

AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS EM RECIRCULAÇÃO NO PROCESSAMENTO DOS FRUTOS DO CAFEIEIRO

Luiz Gustavo de Rezende Raggi¹, Antonio Teixeira de Matos², Fátima Aparecida Resende Luiz³

(Recebido: 8 de fevereiro de 2008; aceito: 25 de março de 2008)

RESUMO: Objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar a eficiência de sistemas de tratamento na remoção de sólidos e material orgânico da água utilizada no processamento de frutos do cafeeiro (ARC), de modo a possibilitar sua recirculação. O sistema de recirculação da ARC foi operado em quatro circuitos: circuito curto, sem peneira (CC-SP), no qual a ARC era recirculada sem nenhum tratamento; circuito curto, com peneira (CC-CP), no qual a ARC passava por uma peneira pressurizada de malha; circuito longo, sem peneira (CL-SP), no qual a ARC passava por um tanque de decantação; e circuito longo, com peneira (CL-CP), no qual a ARC passava pela peneira de malha e depois pelo tanque de decantação. A peneira, incluída ao sistema de tratamento da ARC, apresentou baixa eficiência na remoção de CE, ST, SS, DBO e DQO, não resultando em efeitos significativos na qualidade da água em recirculação. Entretanto, o tanque de decantação foi eficiente na remoção das variáveis analisadas. O circuito CL-CP apresentou pequeno acréscimo nas eficiências de remoção, quando comparado ao CL-SP, não justificando a inclusão da peneira de malha no processo. Com base nos resultados obtidos, verificou-se que apenas o tanque de decantação é suficiente no tratamento da ARC, para fins de sua recirculação no processamento dos frutos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.).

Palavras-chave: Reuso de água, café, peneira de malha, decantação, *Coffea arabica*.

TREATMENT EVALUATION OF THE RECIRCULATING WATER SYSTEMS IN COFFEE FRUITS (*Coffea arabica* L.) PROCESSING

ABSTRACT: This study was carried out in order to evaluate treatment systems for removal of solids and organic material of the water (ARC) in way to make possible its recirculation in the coffee fruits processing. The recirculation of ARC was operated in four circuits: short circuit, without screen (CC-SP), when the ARC was recirculated without any treatment; short circuit, with screen (CC-CP), when the ARC went by a pressurized mesh screen; long circuit, without screen (CL-SP), when the ARC went by a decantation tank; and long circuit, with screen (CL-CP), when the ARC went by pressurized mesh screen and later for the decantation tank. The screen, included to ARC treatment system, showed low efficiency in removing CE, ST, SS, DBO and DQO, not resulting in significant effects in the quality of the water in recirculation. However, the decantation tank was more efficient in the removal of the analyzed variables. The circuit CL-CP presented small increment in the removal efficiencies, compared to CL-SP, not justifying the inclusion of the screen in the process. Thus the obtained data evidence the application only the decantation tank is sufficient in the ARC treatment for recirculation in the coffee fruits (*Coffea arabica* L.) processing.

Key words: Water reuse, coffee, mesh screen, decantation, *Coffea arabica*.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade é fator fundamental para valorização do grão de café e está associada, principalmente, à condução adequada dos procedimentos após a colheita. A adoção de técnicas mais adequadas no processamento do fruto do cafeeiro visa à obtenção de melhorias qualitativas e maior retorno econômico nas atividades de produção de grãos de café. Sabe-se que o processamento pós-colheita é constituído por uma série de operações unitárias que influenciam diretamente na qualidade

de, por consequência, no valor econômico dos grãos de café (NOGUEIRA, 1996).

O descascamento/despulpamento do fruto do cafeeiro consiste na retirada da casca do fruto maduro, por meio mecânico, seguido ou não da remoção da mucilagem com a lavagem final dos grãos (desmucilamento ou degomagem). Logo após o descascamento, os grãos podem ser levados diretamente para o terreiro, permanecendo a mucilagem aderida aos grãos durante a secagem, dando-lhes características tais como padrão e uniformidade, características de corpo, acidez e

¹Mestre em Engenharia Agrícola – Departamento de Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Viçosa/UFV – 36570-000 – Viçosa, MG.

²Professor Associado – Bolsista do CNPq – Departamento de Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Viçosa – 36570-000 – Viçosa, MG – atmatos@ufv.br

³Doutoranda em Engenharia Agrícola – Departamento de Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Viçosa/UFV – 36570-000 – Viçosa, MG – fatimaluiz@vicosa.ufv.br

doçura. O processamento do café por via úmida apresenta, ainda, algumas vantagens, como a diminuição da área ocupada em terreiros e em secadores, devido à diminuição do volume e do tempo necessário para a secagem. Entretanto, com a aplicação das técnicas de processamento pós-colheita por via úmida, os produtores de café têm se deparado com o problema da geração de águas residuárias no processo.

As águas residuárias do cafeeiro (ARC) resultantes da lavagem e descascamento/despolpa dos frutos são ricas em material orgânico, nutrientes e sais minerais e, se dispostas de forma inadequada no ambiente, apresentam alto potencial poluente para solo e lençol freático (MATOS & LO MONACO, 2003). Segundo esses autores, o principal efeito desse tipo de poluição em corpos d'água é a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido, utilizado por bactérias aeróbias em suas reações metabólicas de degradação do material orgânico lançado. Com a diminuição do oxigênio dissolvido na água, poderá haver morte de organismos aeróbios e danos à flora. Além disso, a disposição de água residuária rica em nutrientes pode causar a eutrofização dos corpos d'água, possibilitando o desenvolvimento excessivo de plantas aquáticas e algas, colocando em risco a qualidade das águas.

