

## **ARTIGO TÉCNICO**

### **USO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DO BENEFICIAMENTO DO CAFÉ**

**C. D. G. C. de ALMEIDA<sup>1</sup>, I. J. O. da SILVA<sup>2</sup>**

**RESUMO:** Sendo o Brasil o maior produtor mundial de café, é necessário melhorar a qualidade da bebida sem elevar os custos de processamento e secagem. O processamento via úmida é uma alternativa, no entanto, gera grande volume de águas residuárias dos frutos do cafeeiro (ARC). Com este trabalho procurou-se levantar possibilidades de tratamentos e reuso adequado da ARC visando atender a questão ambiental. O uso destas águas na fertirrigação parece atender muito bem esta necessidade, especialmente se o sistema de irrigação for localizada, em função de serem muito ricas em N, P e K. A disposição da água no solo por escoamento superficial é bastante usada no cultivo de gramíneas, além de possuir baixo custo de implantação e operação. A recirculação da ARC no processamento via úmida é bastante utilizada visando a redução de volume de água utilizada e produzida, entretanto, pode contaminar os grãos com fungos e outros contaminantes que prejudicam a qualidade final da bebida. Por estas razões é necessário o desenvolvimento de tecnologias de baixo custo que reduzam os sólidos em suspensão, DBO, salinidade e compostos tóxicos às plantas.

**PALAVRAS-CHAVE:** água residuária, cafeicultura, tratamento.

### **REUSE OF WASTEWATER PROCESSING OF THE COFFEE FRUITS**

**SUMMARY:** Brazil is the largest coffee producer in the world. However, it is necessary to improve the quality of the beverage of this grain without increase the costs. The processing of the coffee fruits is an alternative, however it generates wastewater. The objective of this work was to indicate suitable treatment and reuse of those waters aiming the question environmental. The use of those waters in the fertigation is a very good possibility, mainly with drip irrigation, due to their N, P, and K contents. The treatment of wastewater by overland flow with forage grasses has low cost of implantation and operation, and it has been widely used. The recycle of wastewater in the processing of the coffee fruits is also widely used, because it reduces the volum producted, however it can contaminate the grains with fungus and others pollutants that reduce the final quality of the beverage. Because of these reasons it is necessary to develop technologys of low cost that reduce solids in suspension, DBO, salinity, and products toxics to the plants.

**KEYWORDS:** wastewater, fruits coffee, treatment.

1. Professora do Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas - CODAI/UFRPE, Doutoranda em Irrigação e Drenagem na ESALQ/USP, AV.: Pádua Dias, 11, CEP 13.418-900, Piracicaba, SP. Fone (19) 3429.4217 R.263, e-mail: [cduarte@esalq.usp.br](mailto:cduarte@esalq.usp.br).
2. Professor do Departamento de Engenharia Rural/ESALQ/USP; e-mail: [ijosilva@esalq.usp.br](mailto:ijosilva@esalq.usp.br)

### **INTRODUÇÃO**

Os grãos de café são produzidos e exportados por mais de 50 países em desenvolvimento, no entanto, a maior parte dos consumidores está em países industrializados como os EUA, União Européia e Japão. O grão de café é o segundo produto mais comercializado no mundo, sendo de vital importância para o balanço comercial entre países desenvolvidos e em desenvolvimento (SILVA & BERBERT, 1999, citado por PINTO et al., 2000). O café é uma das bebidas mais difundidas no mundo, proporcionando aos países produtores uma renda média de oito bilhões de dólares/ano. No Brasil a principal região cafeeira, abrange os Estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Paraná, com mais de 90% da produção nacional (COFFEA, 2004). Historicamente, o café produzido no Brasil é destinado às exportações e ao consumo interno, sendo o país o maior produtor e exportador mundial.

O processamento via úmida de secagem do café é bastante comum entre os produtores da América Central e África, alcançando boas cotações no mercado por proporcionarem, de modo geral, a produção de bebida suave. Embora o Brasil seja conhecido como produtor de grãos de café obtidos por via seca (90% de sua produção total), é notório que há uma tendência dos produtores optarem por este método que agrega valor ao produto em função da qualidade da bebida obtida.

Entretanto, apesar do processamento via úmida oferecer inúmeras vantagens, gera grandes volumes de águas residuárias ricas em materiais orgânicos altamente poluentes. Além disso, retira dos mananciais um grande volume de água limpa que é devolvido ao meio ambiente com qualidade muito inferior (CAMPOS, 1993 citado por MATOS et al., 2003a). Assim este trabalho, teve como objetivo indicar algumas possibilidades de tratamento e reuso da água proveniente do beneficiamento do café (ARC).

## **SECAGEM VIA ÚMIDA**

Este processo consiste na secagem dos frutos sem casca e/ou sem mucilagem, dando origem aos grãos de café lavados/descascados e despulpados, dependendo da disponibilidade de água na propriedade. O despulpamento do café é a retirada da casca do fruto maduro por meio de um descascador mecânico e posterior fermentação da mucilagem e lavagem dos grãos. Os cafés despulpados têm a vantagem de diminuir consideravelmente a área de terreiro (30%) e o tempo necessário para secagem (1/3 do processo via seca), além de proporcionarem, de modo geral, a produção de bebida suave. BORÉM et al. (2004), comparando café verde (via úmida) *versus* café verde e cereja+verde (via seca) concluíram

que o café verde (via úmida) apresentou melhor qualidade de bebida, o que normalmente se esperaria da bebida oriunda do café cereja, quando do preparo via seca.

Contudo, deve-se atentar às questões ambientais: a lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro geram grandes volumes de águas residuárias (30m<sup>3</sup>/h, em média) ricas em materiais orgânicos altamente poluentes, necessitando de tratamento prévio para o despejo em cursos d'água. Na tabela 1 observa-se as características da qualidade da água gerada neste processo.

Tabela 1: Resultados das análises físicas e químicas da ARC (Matos, 2003b):

Local de geração	CE dS.m <sup>-1</sup>	SP	ST	SS	pH	DQO	DBO	N	P	K	Na
						-----mg.L <sup>-1</sup> -----					
Lavador	0,259	17	1.069	380	4,9	1.520	411	76,8	5,0	41	25,5
Despolpador	0,585	0	4.889	850	4,8	5.148	2.525	105,5	8,0	115	45,0
Despolpador <sup>1</sup>	0,718	180	5.504	1.888	4,1	10.667	3.184	124,6	10,8	153,7	58,3
Despolpador <sup>2</sup>	0,992	330	6.403	2.336	4,1	11.000	3.374	160,0	13,9	204,7	77,1

1: primeira recirculação; 2: segunda recirculação; CE: condutividade elétrica; SP: sólidos sedimentáveis; ST: sólidos totais; SS: sólidos em suspensão.

Os valores observados na Tabela 1 estão significativamente acima dos padrões de lançamento de efluentes estabelecidos pelo CONAMA (Resolução n.º 357/2005), entre eles destacamos o pH (5-9) e SP(até 1 mg.L<sup>-1</sup>) e segundo a Deliberação Normativa do COPAM/MG n.º 10/86 o limite para DBO é de 60 mg.L<sup>-1</sup>. Além disso, a ARC apresenta em sua constituição cafeína, taninos e polifenóis compostos possivelmente tóxicos às plantas.

## APLICAