

Produção de café cereja descascado com gasto mínimo de água

Sammy Fernandes Soares¹, Aldemar Polonini Moreli², Sérgio Maurício Lopes Donzeles³, Juarez de Souza e Silva⁴, Douglas Gonzaga Vitor⁵

Resumo - As melhores bebidas de café são obtidas dos frutos maduros ou cerejas, razão pela qual lotes de café originários desses frutos são mais valorizados no mercado. O processamento dos frutos do cafeeiro, para obter o café cereja descascado, reduz o tempo e os custos de secagem. Entretanto, consome muita água e gera a água residuária do café (ARC), rica em material orgânico, com potencial para poluir o ambiente. É preciso reduzir o gasto de água no processamento, tanto para economizar quanto para diminuir a geração de ARC. O reúso desta água no processamento é uma opção, que reduz acentuadamente seu gasto. Para reusar a água residuária por mais tempo é fundamental remover parte dos resíduos nela contidos. Existem máquinas para isso. São abordadas informações sobre a geração e o reúso da ARC e apresentado um sistema de remoção de resíduos que pode ser construído pelo cafeicultor, denominado Sistema de Limpeza de Águas Residuárias (SLAR). Este sistema foi utilizado em experimento no qual a ARC foi reutilizada ao longo de uma semana de processamento, e o consumo ficou abaixo de 0,3 L de água por litro de frutos processados.

Palavras-chave: Fruto do cafeeiro. Processamento. Águas residuais. Tratamento da água. Reaproveitamento da água. Resíduo.

INTRODUÇÃO

O processamento dos frutos do cafeeiro, visando à produção do café cereja descascado, é uma prática que vem sendo adotada por um número crescente de cafeicultores. O principal motivo para isso é que esse tipo de café descascado é mais valorizado no mercado. Mas existem outras razões que motivam os cafeicultores a optarem por essa prática.

O ato de processar os frutos para obter café cereja descascado envolve operações de limpeza, lavagem, descascamento e desmucilamento, nas quais várias impurezas, cascas e parte da mucilagem são removidas, e o café é separado em três lotes –

café boia, verde e cereja descascado – com teores de umidade mais uniformes, o que permite ajustar as condições de secagem para cada um desses cafés.

A remoção das impurezas e, em especial, das cascas, além de conferir maior valor ao café, possibilita reduzir a estrutura de secagem, o tempo e a mão de obra envolvida, diminuindo o custo dessa operação.

Em regiões com alta umidade, durante o período de colheita e processamento do café, a remoção de parte da mucilagem no descascamento e desmucilamento reduz o risco da ocorrência de fermentações que comprometem a qualidade da bebida do café. Entretanto, o processamento do café

cereja descascado consome muita água e gera água residuária do café (ARC), rica em material orgânico, com potencial para poluir o ambiente. Para usufruir das vantagens que a produção de café cereja descascado possibilita é fundamental minimizar o gasto de água e a geração de ARC no ato de processar os frutos.

Este artigo aborda diversos aspectos relacionados com a legislação pertinente ao uso da água e com a atividade de processamento dos frutos do cafeeiro, bem como traz informações referentes à geração e ao reúso da ARC, visando subsidiar o planejamento, a implantação e a operação de unidades de processamento de café por via úmida.

¹Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. EMBRAPA Café/EPAMIG Zona da Mata, Viçosa, MG, sammy.soares@embrapa.br

²Adm. Empresas, D.Sc., Prof. IFES, Ibatiba, ES, aldemar.moreli@ifes.edu.br

³Eng^o Agrícola, D.Sc., Pesq. EPAMIG Zona da Mata, Viçosa, MG, slopes@ufv.br

⁴Eng^o Agrícola, Ph.D., Prof. Voluntário UFV - Depto. Engenharia Agrícola, Viçosa, MG, juarez@ufv.br

⁵Eng^o Agr^o, Bolsista Consórcio Pesquisa Café/EPAMIG Zona da Mata, Viçosa, MG, dgv.agro2006@hotmail.com

OUTORGA DE ÁGUA

A Agência Nacional de Águas (ANA), por meio da Resolução nº 317, de 26 de agosto de 2003, instituiu o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNDARH), para registro obrigatório de pessoas físicas e jurídicas, de direito público ou privado, usuárias de recursos hídricos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2003). O processamento dos frutos do cafeeiro consome água e os cafeicultores que utilizam essa prática precisam estar cadastrados no CNDARH. A Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad) e o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), por meio da Resolução Conjunta nº 1.844, de 12 de dezembro de 2013, estabelecem os procedimentos para o cadastramento obrigatório de usuários de recursos hídricos superficiais e subterrâneos no estado de Minas Gerais (SEMAD; IGAM, 2013). O cadastro não confere ao usuário o direito de uso de recursos hídricos, para isso é necessário autorização ou outorga.

A Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, que estabelece seus fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos. A outorga de água é um dos instrumentos dessa Política, que tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos. Esse controle evita conflitos entre usuários de recursos hídricos (BRASIL, 1997).

A outorga de uso de água de corpos hídricos de domínio da União é feita pela ANA e, nos demais corpos hídricos, por instituições estaduais que respondem pela gestão ambiental. Em Minas Gerais, o Igam é a instituição responsável pela outorga de direito de uso de recursos hídricos.