Segundo Matos et al. (2006), geralmente são gastos, no descascamento/despolpa dos frutos do cafeeiro, de 3 a 5 litros de água para cada litro de fruto descascado. Com o intuito de racionalizar o uso e minimizar os custos com a água, alguns produtores têm optado por recircular a água por 4 a 12 horas no processamento. Com a recirculação da água, esse volume pode chegar a menos de 1 litro de água para cada litro de fruto processado. Porém, com o processo de recirculação da água, ocorre aumento expressivo na concentração de material suspenso e em solução, podendo comprometer a qualidade final do produto.

Para o setor agroindustrial, as propriedades químicas, físicas, sensoriais e higiênico-sanitárias devem estar de acordo com os padrões estabelecidos, para que o café seja considerado de qualidade (MENDONÇA, 2004). Assim, para possibilitar a preservação da qualidade do produto e utilização da água por mais tempo no descascamento/despolpa dos frutos do cafeeiro, torna-se necessário um tratamento prévio da água em recirculação no processo. Por essa

razão, torna-se indispensável o desenvolvimento de tecnologias que possibilitem a remoção, em curto período de tempo, de sólidos em suspensão nessas águas, de forma a possibilitar a obtenção de um produto de boa qualidade, com economia de água no processamento (MATOS et al., 2006).

Das unidades de processamento de frutos de cafeeiro, poucas dispõem de sistema de tratamento para a água em recirculação. Os sistemas de tratamento empregados são, na maior parte das vezes, constituídos apenas por decantadores, sabidamente incapazes de proporcionar remoção adequada dos poluentes e melhoria satisfatória na qualidade da água. Atualmente, tem sido recomendado o uso de peneiras pressurizadas de malha para remoção do material orgânico contido na água residuária, o que, segundo o fabricante do equipamento, torna possível a utilização da água por maior período de tempo, sem a necessidade de troca.

A sedimentação ou decantação é um processo físico de separação de partículas sólidas com massa específica superior à do líquido circulante. Em tanque nos quais a velocidade da água é baixa, as partículas tendem a ir para o fundo, formando, assim, uma camada de lodo e tornando o líquido sobrenadante clarificado (SPERLING, 2005).

As peneiras caracterizam-se por apresentar pequenas aberturas, de 0,25 a 5,00 mm, sendo usadas para remoção de sólidos muito finos ou fibrosos. O processo de peneiramento sempre foi muito utilizado, com o intuito de separar produtos em diferentes granulções e formatos, bem como de retirar impurezas, adequando produtos às especificações exigidas. Segundo Jordão & Pessôa (1995), a evolução para modelos de auto-limpeza e grau de mecanização simplificado estabeleceu ampla aplicabilidade dessas unidades, pois reduziram o custo e a área necessária para as unidades de tratamento subsequentes.

A filtração é um processo físico de retenção de partículas, cuja eficiência está diretamente relacionada ao diâmetro efetivo e à uniformidade do material filtrante utilizado. De acordo com Metcalf & Eddy (2003), as variáveis mais importantes a serem consideradas no projeto de filtros para a remoção de resíduos sólidos suspensos são: a natureza do efluente a ser filtrado, o tamanho das partículas (granulometria) do material filtrante e a taxa de filtração.

A escassez de informações sobre a eficiência dos sistemas de tratamento da água, quando em recirculação no processamento de frutos do cafeeiro, tem dificultado a implantação de mais sistemas nas unidades de processamento. Assim, com a realização deste trabalho, objetivou-se avaliar a decantação e o uso de peneiras pressurizadas de malha no tratamento de água em recirculação no processamento dos frutos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Unidade de Processamento de Frutos do Cafeeiro da Fazenda Braúna, situada no município de Araponga, MG, no período de 4 a 10 de agosto de 2005. Os frutos utilizados foram das variedades Catucaí e Catuaí, colhidos em área contendo 700.000 pés de cafeeiro, com produção média de cerca de 4.500 sacas de café cereja. O sistema implantado na propriedade é constituído por lavagem dos frutos, seguida de descascamento/despolpa e desmucilagem, podendo

a água da lavagem e descascamento/despolpa ser direcionada (circuito longo) ou não (circuito curto) ao decantador, para tratamento, antes de ser armazenada e disponibilizada à recirculação.

No sistema convencional usado para o processamento dos frutos do cafeeiro em estudo, realizam-se a lavagem e separação, descascamento/despolpa e desmucilagem dos frutos (Figura 1). Nesse sistema, os frutos colhidos na lavoura foram colocados na moega receptora, ficando as impurezas de dimensões maiores que o fruto, tal como folhas, galhos e pedras, retidas na grade metálica. Os frutos e impurezas que passam pela grade são direcionados, por gravidade, ao conjunto de máquinas, que utiliza a água do reservatório de 3.000 L, que é recirculada no processo.

Ao passarem pelo lavador/separador, há a separação dos frutos bóa dos cereja e verdes. Os frutos cereja e verdes foram conduzidos para o descascador, de onde os frutos verdes são separados dos frutos cereja, os quais são descascados e

