforme apresentado na Figura 1.

Para proporcionar a geração de suspensão decorrente do processamento de frutos do cafeeiro em recirculação, um descascador/despulpador manual de pequena capacidade foi acoplado ao sistema.

O tanque de sedimentação foi construído de forma retangular e com dimensões estabelecidas com base nas recomendações da NB-570 (ABNT, 1990), sendo 12 cm de altura, 24 cm de largura e 72 cm de comprimento, tendo operado com tempo de detenção hidráulica de 15 minutos para a ARDC, exceto para o extrato de sementes de Moringa em que o tempo foi de 90 minutos.

Os coagulantes e o NaOH (adicionado à suspensão para alteração do pH) foram aplicados com o auxílio de dosadores, instalados no vertedor triangular e na grade, respectivamente.

O material utilizado no filtro orgânico foi o pergaminho do grão de café beneficiado, com granulometria na faixa de 2,0 a 3,0 mm. Para obtenção do pergaminho na granulometria entre 2 e 3 mm na camada intermediária de 4,0 cm, o pergaminho do grão de café foi triturado e peneirado, manualmente, utilizando-se um jogo de peneiras, para obtenção da granulometria desejada. As camadas inferior e superior

dos filtros foram constituídas por pergaminho de grãos de café, na granulometria natural, perfazendo uma altura de camada filtrante de 8,0 cm. No fundo da coluna filtrante, foi inserida uma tubulação de 20 mm de diâmetro, com furos de 3 mm de diâmetro, para captação da água filtrada. Utilizou-se uma taxa de filtração de  $0,5 \text{ L m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

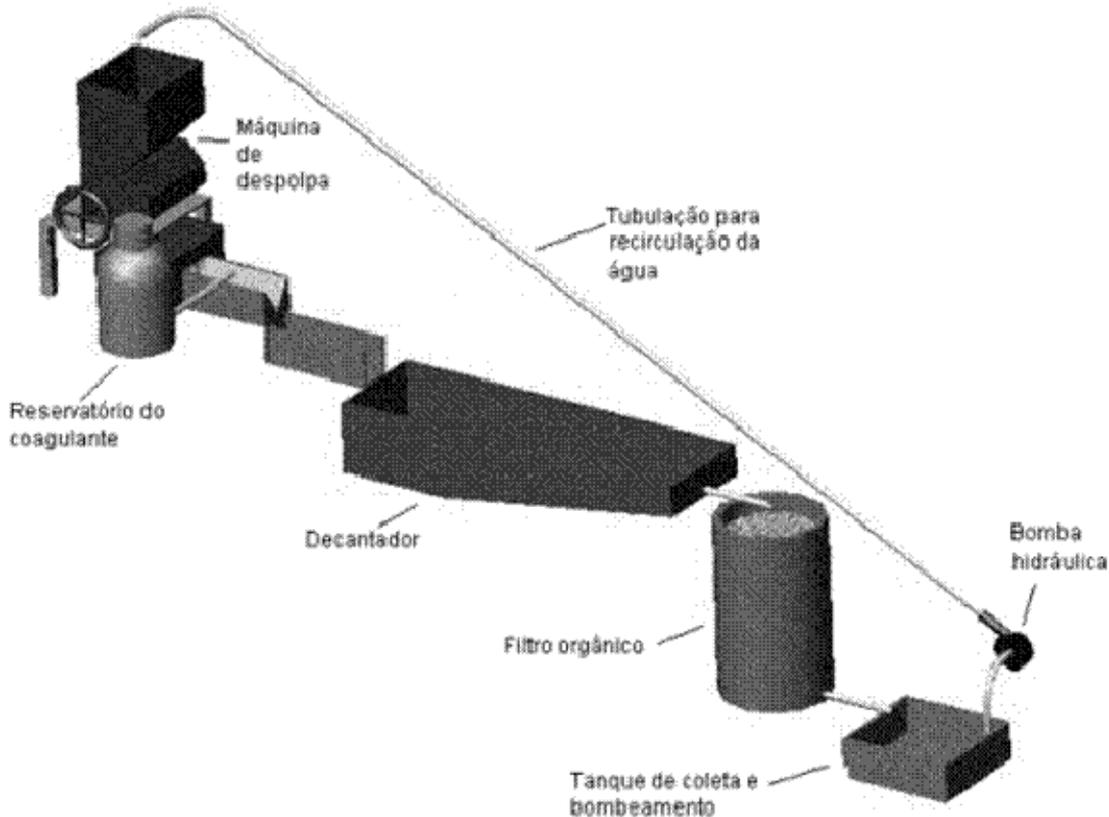
A ARDC produzida foi recirculada, utilizando-se uma bomba hidráulica, cuja vazão de  $0,05 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  foi regularizada por meio de um registro. Foram processados 5 lotes de frutos, sendo que cada lote processado representou uma recirculação da água.