O processo de licenciamento das atividades agrícolas que fazem uso da água exige como pré-requisito o documento de outorga de direito de uso de recursos hídricos, indispensável também para pleitear financiamento junto a instituições financeiras públicas e privadas, bem como para adquirir certificação de qualidade (EUCLYDES, 2011).

REGULARIZAÇÃO DA UNIDADE DE PROCESSAMENTO

As atividades de beneficiamento primário de produtos agrícolas, que envolvem limpeza, lavagem, descascamento, secagem e classificação, dependem de regularização ambiental para operar, e são classificadas pelo porte e potencial poluidor, conforme estabelecido pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam), na Deliberação Normativa nº 74, de 9 de setembro de 2004 (COPAM, 2004).

As unidades de processamento de frutos do cafeeiro com capacidade de processar menos que 5 mil toneladas, entre 5 mil e 50 mil e mais que 50 mil toneladas por mês são consideradas de pequeno, médio e grande portes, respectivamente, e o potencial poluidor da atividade é médio (COPAM, 2004).

Orientações para obter outorga de água e regularização ambiental da atividade de processamento dos frutos do cafeeiro podem ser encontradas no site da Semad⁶. Os formulários de caracterização do empreendimento (FCE), necessários para entrar com os respectivos processos, podem ser obtidos no site da Semad ou da Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Supram)⁷, onde devem ser entregues após preenchimento.

Para construir e operar uma unidade de processamento dos frutos do cafeeiro,

é preciso observar, também, os instrumentos que normatizam a correta destinação do efluente, no caso, a ARC. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), por meio da Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, dispõe sobre as condições, parâmetros, padrões e diretrizes para a gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores (CONAMA, 2011).

O artigo 3º da referida Resolução Conama estabelece:

Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

A disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não está sujeita aos parâmetros e padrões de lançamento dispostos na Resolução Conama nº 430, de 13/5/2011, não podendo, todavia, causar poluição ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas. Uma das diretrizes constantes da Resolução é que as fontes poluidoras dos recursos hídricos deverão buscar práticas de gestão eficientes da água, técnicas para redução da geração e, sempre que possível, proceder à reutilização (CONAMA, 2011).

Tendo como referência as Resoluções do Conama sobre o lançamento de efluentes, as instituições estaduais e municipais responsáveis pela política e gestão ambiental podem estabelecer normas específicas para os respectivos Estados e municípios.

Em Minas Gerais, a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 1, de 5 de maio de 2008, estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (COPAM; CERH, 2008).

⁶www.meioambiente.mg.gov.br

⁷www.meioambiente.mg.gov.br/suprams-regionais

PROCESSAMENTO DOS FRUTOS DO CAFEIRO

As melhores bebidas de café são obtidas dos frutos maduros ou cerejas, razão pela qual lotes de café originários desses frutos são mais valorizados no mercado. Para formar tais lotes de café, pode-se colher seletivamente os frutos cerejas ou colher todos os frutos em conjunto, misturando cerejas, verdes e passas, e fazer a separação destes posteriormente (SOARES; DONZELES, 2011).

A maturação dos frutos produzidos pela planta não é uniforme. Para colher apenas frutos maduros é preciso derriçá-los em duas ou mais ocasiões, o que aumenta muito o custo da colheita. A maioria dos cafeicultores realiza a colheita de todos os frutos existentes na planta de uma só vez, manual ou mecanicamente. Após a colheita, ainda na lavoura, é importante remover o máximo de folhas e ramos derriçados junto com os frutos, evitando-se o transporte desse material para a unidade de processamento.

O café da roça é transportado para a unidade de processamento, onde é descarregado na moega. Na base da moega, por sua vez, existe uma abertura com um dispositivo para controlar a saída dos frutos (Fig. 1A), dando início ao processamento. A fim de regular o fluxo de frutos e retirar os ramos e folhas que possam obstruir a abertura, é necessário o trabalho de uma pessoa.

Na maioria das unidades, o café é processado ao final da tarde e início da noite, no mesmo dia da colheita. Entretanto, o processamento dos frutos é feito no período mais frio do ano, e o frio é mais intenso à noite. Em vários locais, os frutos podem permanecer na moega e ser processados na manhã seguinte, sem comprometer a qualidade do café. Isso porque, além das condições insalubres, o rendimento do trabalho no período noturno é menor.

Para diminuir a possibilidade da ocorrência de fermentação que venha a preju-

dicar a qualidade do café, durante o período noturno, pode-se manter os frutos imersos em água ou molhá-los, por aspersão, na moega, e processar na manhã seguinte. Trabalho realizado por Silva et al. (2007) evidenciou que a imersão dos frutos cereja em água limpa, por um período de até cinco dias, com renovação diária da água, não prejudicou a qualidade da bebida do café.

A opção de manter os frutos imersos em água por um ou mais dias é interessante, para quem colhe pequena quantidade e quer compor um lote maior de frutos para adequar à capacidade da unidade de processamento, em especial para quem deseja processar um volume de café cereja descascado condizente com a capacidade operacional do secador. Por outro lado, se a quantidade colhida for superior à capacidade de processamento, os frutos podem ser mantidos imersos em água, sem causar prejuízo à sua qualidade (SILVA et al., 2007).