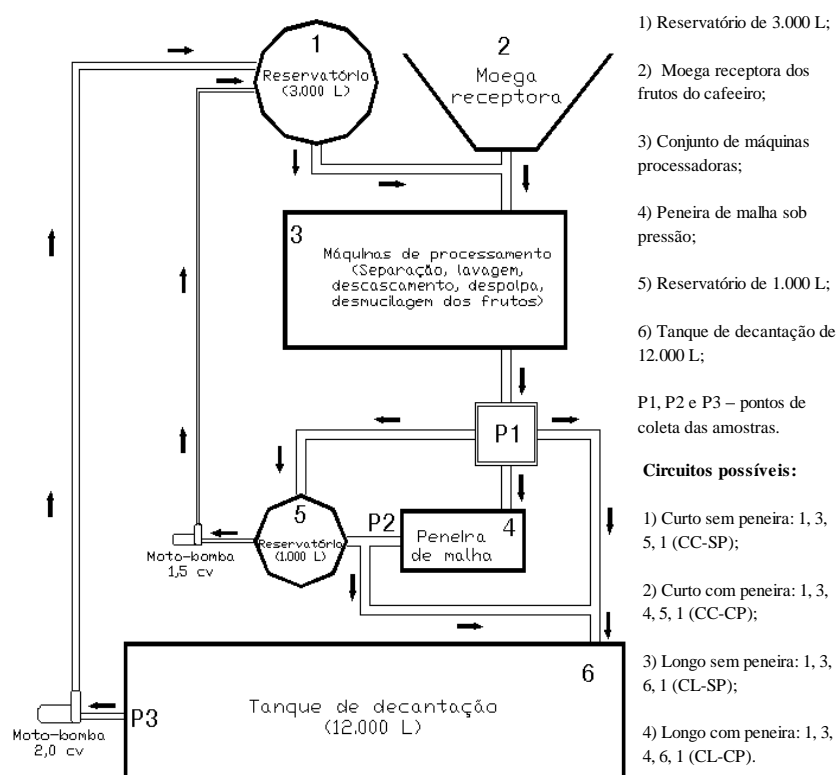


Figura 1 – Esquema do sistema de beneficiamento de frutos do cafeeiro utilizado no trabalho.

conduzidos aos desmuciladores, para a retirada da mucilagem. A água usada no processo foi escoada, por gravidade, para o tanque de decantação de 12.000 L, de onde foi bombeada para o reservatório de 3.000 L, com o uso de uma bomba de 1,472 kW (2 CV), iniciando-se o processo de recirculação.

Ao sistema convencional de processamento, foi proposta a inclusão de uma peneira pressurizada de malha, comercializada sob a denominação de ECCO CAFÉ, peneira pressurizada com malha (100 µm de diâmetro de furo), que foi colocada logo após o conjunto de máquinas de lavagem e separação, descascamento/despolpa e desmucilagem, para receber o efluente do processo. Esse efluente, depois de processado na peneira, foi conduzido para um reservatório de 1.000 L, de onde era bombeado, utilizando-se uma bomba de 1,104 kW (1,5 CV), para o reservatório de 3.000 L, localizado no início do sistema, a fim de ser reutilizado (Figura 1).

O sistema instalado para a recirculação da água no processamento dos frutos do cafeeiro pôde ser operado de duas formas: pelo circuito curto – nesse caso, o efluente das máquinas de processamento foi direcionado ao reservatório de 1.000 L, de onde era bombeado até o reservatório de 3.000 L, reiniciando-se o processo; pelo circuito longo – o efluente das máquinas de processamento foi direcionado ao tanque de decantação, de onde era bombeado até o reservatório de 3.000 L, reiniciando-se novamente o processo.

A peneira pressurizada de malha foi instalada visando ao tratamento da água proveniente das máquinas de processamento. O efluente dessas máquinas foi direcionado, ora ao reservatório de 1.000 L, ora ao tanque de decantação, de onde, em ambos os casos, era bombeado para o reservatório de 3.000 L, no início do processo.

Visando à obtenção de dados que possibilitassem a avaliação do sistema sem a inclusão da peneira pressurizada de malha, o sistema foi, também, operado com a recirculação da água na forma convencional, utilizando-se apenas o tanque de decantação localizado ao final do sistema de beneficiamento.

Foram utilizados os seguintes circuitos para a recirculação da água usada no processamento dos frutos do cafeeiro, conforme descrito na Figura 1:

a) Circuito curto, com passagem da água residuária pela peneira pressurizada de malha (CC-CP);

b) Circuito curto, sem a passagem da água residuária pela peneira pressurizada de malha (CC-SP);

c) Circuito longo, com passagem da água pela peneira pressurizada de malha e pelo tanque de decantação (CL-CP);

d) Circuito longo, sem passagem da água pela peneira pressurizada de malha, mas com passagem pelo tanque de decantação (CL-SP).

Amostras da água em recirculação, utilizadas no processamento dos frutos do cafeeiro, foram coletadas em diferentes posições do circuito hidráulico, ao longo de uma jornada diária de processamento. No sistema com circuito longo de recirculação (item c), que incluiu a peneira pressurizada de malha, foram coletadas amostras antes e depois do peneiramento, nas posições P1, P2 e P3, conforme identificadas na Figura 1. No sistema com circuito longo (item d), no qual a peneira pressurizada não foi utilizada, foram coletadas amostras nas posições P1 e P3. No sistema com circuito curto de recirculação (item a), foram coletadas amostras antes e depois da passagem da água pela peneira, ou seja, nas posições P1 e P2. No sistema em que a peneira não foi utilizada (item b), foram coletadas amostras na posição P2, antes do bombeamento da água para a recirculação. Nesse caso, o objetivo foi verificar dados relativos à incorporação de sólidos e a carga orgânica na água utilizada durante o processo de recirculação.