Após o processamento, os grãos foram secados em terreiro suspensos até atingirem a umidade de aproximadamente 11% b.u., que foi determinada por meio do método do EDABO (evaporação direta de água em banho de óleo) e enviados ao Laboratório de Fitopatologia da UFV, para avaliação de contaminação fúngica. O desenvolvimento de fungos foi avaliado tanto nos grãos esterilizados superficialmente como nos não esterilizados.

A esterilização foi constituída por imersão dos grãos em álcool 70%, durante 1 minuto, seguida de imersão, por 1 minuto, em solução de hipoclorito de sódio com 1% de cloro ativo, seguindo-se a lavagem dos grãos com água esterilizada e, posteriormente, o plaqueamento.

Os dados de contaminação fúngica dos grãos foram submetidos à análise de variância e, quando ocorreu efeito significativo, procedeu-se ao teste de médias (Tukey, em nível de 5% de probabilidade).

Para análise da qualidade da bebida, foram enviadas amostras (300 g de café beneficiado) para a INCOFEX ARMAZÉNS GERAIS LTDA, onde foram feitas as análises sensoriais e organolépticas do café. Garruti e Conagin (1961) classificaram, quanto à qualidade de bebida: grãos de bebida *Mole* - aqueles que apresentam características organolépticas de sabor suave acentuado e adocicado; e grãos de bebida *Apenas Mole* - aqueles que apresentam características organolépticas de sabor suave, porém com leve adstringência.



**Figura 1.** Vista, em perspectiva, do sistema de tratamento físico-químico e recirculação da ARDC

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1, estão apresentados os resultados de contaminação fúngica das amostras de grãos, processados com ARDC não tratada e tratada com diferentes coagulantes, quando as amostras foram submetidas ou não à esterilização. Observa-se que, no tratamento em que a ARDC não recebeu a adição de coagulantes, foi encontrada maior contaminação fúngica na superfície dos grãos processados.

Verificou-se a ocorrência de expressiva redução no número de grãos contaminados com fungos, quando se utilizou o sulfato de alumínio como agente coagulante da ARDC, indicando que este sal tem efeito fungicida nos grãos. Outra constatação é que a esterilização eliminou o desenvolvimento de *A. niger/carbo*, *Cladosporium* e *A. ochraceus* e *A. candidus* nos grãos.

No Quadro 2, apresenta-se um resumo da análise de variância da contaminação fúngica dos grãos, quando os frutos do cafeeiro foram descascados/despoldados com água sob recirculação, tendo, como fontes de variação, os diferentes tipos de coagulantes, o número de recirculações da água e a interação coagulante-número de recirculações. Quanto à influência do número de recirculações na contaminação fúngica dos grãos, houve efeito significativo apenas da contaminação com *A. restrictus*, nas amostras de grãos esterilizadas. Os resultados indicaram que, em geral, o número de recirculações da água não influenciou a contaminação fúngica dos grãos.

Verificou-se que o desenvolvimento de *A. ruber*, *A. restrictus* e *A. ochraceus* foi influenciado pelo tipo de agente coagulante adicionado à ARDC, sendo, por esta razão, realizado o teste de médias, cujos valores estão apresentados no Quadro 3.