O processamento começa com a limpeza. Envolve a abanação, quando são removidas impurezas mais leves, e o peneiramento (Fig. 1B), que remove impurezas maiores e menores que os frutos. Não se usa água na limpeza. Se esta for malfeita, ocasiona maior gasto de água na operação seguinte, que é a lavagem, uma vez que parte da água será consumida pelos resíduos, que são removidos no lavador.

A lavagem, além de remover diversas sujidades, como torrões e pedras, permite separar os frutos mais leves dos mais pesados. Para lavar pequena quantidade de café da roça, pode-se despejá-lo numa caixa d'água, na qual as impurezas e os frutos menos densos que a água – café boia – flutuam e podem ser removidos com uma peneira, enquanto os frutos mais densos – verdes e cerejas – afundam e são retirados posteriormente.

Nos lavadores mecânicos, os frutos são conduzidos pela água em uma calha até um compartimento com fundo falso, no qual os frutos verdes e cerejas afundam e são impulsionados por um fluxo

ascendente de água, que os remete à superfície, em uma calha paralela (Fig. 1C), enquanto os frutos boias flutuam e mantêm-se na mesma calha. Desse modo, os frutos verdes e cerejas saem por uma bica e os frutos boias saem por outra.

Após sair do lavador, os frutos verdes e maduros são conduzidos para o descascador por meio de elevadores de caçamba, correias transportadoras ou tubos de PVC. Neste caso, utiliza-se água para fazer o transporte, aumentando o gasto desse recurso. Esse gasto pode ser reduzido, se o lavador for instalado próximo à entrada dos frutos no descascador, mediante construção de estrutura para elevar o lavador ou aproveitar a inclinação do terreno.

No cilindro do descascador, os frutos são pressionados contra uma peneira e a casca dos frutos maduros rompe-se, liberando os grãos – café cereja descascado. A casca e o café cereja descascado passam pela peneira e caem no separador de cascas (Fig. 1D), enquanto os frutos verdes não passam e saem por uma bica lateral. Um tubo com vários orifícios – esguicho – lança água sobre o cilindro descascador, a fim de facilitar o deslocamento dos frutos, dos grãos e das cascas.

Para facilitar o manejo do café cereja descascado na etapa de secagem, é comum, ainda, remover parte da mucilagem que fica aderida aos grãos no desmucilador (Fig. 1E) ou no tanque de degomagem (Fig. 1F). No desmucilador os grãos entram pela base em um cilindro com um eixo interno rugoso, que conduz os grãos até o topo, por onde saem. Durante o deslocamento dos grãos, a mucilagem vai sendo removida por meio da água que perpassa pelo cilindro. Na degomagem, os grãos são mantidos em um reservatório e imersos em água por um período suficiente para que os microrganismos degradem a mucilagem (SOARES; DONZELES, 2011).



Figura 1 - Processamento dos frutos do cafeeiro

NOTA: Figura 1A - Abertura de saída dos frutos de café da moega. Figura 1B - Peneiramento mecânico dos frutos. Figura 1C - Lavagem e separação dos frutos de café boia dos verdes e cerejas no lavador mecânico. Figura 1D - Cereja descascado e casca saindo do descascador e caindo no separador de cascas. Figura 1E - Desmucilador. Figura 1F - Tanque de degomagem.

GASTO DE ÁGUA NO PROCESSAMENTO

Em um levantamento realizado nas regiões Sul e da Zona da Mata mineira, constatou-se que 54% das propriedades cafezeiras gastam na lavagem menos de 1 L de água por litro de frutos; 38% gastam de 1 a 5 L, e 8% gastam mais de 5 L por litro de fruto (VILELA; RUFINO, 2010), neste último caso, usando lavadores artesanais, do tipo Maravilha. Esse lavador faz a lavagem e a separação hidráulica dos frutos em dois lotes: os frutos boias que saem por uma bica, e os frutos verdes e cerejas que saem por outra.

O alto consumo do lavador Maravilha deve-se ao fato de a água ser utilizada para fazer o transporte dos frutos pela calha que liga a moega ao compartimento de separação, e deste pelas bicas de saída dos frutos. O consumo pode ser reduzido mediante a captação da água em um tanque de reúso, com gincanas para facilitar a decantação dos resíduos, e uma bomba de rotor semiaberto, para fazer o retorno da água e sua reutilização (SILVA et al., 2011).

Os lavadores mecânicos gastam pouca água, uma vez que esta é reutilizada na operação. Para isso, dispõem de uma bomba que faz o retorno da água durante a lavagem. Salienta-se que é necessário repor a água que sai aderida à superfície dos frutos, tirar as impurezas e trocar, periodicamente, a água mantida no tanque do lavador, para realizar a lavagem e a separação hidráulica dos frutos. Isto demanda um gasto de 0,1 a 0,2 L de água por litro de frutos (MATOS, 2008), dependendo da capacidade do tanque e do número de vezes que se troca a água.

O gasto de água no descascador é muito alto. Variando de 3 a 5 L por litro de frutos processados (MATOS, 2008). O gasto de água em descascadores mais antigos chega a atingir 6 mil litros/hectare (BORÉM, 2008). Os fabricantes de máquinas de café têm desenvolvido descascadores cada vez mais eficientes no uso da água, o que reduz o gasto desse recurso.