Em cada ponto do sistema, foram coletados 2 L de água em recirculação. Foram realizadas, em três replicatas, análises físicas, químicas e bioquímicas nas amostras coletadas, tais como: concentração de sólidos totais (ST), sólidos suspensos (SS), condutividade elétrica (CE), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e medição do potencial hidrogeniônico (pH). As amostras de água utilizada no processo foram analisadas de acordo com o especificado no Standard Methods (APHA, 1998). Todas as análises nas amostras foram feitas no Laboratório de Qualidade da Água, do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando a distribuição dos frutos processados neste experimento, por tipo, verificou-se que cerca de 68% do total eram constituídos por frutos bóias, cerca de 11,5% de cerejas e de 20,5% de verdes. No circuito curto com peneira (CC-CP) e sem (CC-SP), a relação entre o volume de água gasto e o volume de frutos processados foi de 0,55 e, no circuito longo com peneira (CL-CP) e sem peneira (CL-SP), foi de 1,4. A relação de 1,4, obtida quando se utilizou o circuito longo, está próxima da relação citada por Matos (2003), que foi de 1,8 L de água gasto para

cada litro de fruto processado. Porém, a relação de 0,55, obtida quando se utilizou o circuito curto, pode ser considerada baixa, concorrendo para que a água em recirculação apresentasse elevada concentração de carga orgânica e material em suspensão, o que pode trazer prejuízos à qualidade final dos grãos (afetar a qualidade de bebida), embora seja eficiente na economia de água. O maior volume utilizado para o beneficiamento utilizando-se o circuito longo deveu-se à utilização do tanque de decantação que, para ser operado, necessitou de um volume mínimo de água de 12.000 L.

Nas Figuras 2, 3, 4 e 5, estão apresentadas as curvas de variação de CE, pH, ST, SS, DQO e DBO,

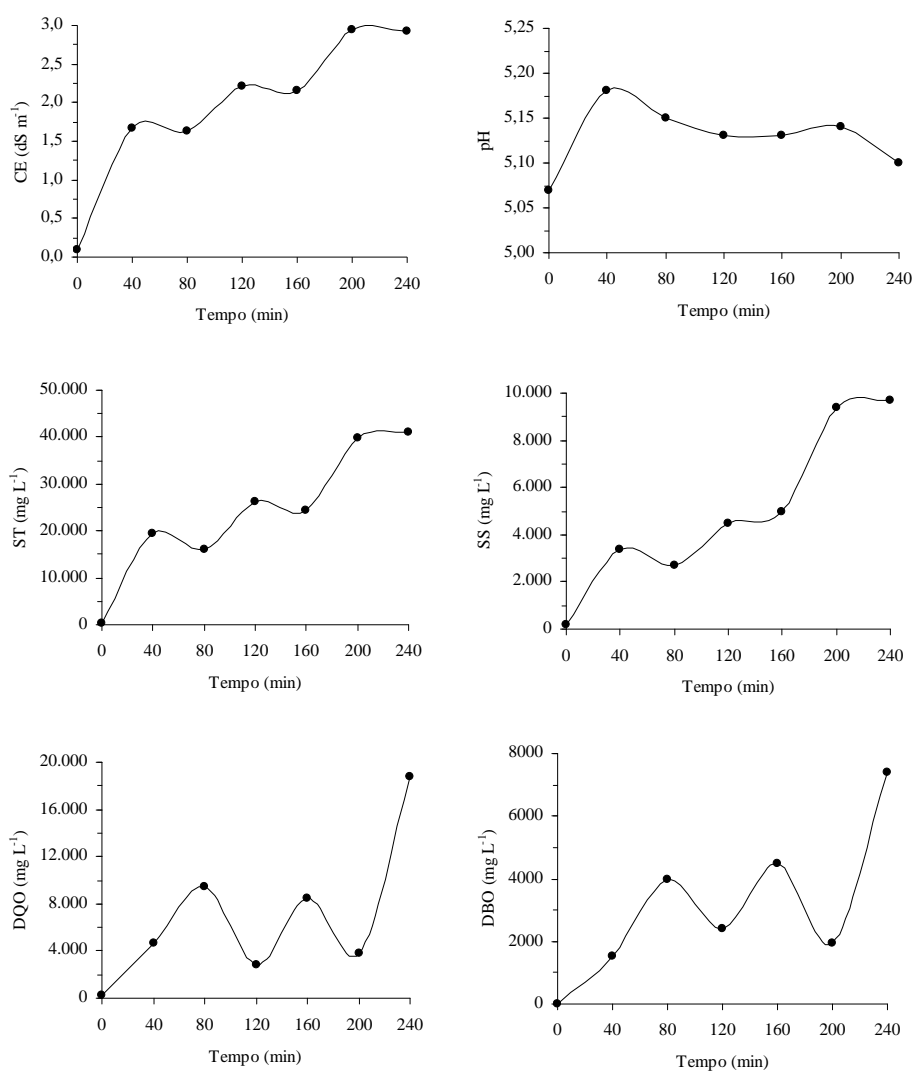


Figura 2 – Variação da qualidade da água em recirculação sem passagem por sistema de tratamento (CC-SP).