**Quadro 1.** Contaminação fúngica dos grãos processados com ARDC não tratada e tratada com diferentes coagulantes

Recirc	Amostra	A. ruber		A. niger/carbo		A. restrictus		Fusarium		Cladosporium		A. ochraceus		A. candidus	
		SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE
1	Sem coagulante	16	1	2	0	24	2	8	6	4	0	4	0	0	0
2	Sem coagulante	10	2	0	0	26	0	4	6	10	0	2	0	0	0
3	Sem coagulante	8	0	8	0	20	0	4	4	14	0	0	0	0	0
4	Sem coagulante	14	0	0	0	8	4	4	2	6	0	0	0	0	0
5	Sem coagulante	16	6	2	0	14	12	10	4	10	0	0	0	0	0
1	Sulf. férrico	10	0	2	0	16	0	6	6	20	0	0	0	0	0
2	Sulf. férrico	18	10	4	0	12	0	12	8	4	0	0	0	4	0
3	Sulf. férrico	4	2	0	0	18	0	6	8	2	0	0	0	0	0
4	Sulf. férrico	6	0	0	0	10	0	10	4	16	0	0	0	0	0
5	Sulf. férrico	2	0	2	0	24	0	10	4	8	0	0	0	0	0
1	Sulf. alumínio	0	0	0	0	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0
2	Sulf. alumínio	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Sulf. alumínio	2	0	0	0	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0
4	Sulf. alumínio	8	0	4	0	8	6	2	2	0	0	0	0	0	0
5	Sulf. alumínio	6	0	0	0	8	0	4	2	2	0	0	0	2	0
1	Moringa	10	2	2	0	6	2	4	4	4	0	0	0	4	0
2	Moringa	2	0	2	0	12	0	4	0	10	0	0	0	0	0
3	Moringa	2	0	2	0	40	0	12	2	8	0	4	0	4	0
4	Moringa	2	0	2	0	2	0	12	10	2	0	2	0	2	0
5	Moringa	4	0	2	0	8	2	14	2	10	0	0	0	4	0

Em que: Recirc – número de recirculações da ARDC; SE – sem esterilização e CE – com esterilização

**Quadro 2.** Resumo da análise de variância da contaminação fúngica dos grãos processados com ARDC, sob diferentes tratamentos físico-químicos

FV	GL	Quadrados Médios													
		A. ruber		A. niger/carbo		A. restrictus		Fusarium		Cladosporium		A. ochraceus		A. candidus	
		SE.	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE	SE	CE
COAGULANTE (COAG.)	3	183,86**	12,13**	4,67 <sup>NS</sup>	0	352,00**	24,00**	98,67 <sup>NS</sup>	40,00 <sup>NS</sup>	4,80 <sup>NS</sup>	0	15,47**	0	0,53 <sup>NS</sup>	0
RESÍDUO (a)	4	11,60	2,00	2,00	0	33,60	0,8000	61,60	24,00	4,00	0	2,40	0	0,80	0
RECIRCULAÇÃO (RECIR)	4	28,40 <sup>NS</sup>	8,40 <sup>NS</sup>	1,60 <sup>NS</sup>	0	202,60 <sup>NS</sup>	19,40**	27,40 <sup>NS</sup>	3,60 <sup>NS</sup>	1,40 <sup>NS</sup>	0	1,00 <sup>NS</sup>	0	0,60 <sup>NS</sup>	0
RECIR. X COAG.	12	41,20 <sup>NS</sup>	10,80 <sup>NS</sup>	10,67*	0	151,67 <sup>NS</sup>	15,67**	18,33 <sup>NS</sup>	14,00 <sup>NS</sup>	3,80 <sup>NS</sup>	0	4,47 <sup>NS</sup>	0	0,87 <sup>NS</sup>	0
RESIDUO (b)	16	49,60	9,00	4,00	0	87,60	1,80	38,60	29,00	4,00	0	8,40	0	0,80	0
CV(%) PARCELA		47,97	128,56	83,89	0	43,91	63,88	118,92	128,92	30,77	0	258,20	0	89,44	0
CV(%) SUBPARCELA		99,193	272,73	117,65	0	70,90	95,83	94,135	141,71	78,7	0	333,33	0	289,83	0

Em que: SE – sem esterilização, CE – com esterilização e NS – F não significativo; \*\* F significativo a 1% e \* F significativo a 5%

**Quadro 3.** Valores médios da contaminação fúngica dos grãos, que não foram esterilizados, em função do tipo de tratamento recebido pela água utilizada no processamento

Tratamento	A. ruber	A. restrictus	A. ochraceus
Sem coagulante	12,8 A	18,4 A	1,2 A
Sulfato férrico	8,0 AB	16,0 A	0,0 B
Sulfato de alumínio	3,6 B	4,8 B	0,0 B
Extrato de semente de moringa	4,0 B	13,6 AB	1,2 A

Médias seguidas de, pelo menos, uma mesma letra não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

**Quadro 4.** Tipo de bebida proporcionada pelos grãos de café, cujos frutos foram processados com água em recirculação e submetida à adição de diferentes coagulantes