Existem descascadores que não gastam água, mas descascam somente frutos cerejas. Nesse caso, é necessário colher somente frutos cerejas ou selecionar esses frutos antes de serem descascados. Uma forma muito eficaz de reduzir o gasto de água no processamento dos frutos é reusar a ARC no descascador.

O consumo de água no desmucilador é baixo, segundo fabricantes dessa máquina. Um destes cita que o consumo é de 0,2 L de água por litro de café cereja descascado desmucilado. Os desmuciladores tradicionais têm um cilindro central com mamilos, para facilitar a remoção da mucilagem do café cereja descascado. Vários cafeicultores vêm substituindo esses mamilos por barras transversais. Alegam que isso aumenta o rendimento do desmucilador, com o mesmo gasto de água.

No tanque de degomagem, a água é adicionada até cobrir a superfície dos grãos, o que resulta em um gasto aproximado de 0,3 L de água por litro de café cereja descascado degomado. Exceto esses tanques, todas as outras máquinas citadas possuem regulagens que permitem ajustar a quantidade de água, para que os frutos ou grãos fluam adequadamente. Assim, é fundamental treinar os operadores dessas máquinas, a fim de minimizar o gasto de água e a geração de ARC.

VANTAGENS DA PRODUÇÃO DO CEREJA DESCASCADO

O processamento dos frutos do cafeeiro que visa obter o café cereja descascado, além de possibilitar a obtenção de um produto com maior valor no mercado, também propicia outras vantagens.

Em regiões como as Matas de Minas, com alta umidade durante o período de colheita e processamento do café, a remoção de parte da mucilagem, que ocorre no descascamento e no desmucilamento, reduz o risco da ocorrência de fermentações que comprometem a qualidade da bebida do café. A mucilagem é um excelente substrato para o crescimento de microrganismos fermentadores.

O café é valorizado também pelo tipo, e é classificado conforme a quantidade de defeitos que o lote apresenta, incluindo impurezas como cascas, paus e pedras. A remoção dessas impurezas, durante o processamento dos frutos, contribui para melhorar o tipo do produto, bem como facilitar a operacionalização das etapas seguintes à pós-colheita. A casca constitui cerca de 50% do volume do fruto e sua remoção reduz à metade a quantidade de café a ser secado, beneficiado e armazenado e, conseqüentemente, as dimensões das estruturas necessárias para realizar essas atividades.

A secagem do café cereja descascado é muito mais rápida que a dos frutos com casca. Consome muito menos energia, já que não é preciso secar a casca, e permite liberar mais rapidamente o terreno de secagem e o secador para novos lotes de café. Assim, as dimensões da estrutura, o tempo, a energia e a mão de obra, necessários para realizar a secagem, podem ser diminuídos, reduzindo consideravelmente os custos dessa operação.

Entretanto, para usufruir das vantagens que a produção do café cereja descascado possibilita, é preciso reduzir o gasto de água no processamento dos frutos, tanto para economizar esse limitado recurso natural, quanto para diminuir a geração de água residuária do processamento do café, rica em compostos orgânicos e inorgânicos. Por causa da elevada carga orgânica, a ARC não pode ser lançada em um corpo hídrico sem tratamento adequado, de modo que atenda às condições e padrões de lançamento de efluentes estabelecidos na legislação (CONAMA, 2011).

REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA

Conforme mencionado, o gasto de água no processamento dos frutos do cafeeiro, em especial no descascamento, é muito elevado. A indústria vem desenvolvendo máquinas para processar café cada vez mais eficientes no uso da água. Tais máquinas deverão integrar as novas

unidades de processamento e o consumo de água deverá ser reduzido.

Outro aspecto fundamental para reduzir o gasto de água é o treinamento dos operadores das máquinas utilizadas no processamento. Tais máquinas dependem de regulagens para adequar a quantidade de água de acordo com a condição do café, se mais limpo ou se mais sujo; se no começo, no meio ou no final do período de colheita, com diferentes proporções de frutos verdes, cerejas e passas.

Algumas unidades de processamento usam a água uma única vez. Após passar pela unidade, a ARC é recolhida em um tanque de decantação e, ao término da jornada de trabalho ou no dia seguinte, é descartada em valas ou tanques de infiltração.

Uma das diretrizes para a gestão dos efluentes constantes da Resolução Conama nº 430, de 13/5/2011, salienta que:

As fontes potencial ou efetivamente poluidoras dos recursos hídricos deverão buscar práticas de gestão de efluentes com vistas ao uso eficiente da água, à aplicação de técnicas para redução da geração e melhoria da qualidade de efluentes gerados e, sempre que possível e adequado, proceder à reutilização. (CONAMA, 2011).

A reutilização da ARC no processamento é uma opção que possibilita reduzir acentuadamente o gasto de água em especial nas unidades mais antigas, que operam com equipamentos tradicionais.

Para reusar a ARC é preciso bombeá-la com bomba hidráulica de rotor semia-berto até uma caixa adicional – caixa de reúso da ARC – situada a montante da unidade. A ARC dessa caixa é reutilizada no descascador, enquanto a água limpa da caixa de abastecimento da unidade é usada no lavador, no desmucilador e no tanque de degomagem (SOARES et al., 2012).