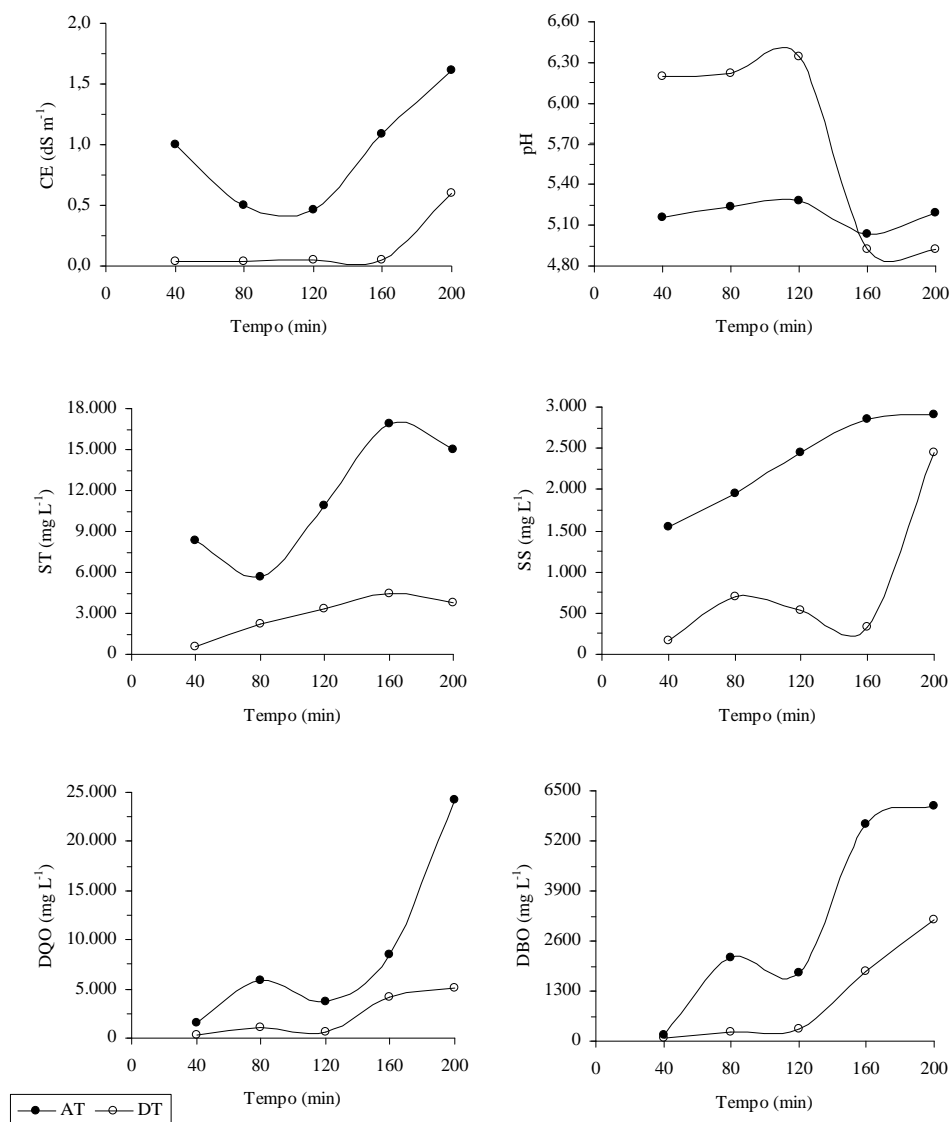


Figura 3 – Variação da qualidade da água em recirculação antes (AT) e após (DT) passar pelo tanque de decantação (CL-SP).

de amostras de águas residuárias coletadas nos circuitos avaliados, correspondendo a CC-SP, CL-SP, CC-CP e CL-CP.

Na Figura 2, pode-se verificar que houve elevação seguida de decréscimo no valor do pH da água utilizada no processamento dos frutos do cafeeiro com o tempo de operação do sistema. A elevação do pH da água pode ser decorrente da mistura com a água mantida no reservatório de 3.000 L, possivelmente de maior pH. O posterior

decréscimo no valor do pH foi decorrente da adição de material orgânico dos frutos, que apresentam reação ácida.

Na avaliação da qualidade da água em recirculação no sistema de beneficiamento dos frutos do cafeeiro, verificou-se tendência de aumento na concentração de SS e ST com o tempo, o que está associado à entrada de maior quantidade de material particulado na água, à medida que novos lotes de frutos foram sendo processados. O aumento na