Repetições	Sem coagulante			Sulfato férrico			Sulfato de alumínio			Extrato de sementes de Moringa		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Recirculação 1	M	M	M	AM	AM	AM	AM	M	D	AM	M	AM
Recirculação 2	AM	AM	AM	D	AM	AM	AM	AM	AM	AM	AMPA	M
Recirculação 3	D	AM	AM	ADS	D	M	AM	M	AM	AM	D	M
Recirculação 4	AM	M	AM	AM	AM	M	AM	M	M	AM	AM	M
Recirculação 5	AM	AM	AM	AM	D	AM	FER	M	FER	AM	AM	M

Em que: AM - apenas mole, M - mole, AMPA- apenas mole e pouco adstringente, D - duro, ADS - adstringente, FER - fermentado

Os coagulantes proporcionaram controles diferenciados das espécies *A. restrictus* e *A. ochraceus*, tendo sido obtido maior controle do *A. restrictus* pelo sulfato de alumínio e do *A. ochraceus* pelos sulfatos férrico e de alumínio. Como a produção da ocratoxina (OTA) pelo *Aspegillus ochraceus* constitui, atualmente, uma das maiores preocupações no que se refere à qualidade dos grãos, os resultados indicaram que a adição destes dois agentes coagulantes podem trazer benefícios no controle deste patógeno.

No Quadro 4, estão apresentados os resultados de qualidade dos grãos, no que se refere ao tipo de bebida. Não foi verificada clara associação entre o tipo de bebida e os tratamentos e o número de recirculações da água no processo, nem mesmo aquele em que não houve a adição de coagulantes à ARDC, sendo sido as bebidas classificadas como *Mole* ou *Apenas Mole*. Isso significa que os grãos, processados com água em recirculação, obtiveram boa classificação no que se refere a este critério de avaliação, pois proporcionaram a produção de bebida de sabor suave.

Os resultados indicaram que o número de recirculações, que sabidamente aumenta a concentração de poluentes em suspensão e solução na água utilizada no processo, em geral, não alterou o tipo de bebida do grão, embora o tipo de bebida “fermentado” tenha ocorrido apenas na 5ª. recirculação. Acredita-se que isso seja devido ao fato de o grão ter breve contato com a ARDC, durante o processamento do descascamento/despolpa do fruto, o que concorreu para que não houvesse tempo de contato suficiente para que ocorresse depreciação de sua qualidade. Entretanto, como houve diferentes intensidades de contaminações fúngicas nos grãos, esperava-se que a atividade desses microrganismos pudesse alterar o tipo de bebida dos grãos.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que:

- a adição de coagulantes na ARDC proporcionou diminuição na contaminação fúngica, na superfície dos grãos processados;
- o coagulante sulfato de alumínio mostrou-se eficaz como agente fungicida no controle da

infestação nos grãos de café; o coagulante sulfato de alumínio foi mais eficiente no controle do *A. restrictus* e os sulfatos férrico e de alumínio foram, igualmente, eficientes no controle do *A. ochraceus*;

- o número de recirculações e o tipo de coagulante adicionado à ARDC não proporcionaram efeitos, a não ser em relação ao *A. restrictus*, na contaminação fúngica e nem na qualidade de bebida dos grãos de café.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GARRUTI, R.S.; CONAGIN, A. Escala de valores para avaliação da qualidade de bebida de café. **Bragantina**, Campinas, v.20, p.557 – 562, 1961.

PIMENTA, C.J.; VILELA, E.R. Qualidade do café (*coffea arábica* L), lavado e submetido a diferentes tempos de amontoa no terreiro. **Revista Brasileira de Armazenamento**. Viçosa, v.2, p.3-10, 2000.

LACERDA, L.A.O.; MIARELI, M.; DAVOLI J.Z.; CARVALHO, R.; LOPES, I.C.; GUERRA NETO, E.G.; KANASHIRO, J.K.; LUZIN, N.R.; SANTINATO, R.; CORTES, J.G.; PAES DE CAMARGO, A.; TEIXEIRA, A.A.; OLIVEIRA, N.A.; SANTINI, M. Influência da técnica de colheita e preparo na qualidade do café, em diferentes regiões cafeeiras do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 14, Campinas, 1987. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1987. p. 272-275.

MATOS, A.T. Tratamento e destinação final dos resíduos gerados no beneficiamento do fruto do cafeeiro. **Produção Integrada de Café**. ZAMBOLIM, L. (ed.). Viçosa: UFV; DPF, 2003. p.647-705.

SILVA, C.F.; SCHWAN, F.; DIAS, E.S.; WHEALS, A.E. Microbial diversity during maturation and natural processing of coffee cherries of *coffea arabica* in Brazil. **International Journal of Food Microbiology**. v.60, p.251-260, 2000.