O reúso da ARC é feito simultaneamente à sua geração, ou seja, à medida que vai sendo produzida a ARC, esta vai

sendo bombeada do tanque de decantação para a caixa de reúso, de onde flui por uma tubulação à parte até o descascador. A bomba é acionada automaticamente por uma chave de nível, tipo boia magnética, e a entrada de água no descascador é controlada por um registro.

REMOÇÃO DE RESÍDUOS DA ÁGUA RESIDUÁRIA

Para facilitar o fluxo na rede hidráulica da unidade de processamento e reusar a ARC por mais tempo, é fundamental remover parte dos resíduos nela contidos. Em várias unidades, a única estrutura de remoção é o tanque de decantação. Nesse caso, removem-se apenas os sólidos suspensos mais densos que a água. Os sólidos menos densos e aqueles com densidade próxima à da água não são removidos e podem entupir o esgüicho existente no interior do descascador (Fig. 2A).

A eficiência de remoção do tanque de decantação pode ser aumentada com a sua divisão em três ou mais compartimentos, mediante a construção de paredes divisorias, atravessadas por tubos em forma de L invertido para a passagem da ARC. Nesse caso, os sólidos suspensos menos densos que a água vão flutuar e ficar retidos entre as divisorias. Além disso, com o avançar da fermentação, grande parte dos resíduos que afundaram vai formar bolhas e flutuar, ficando também retidos.

No mercado, existem máquinas de várias marcas para fazer a remoção dos sólidos suspensos da ARC, denominadas filtro, separador de sólidos ou

regenerador de efluentes. Essas máquinas dispõem de uma peneira cilíndrica de malha fina, capaz de reter impurezas muito pequenas, e uma bomba, que impulsiona a ARC que passa pela peneira, enquanto os sólidos suspensos ficam retidos.

Raggi (2006) comparou a eficiência de remoção do tanque de decantação com o filtro, em condições de processamento com reutilização da ARC. A taxa de remoção de resíduos foi estimada pelas variáveis demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO), sólidos totais (ST) e sólidos suspensos (SS). Para todas essas variáveis, a taxa de remoção do tanque de decantação foi maior que a do filtro (Quadro 1).

Em muitas unidades de processamento as máquinas de remoção de sólidos suspensos são posicionadas antes da caixa de decantação (Fig. 2B). Nesse caso, é comum os resíduos obstruírem as malhas da peneira e interromper o fluxo da ARC. Isso pode ser evitado, se a máquina de remoção de SS for posicionada após o tanque de decantação, pois grande parte dos resíduos ficará retida no tanque.

SISTEMA DE LIMPEZA DA ÁGUA RESIDUÁRIA

Um sistema de remoção de resíduos, denominado Sistema de Limpeza de Águas Residuárias (SLAR), constituído de caixas e peneiras, as quais associam os processos de remoção de resíduos do tanque de decantação e das máquinas de remoção de

QUADRO 1 - Taxa de remoção de resíduos (%) pelo tanque de decantação (TD) e pelo filtro de remoção de sólidos suspensos (SS) da água residuária do café (ARC), estimada pela demanda bioquímica do oxigênio (DBO), demanda química do oxigênio (DQO), sólidos totais (ST) e SS

Estrutura	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	ST (mg/L)	SS (mg/L)
TD	66	74	77	75
Filtro	12	23	18	14

FONTE: Raggi (2006).



Figura 2 - Remoção de resíduos de águas residuárias

NOTA: Figura 2A - Esguicho de água no interior do descascador. Figura 2B - Filtro de remoção de resíduos sólidos, posicionado antes do tanque de decantação.

SS, foi desenvolvido pela Embrapa Café, em parceria com a EPAMIG e o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). O SLAR pode ser construído pelo próprio cafeicultor, com baixo custo (SOARES et al., 2012).

O SLAR compõe-se de três caixas de decantação, com capacidade de 1.000 L (Fig. 3A), e duas peneiras cilíndricas. A primeira, com abertura das malhas de 1,5 mm, e, a segunda, de 1,00 mm. Ambas com 1 m de comprimento e 0,30 m de diâmetro, dispostas inclinadamente após a saída da água da terceira caixa (Fig. 3B). As caixas, por sua vez, são interligadas por tubos de PVC, em forma de L invertido (Fig. 3C), de 100 mm de diâmetro, com a extremidade inferior posicionada a 0,3 m do fundo da caixa.

A ARC gerada na unidade de processamento entra pela parte superior da primeira caixa e flui para a seguinte através do tubo de PVC, em forma de L invertido. Os SS menos densos que a água flutuam e ficam retidos na superfície das caixas, enquanto os mais densos decantam no fundo. Com o passar do tempo, parte dos sólidos que afundaram vai fermentar, encher de borbulhas e subir à superfície, fi-

cando também retida, por causa dos tubos em L invertido.

Após sair da terceira caixa de decantação, a ARC passa pelas peneiras do SLAR, dispostas sobre calhas (Fig. 3D), e deságua em um reservatório, de onde é bombeada para a caixa de reúso, sendo então reutilizada. As peneiras têm a função de remover as impurezas com dimensões maiores que os furos do esguicho do descascador, evitando seu entupimento. A bomba é acionada automaticamente por uma chave de nível, tipo boia magnética.