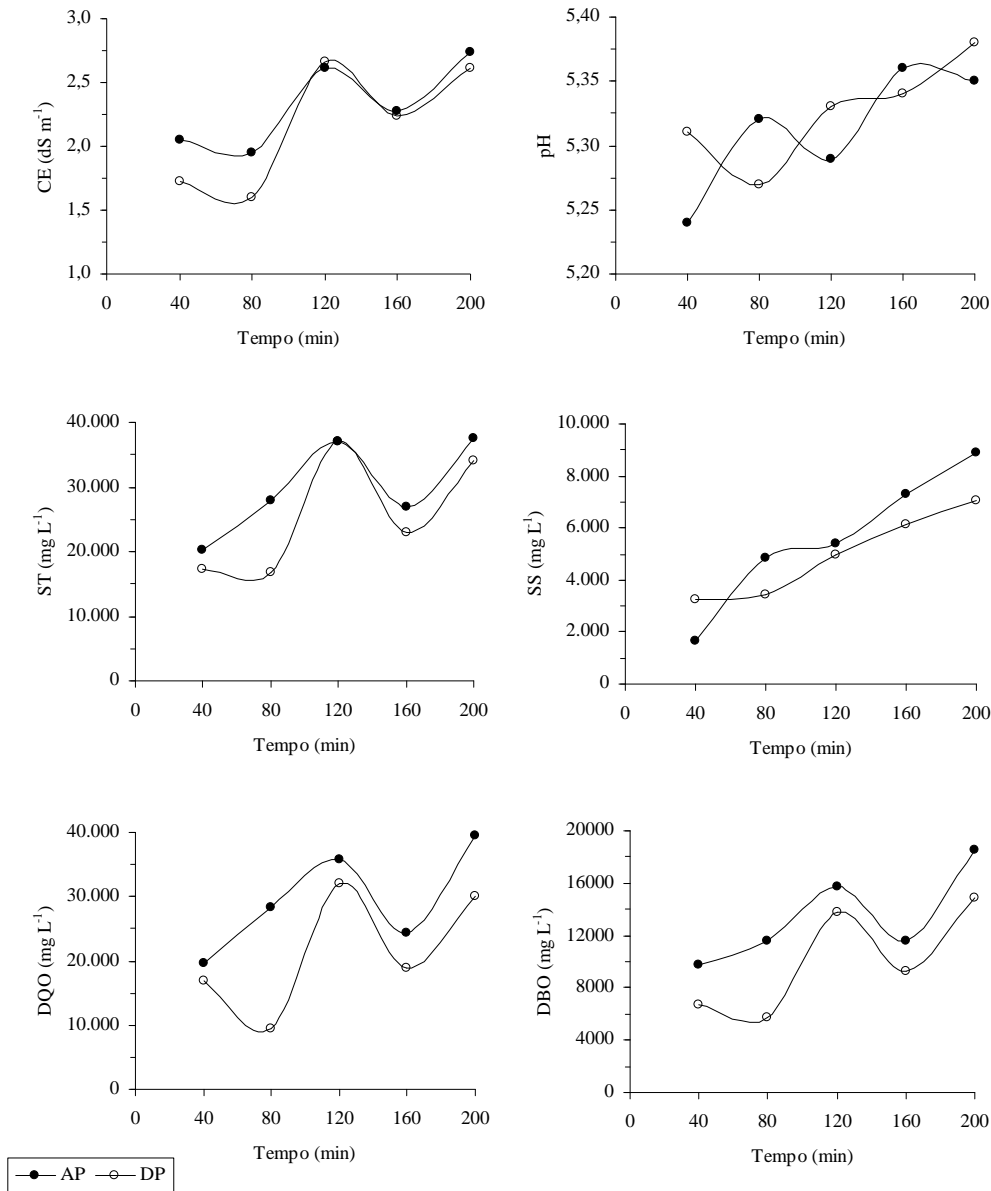


Figura 4 – Variação da qualidade da água em recirculação antes (AP) e após (DP) passar pela peneira pressurizada de malha (CC-CP).

concentração de sólidos proporcionou aumento nos valores de DBO, DQO e CE, indicando que eles eram constituídos por material orgânico e íons em solução. Da forma como está instalado o sistema, o tempo máximo de operação em circuito curto não deveria ultrapassar 80 min, tendo em vista que a qualidade da água atinge condição inadequada para recirculação.

Pela Figura 3, observa-se que o tanque de decantação cumpriu, com eficiência, a sua função, que é a de remover SS e, conseqüentemente, parte dos ST. Os valores das concentrações de ST, DQO e DBO, atingidos a partir de 160 min de operação, foram indicativos de que o sistema começou a entrar em colapso, ou seja, por falta de descarga do lodo, a água em recirculação começou a carrear lodo retido

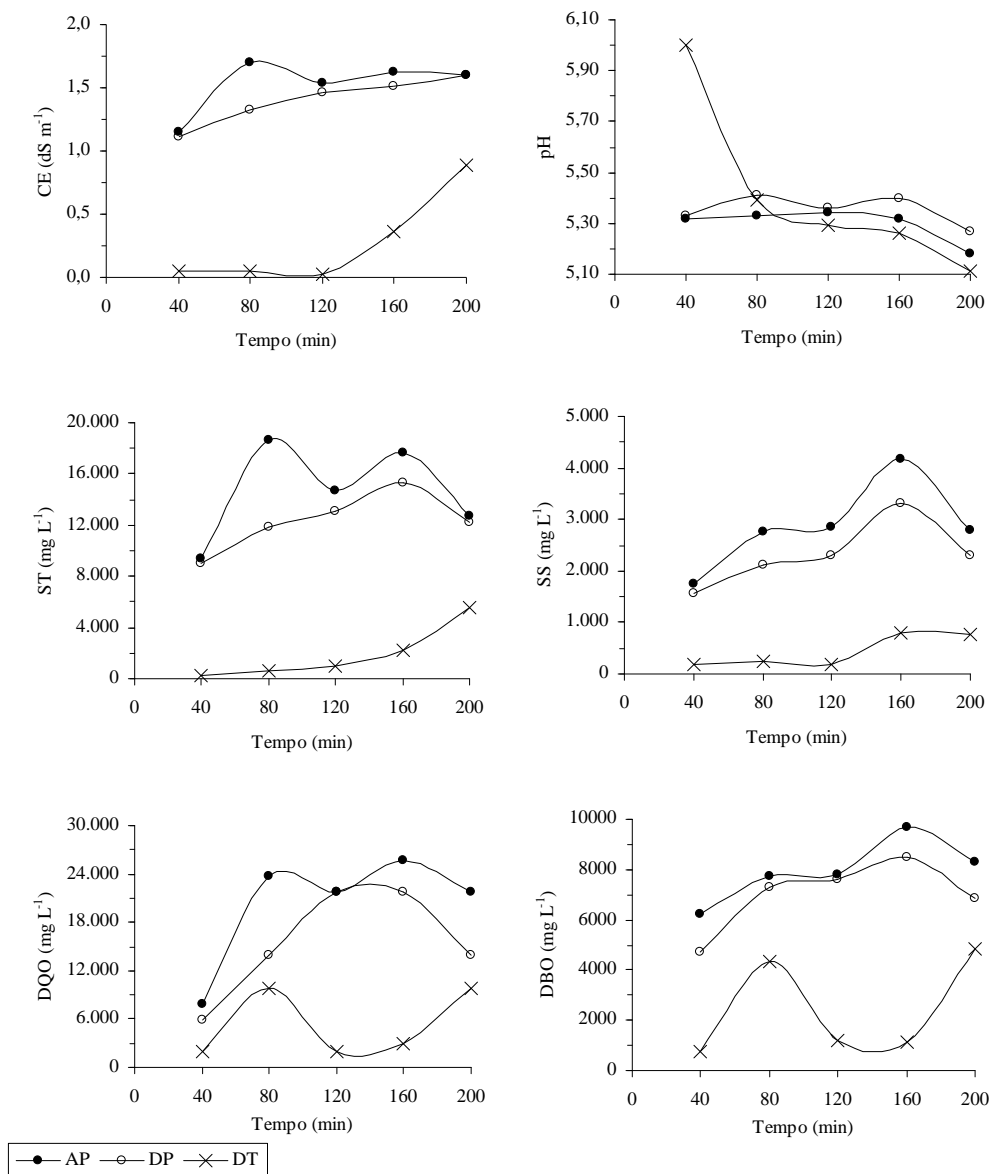


Figura 5 – Variação da qualidade da água em recirculação antes (AP) e após (DP) passar pela peneira pressurizada de malha e pelo tanque de decantação (DT) (CL-CP).

no decantador. Acredita-se que, caso o decantador apresentasse tempo de detenção hidráulica, tal como recomendado pela literatura, que é de 60 a 150 min (JORDÃO & PESSÔA, 1995), os resultados poderiam ter sido melhores.

As variações no pH efluente, em relação ao afluente, podem ser explicadas pela liberação de cátions de reação básica, presentes no lodo de fundo

do decantador, que se apresentavam em condições de degradação ativa. Acredita-se que, com o passar do tempo, formou-se nova camada de lodo (material bruto, ainda em condições de baixa degradabilidade) sobre a camada existente, razão por que essa liberação não mais ocorreu.

O sistema de decantação possibilitou significativa remoção de DBO da água residuária. A

remoção de DQO foi semelhante à obtida na DBO, à exceção dos dados obtidos aos 200 min de operação do sistema, quando a remoção de DQO foi mais alta do que as obtidas nos outros períodos.

Diferentemente ao que foi observado em relação ao tanque de decantação, de uma forma geral, evidenciou-se pequena alteração na qualidade da água em recirculação, em circuito curto, pelo fato de ela ter passado pela peneira pressurizada (Figura 4).

Os valores de CE afluente e efluente foram semelhantes, demonstrando a ineficácia da peneira pressurizada de malha na remoção de sólidos dissolvidos (SD). A remoção de sólidos totais, bem como a de sólidos em suspensão, potencialmente as maiores contribuições esperadas da peneira pressurizada de malha, foi pequena. Os resultados obtidos não indicam a obtenção de efeito compensador do equipamento no tratamento de água recirculação.

A remoção obtida na DBO, após 120 min de operação do sistema, ficou na faixa de 15 a 20% e de DQO na faixa de 10 a 25%. Considerando que o material orgânico presente é a principal razão de perda de qualidade da água no descascamento do fruto, provocando, inclusive maus odores, o efeito da peneira pressurizada de malha, também em relação a essas variáveis, não foi satisfatório.

Com o resultado da avaliação estatística dos dados, utilizando o teste “t” de *Student*, para comparação da qualidade da água recirculada sem tratamento com a recirculada no mesmo circuito, porém, com a inclusão do tratamento em peneira pressurizada, verifica-se que, em nível de 10% de probabilidade, o uso da peneira teve influência sobre

as variáveis ST, DBO e DQO, mas não proporcionou efeito nas demais variáveis.

Avaliando os resultados obtidos pela operação do CL-CP (Figura 5), verifica-se que, de forma semelhante ao que ocorreu no CC-CP e CL-SP, a peneira pressurizada pouco afetou a qualidade da água, ao passo que o decantador sim, à exceção do valor de pH, que alterou, para melhor, a qualidade da água em recirculação. Pelos resultados, comprovou-se que o decantador foi muito mais importante para a melhoria na qualidade da água em recirculação do que a peneira pressurizada de malha.

A CE e a concentração de ST não diferiram, em nível de 10% de probabilidade, com passagem da água pela peneira pressurizada. O decantador, por sua vez, proporcionou alterações significativas, em nível de 10% de probabilidade, em todas as variáveis avaliadas, à exceção do pH,

Na Tabela 1 está representada a eficiência de separação sólido/líquido e de remoção de carga orgânica do afluente ao sistema de lavagem e descascamento/despolpa de frutos do cafeeiro, na peneira pressurizada de malha, no tanque de decantação e a eficiência obtida pelo conjunto peneira de malha mais o tanque de decantação.

Avaliando a qualidade da água após sua passagem pela peneira, verificaram-se resultados semelhantes quando se operou o sistema em circuito curto (sem decantador) e longo (com decantador). A peneira proporcionou eficiência de 15% na remoção de ST e SS, quando operou em circuito curto; e de 14% de ST e 18% de SS, quando operou em circuito longo. De forma semelhante ao que foi observado

Tabela 1 – Eficiência na remoção, em porcentagem, entre as concentrações afluentes e efluentes de sólidos e carga orgânica das águas residuárias do descascamento/despolpa dos frutos do cafeeiro, nos diferentes circuitos avaliados.

Variáveis	CC-CP		CL-CP		CL-SP
	(P)	(P)	(T)	(P+T)	(T)
ST	15	14	85	86	75
SS	15	18	82	86	67
CE	8	8	82	83	88
DBO	26	12	65	69	66
DQO	27	23	60	74	74

CC-SP - ARC foi recirculada sem nenhum tratamento; CC-CP - ARC passou por uma peneira pressurizada de malha; CL-SP - ARC passou por um tanque de decantação; e CL-CP - ARC passou pela peneira de malha e, em seguida pelo tanque de decantação; (P) – Peneira da malha; (T) – Tanque de decantação; (P+T) – Conjunto: Peneira de malha e tanque de decantação.

para os sólidos, verificou-se que a peneira não proporcionou efeitos consideráveis na remoção da carga orgânica (DBO e DQO), no circuito curto e no circuito longo. Pelos resultados obtidos, pode-se inferir que a peneira não proporcionou qualidade de água suficiente para que ela possa permanecer por um período de 8 horas (jornada de um dia de processamento de frutos do cafeeiro), em recirculação, no sistema operado em circuito curto, já que apresentou altos valores de DBO e DQO, notadamente no final do período de operação do equipamento. Altos valores de DBO e DQO, além de proporcionarem maus odores, podem causar depreciação na qualidade do produto.