EXPERIMENTOS COM O SISTEMA DE LIMPEZA DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

O SLAR foi avaliado em experimento conduzido por Moreli (2010), na unidade de processamento da Fazenda Experimental de Venda Nova do Imigrante, da Incaper. Nesse trabalho o autor avaliou o reúso da água ao longo de uma jornada de processamento. O intervalo de tempo entre o início e o final do processamento, a quantidade de frutos processada e o consumo de água nas quatro repetições do experimento encontram-se no Quadro 2.

O consumo no início do processamento, antes de reutilizar a ARC, foi de 2,2 litros de água por litro de frutos. O processamento durou 142-155 minutos, tempo suficiente para que a ARC retornasse e fosse reutilizada quatro vezes na unidade, sem causar entupimento, comprovando a funcionalidade do SLAR.

Foram consumidos, em média, 0,52 L de água por litro de frutos processados, muito abaixo dos 3 a 5 L mencionados na literatura (MATOS, 2008) e 76% menos que o consumo inicial. A avaliação sensorial não detectou diferença na bebida originada do café cereja descascado com água limpa ou reusada (MORELI, 2010).

O SLAR foi avaliado em outro experimento conduzido por Moreli (2013), na unidade de processamento da Fazenda Experimental de Venda Nova do Imigrante, da Incaper. Nesse trabalho, o autor avaliou o reúso da ARC ao longo de cinco jornadas de processamento, isto é, nesse período foram feitas reposições de água, mas não a troca da ARC. O consumo no início do processamento, antes de reutilizar a ARC, foi de 1,96 L de água por litro de frutos, 11% menor que aquele obtido em 2010. Essa performance foi atribuída



Figura 3 - Sistema de limpeza de águas residuárias

NOTA: Figura 3A - Caixas de decantação. Figura 3B - Peneiras. Figura 3C - Tubos de PVC, em forma de L invertido. Figura 3D - Peneiras dispostas sobre calhas.

QUADRO 2 - Duração do processamento (DP), volume de água consumida (AC) e de frutos processados (FP)

Repetição	DP (min)	AC (L)	FP (L)	AC/FP (L/L)
1	144	5.053	9.250	0,53
2	151	5.213	10.240	0,51
3	155	5.136	10.460	0,49
4	142	5.179	9.200	0,56
Média	148	5.145	9.855	0,52

à diminuição do comprimento e maior inclinação da calha de condução dos frutos entre o lavador e o descascador.

O gasto de água diminuiu ao longo das jornadas de processamento, atingindo um mínimo de 0,278 L de água por litro de frutos no quinto dia de processamento (Gráfico 1).

Na avaliação sensorial, realizada conforme protocolo da Associação Americana dos Cafés Especiais – Specialty Coffee Association of America (SCAA), não foram detectadas diferenças significativas entre as bebidas originadas dos cafés processados ao longo das cinco jornadas de processamento (Quadro 3).

As notas finais foram superiores a 80 pontos, o que, pela metodologia da SCAA, permite classificar as bebidas como excelentes (MORELI, 2013).

Esses resultados comprovam que o reúso da ARC no processamento, ao utilizar o SLAR para remover parte dos resíduos sólidos, é uma estratégia eficaz para reduzir o gasto de água e assegurar que os cafeicultores possam usufruir das vantagens da produção do café cereja descascado e uma forte aliada para viabilizar ambientalmente o empreendimento, no que se refere à outorga de água e à obtenção do licenciamento ambiental (REIS et al., 2013).

DESCARTE DA ÁGUA RESIDUÁRIA

Para ser lançada em um corpo hídrico, a ARC precisa ser tratada, para atender às condições e aos padrões estabelecidos pela legislação (CONAMA, 2011). O tratamento é complexo e requer o envolvimento de um profissional habilitado, para planejar e orientar a construção da estrutura necessária, bem como monitorar as características físicas e químicas da ARC, visando atender às exigências legais.

O tratamento preliminar envolve a remoção de sólidos mais grosseiros presentes na ARC. Segue-se o tratamento primário, em que parte dos sólidos em suspensão são removidos por decantação, e, outra parte, por degradação anaeróbia. O tratamento secundário completa o pro-

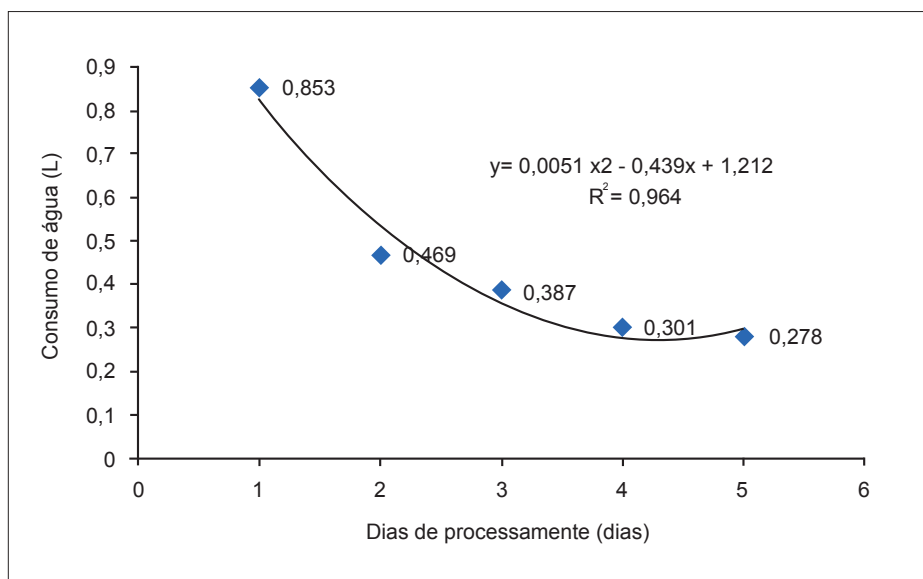


Gráfico 1 - Consumo de água (litro de água/litro de frutos processados) ao longo de cinco dias de processamento

FONTE: Moreli (2013).