No tanque de decantação, há remoção de sólidos em suspensão e não de sólidos dissolvidos, a não ser que sejam adicionadas substâncias coagulantes à água residuária. Como não houve adição de substâncias coagulantes neste experimento, a diminuição nos valores de CE, observados no efluente do tanque de decantação e que são indicativos de menor concentração de sólidos dissolvidos na água, estão associados à diluição inicial da água residuária efluente da peneira de malha no tanque de decantação, em virtude de já haver água “limpa” no decantador. Pelos resultados obtidos de CE, observa-se, porém, que a peneira pouco interferiu na CE ou concentração de SD na água, restringindo-se a remover partículas sólidas mais grosseiras.

A remoção de SS da água com a utilização da peneira, tal como observado para ST, não foi suficiente para proporcionar efeitos significativos na qualidade da água, apesar de ser essa a principal função da máquina de separação sólido/líquido. Verificou-se, também, que o uso do tanque de decantação mostrou-se muito mais eficiente para a remoção de sólidos (ST e SS) da água do que a peneira. Comparando-se os dados relativos à eficiência na remoção de sólidos e carga orgânica pelo tanque de decantação, com e sem a presença da peneira pressurizada no sistema, observou-se que a presença desse mecanismo proporcionou maior eficiência na remoção de sólidos (ST e SS), porém, o mesmo não foi observado em relação à DBO e CE. Acredita-se que o aumento na remoção de DBO da água esteja associado ao fracionamento das partículas sólidas em suspensão na água, quando da sua pressão contra a malha, dentro da peneira. Isso fez aumentar

a concentração de SD e, conseqüentemente, a concentração de DBO solúvel na água em recirculação.

Cabanellas (2004) encontrou valores médios de remoção de DQO, DBO e SS de 33, 32 e 55%, quando utilizou diferentes coagulantes no processo de sedimentação da água em recirculação no processamento dos frutos do cafeeiro. Segundo o mesmo autor, concentrações de DQO, ST e CE da água de recirculação iguais a 6.000 mg L⁻¹, 3.800 mg L⁻¹ e 0,96 dS m⁻¹, respectivamente, não causaram alteração na qualidade dos grãos processados com a ARC sob recirculação. Acredita-se que isso se deva ao fato de o grão ter apenas breve contato com a água durante o processamento, não possibilitando, dessa forma, a depreciação na sua qualidade. Entretanto, o autor verificou que, apesar de não ter ocorrido depreciação na qualidade dos grãos, no que se refere ao tipo de bebida que produz, foram encontrados na superfície dos grãos processados com ARC recirculada, sem a adição de coagulantes, maiores quantidades de fungos, o que pode levar à depreciação dos grãos.

Apesar de os poucos dados encontrados na literatura informarem que não há redução da qualidade dos grãos de café processados com a recirculação da ARC, considera-se necessário inserir no sistema de processamento unidades simplificadas de tratamento, com vistas à redução nas concentrações de material orgânico em suspensão na água em recirculação, evitando-se, assim, possíveis contaminações e mais significativa deterioração dos grãos.

4 CONCLUSÕES

A ARC que não sofreu nenhum tratamento durante o processo de recirculação da água no processamento dos frutos do cafeeiro apresentou contínuo aumento nos valores de todas as variáveis analisadas, exceto no que se refere ao pH;

A peneira pressurizada de malha, nas condições estudadas no presente trabalho, não se mostrou adequada para o tratamento de águas recirculadas no processamento do fruto do cafeeiro, já que não proporcionou aumento na eficiência de remoção de poluentes nelas contidos. O tanque de decantação, por outro lado, mostrou-se de suma importância no tratamento da água em recirculação

no processamento dos frutos do cafeeiro, pois proporcionou eficiente remoção de sólidos (ST e SS) e, conseqüentemente, DBO e DQO dessas águas;

Pode-se prolongar o tempo de uso da água no processamento de frutos do cafeeiro, desde que se instale um sistema de decantação, adequadamente dimensionado, para tratamento da água.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19. ed. Washington, DC: APHA; AWWA; WPCF, 1998. No page.

CABANELLAS, C. F. G. **Tratamento da água sob recirculação em escala laboratorial, na despolpa dos frutos do cafeeiro**. 2004. 103 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 1995. 720 p.

NOGUEIRA, V. S. Preparo do café. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p. 423-432.

MATOS, A. T. Tratamento e destinação final dos resíduos gerados no beneficiamento dos frutos do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Produção integrada de café**. Viçosa: UFV, 2003. p. 647-708.

MATOS, A. T.; CABANELLAS, C. F. G.; BRASIL, M. S. Ensaio de sedimentação em água utilizada no descascamento/despolpa de frutos do cafeeiro. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 14, n. 3, p. 148-155, 2006.

MATOS, A. T.; LO MONACO, P. A. **Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos e líquidos da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro**. Viçosa: UFV; Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais, 2003. 68 p. (Boletim técnico).

MENDONÇA, L. M. V. L. **Características químicas, físico-químicas e sensoriais de cultivares de *Coffea arabica* L.** 2004. 153 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

METCALF; EDDY. **Wastewater engineering: treatment and reuse**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2003. 1819 p.

SPERLING, M. von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452 p.