QUADRO 3 - Características organolépticas da bebida originária de café processado com reúso da água residuária na duração do processamento

Dias	Características organolépticas						Resultado final
	Aroma	Sabor	Acidez	Corpo	Equilíbrio	Finalização	
1	7,222	7,194	7,139	7,180	7,250	7,194	80,530
2	7,375	7,305	7,181	7,208	7,153	7,180	80,628
3	7,375	7,264	7,167	7,208	7,222	7,139	80,419
4	7,222	7,319	7,242	7,242	7,278	7,333	80,983
5	7,375	7,247	7,194	7,250	7,222	7,305	80,858

cesso de degradação do material orgânico em suspensão por meio dos microrganismos presentes na ARC.

Vários equipamentos e estruturas, como peneira, filtro, tanque de sedimentação, lagoa anaeróbia e lagoa facultativa, são usados para fazer o tratamento da ARC. Uma descrição de tais estruturas e exemplos de como dimensioná-las podem ser encontradas em Matos e Lo Monaco (2003), que incluem também métodos de disposição da ARC no solo, em valas, em rampas e por meio de fertirrigação, além do tratamento em áreas alagadas.

O tratamento da ARC é pouco comum nas propriedades que realizam o processamento dos frutos do cafeeiro, pelo elevado custo e carência de pessoal

com domínio do processo de tratamento. Na maioria dos casos, a ARC gerada na unidade de processamento é recolhida em um tanque de decantação e depois bombeada e descartada em valas ou lagoas de infiltração, construídas em partes altas do terreno, fora das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e reservas legais, distantes de cursos d'água.

O dimensionamento da vala de infiltração é feito em função do volume de ARC, gerado no processamento, e da velocidade de infiltração básica (VIB) da água no solo. Existem vários métodos para determinar a VIB, utilizando-se água limpa. Contudo, a ARC contém resíduos que vão provocando a colmatação do solo e a velocidade de infiltração vai diminuindo.

do, razão pela qual se usam fatores de correção da VIB.

Matos e Lo Monaco (2003) sugerem o método da bacia de infiltração como melhor opção para determinar a VIB. Esses autores citam que é comum adotar-se fator de correção de 10% a 15%, para calcular a área necessária para dispor a ARC, usando-se a seguinte Equação:

$$A_N = Q/VIB/F_p$$

em que:

A_N = área necessária, em m²;

Q = quantidade de água residuária gerada por dia, em m³/d;

VIB = velocidade de infiltração básica, em m/d;

F_p = fator de projeto, entre 0,10 e 0,15.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) normatiza a construção de valas de infiltração para destinação final dos efluentes de tanques sépticos. Essa norma estabelece que a taxa de percolação do solo seja usada no dimensionamento da vala de infiltração; descreve um procedimento simples para determinar essa taxa e recomenda a distância vertical mínima de 1,5 m entre o fundo da vala e o lençol freático. Para efeito de cálculo da área de infiltração, leva em conta as áreas laterais e do fundo das valas (ABNT, 1997). O procedimento de determinação da taxa de percolação dessa norma poderia ser aplicado para dimensionamento da vala de infiltração da ARC.

É comum encontrar casos de unidades de processamento nas quais as valas de infiltração foram superdimensionadas. Uma estratégia para adequar o dimensionamento é construir as valas por etapas, antes e depois de a unidade de processamento entrar em operação. Antes disso, constroem-se duas valas, A e B, interligadas na superfície por sulcos ou tubos, cada uma com capacidade para armazenar a ARC a ser gerada em um dia.

No primeiro dia de operação da unidade de processamento, a ARC produzida é direcionada para a vala A e, ao final da

jornada, marca-se o nível da ARC nesta vala. No dia seguinte, mede-se o desnível em relação ao dia anterior e o intervalo de tempo transcorrido. No segundo dia, durante o processamento, direciona-se mais uma vez a ARC para a vala A e o excesso verterá para a vala B. Ao término da jornada, marca-se o nível nas valas A e B.

No terceiro dia, mede-se o desnível em relação ao dia anterior nas valas A e B e o intervalo de tempo transcorrido. Desse modo, no terceiro dia serão conhecidas as taxas de percolação de dois dias para a vala A e de um para a vala B. Essas taxas permitirão decidir se será necessário construir mais uma vala para acomodar a ARC do terceiro dia de processamento ou se isso poderá ser feito mais adiante. Com o passar dos dias a velocidade de infiltração vai diminuindo, até ficar pouco variável e, assim, o dimensionamento das valas poderá ser ajustado para cada situação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o processamento dos frutos do cafeeiro obtém-se café cereja descascado, produto com valor diferenciado no mercado. Além disso, a secagem do café cereja descascado é mais rápida e requer uma estrutura menor, diminuindo os custos dessa operação. Entretanto, esse processamento consome muita água e gera ARC, com potencial de poluir os corpos hídricos.

É preciso especial esforço para desenvolver tecnologias para diminuir o consumo de água e aproveitar os resíduos gerados no processamento dos frutos do cafeeiro, a fim de não comprometer a sustentabilidade da produção do café cereja descascado.

A indústria vem desenvolvendo máquinas para processar café, cada vez mais eficientes no uso da água. Tais máquinas deverão integrar as novas unidades de processamento, e o consumo de água deverá ser reduzido. Enquanto isso, uma forma de reduzir acentuadamente o gasto de água, especialmente em unidades mais antigas, é o reúso da ARC. Para fazer o reúso por um período maior, é

necessário remover parte das impurezas da ARC. Existem, no mercado, várias máquinas para fazer essa remoção.

Um SLAR constituído de caixas de decantação e peneiras foi desenvolvido pela Embrapa Café, em parceria com a EPAMIG e o Incaper. O SLAR pode ser construído na propriedade pelo próprio cafeicultor, com baixo custo (SOARES et al., 2012). O uso desse sistema possibilitou reusar a ARC por um período de cinco dias, reduzindo o gasto de água para menos de 0,3 L por litro de frutos processados, sem afetar a qualidade da bebida do café.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 13969**: tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: <http://www.acquasana.com.br/legislacao/nbr_13969.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução nº 317, de 26 de agosto de 2003. Institui o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH para registro obrigatório de pessoas físicas e jurídicas de direito público ou privado usuárias de recursos hídricos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 2003. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2003/317-2003.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2015.

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

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 9 jan. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 3 dez. 2014.

CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de

março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 maio 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 3 dez. 2014.

COPAM. Deliberação Normativa nº 74, de 9 de setembro de 2004. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ambiental de funcionamento ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização ambiental e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 2 out. 2004. Diário do Executivo. Disponível em: <<http://sisemanet.meioambiente.mg.gov.br/mbpo/recursos/DeliberaNormativa74.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

COPAM; CERH-MG. Deliberação Normativa Conjunta nº 1, de 5 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 13 maio 2008. Diário do Executivo. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

EUCLYDES, H.P. (Coord.). **Atlas digital das águas de Minas**. 3.ed. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://www.atlasdasaguas.ufv.br/home.html>>. Acesso em: 31 mar. 2015.

MATOS, A.T. de. Tratamento de resíduos na pós-colheita do café. In: BORÉM, F.M. (Ed.). **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. p.159-201.

MATOS, A.T. de; LO MONACO, P.A. **Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos e líquidos de lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 68p. (UFV-DEA. Revista Engenharia na Agricultura. Boletim Técnico, 7).

MORELI, A.P. **Avaliação de um sistema de remoção de sólidos para maximização do uso da água no processamento dos frutos do cafeeiro**. 2010. 68p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2010.

MORELI, A.P. **Maximização da reutilização da água residuária do processamento dos frutos do cafeeiro**: influências em ca-

racterísticas físico-químicas do efluente e qualidade da bebida do café. 2013. 69p. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2013.

RAGGI, L.G. de R. **Avaliação do desempenho de sistemas de tratamento de água em recirculação no descascamento e desmucilagem dos frutos do cafeeiro**. 2006. 54f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

REIS, E.F. dos et al. A recirculação da água no processamento dos frutos do cafeeiro como importante ferramenta para a viabilidade ambiental. In: TOMAZ, M.A. et al. **Tópicos especiais em produção vegetal IV** [recurso eletrônico]. Alegre: CAUFES, 2013. p.530-546.

SEMAD; IGAM. Resolução Conjunta nº 1.844, de 12 de abril 2013. Estabelece os procedimentos para o cadastramento obrigatório de usuários de recursos hídricos no Estado de Minas Gerais. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 13 abr. 2013. Diário do Executivo. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=25155>>. Acesso em: 11 mar. 2015.

SILVA, J. de S. e et al. Avaliação da armazenagem temporária de café tipo cereja por imersão em água limpa. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Resumos Expandidos...** Brasília: Embrapa Café, 2007. 1 CD-ROM.

SILVA, J. de S. e (Ed.). et al. **Infraestrutura mínima para produção de café com qualidade**: opção para a cafeicultura familiar. Brasília: Consórcio Pesquisa Café, 2011. 62p.

SOARES, S.F.; DONZELES, S.M.L. Resíduos da pós-colheita do café: sólidos e líquidos. In: REIS, P.R.; CUNHA, R.L. da; CARVALHO, G.R. (Ed). **Café Arábica**: da pós-colheita ao consumo. Lavras: U.R. EPAMIG SM, 2011. cap. 2, p.67-95.

SOARES, S.F. et al. **Reúso da água na produção de café cereja descascado**. Brasília: Embrapa Café, 2012. 8p. (Embrapa Café. Circular Técnica, 1). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/86772/1/Reuso-da-agua.pdf>>. Acesso em: 3 dez. 2014.

VILELA, P.S.; RUFINO, J.L. dos S. (Coord.). **Caracterização da cafeicultura de montanha de Minas Gerais**. Belo Horizonte: INAES, 2010. 300p. (INAES. Cadeias Produtivas Café. Estudos, 1).

58 X 240 mm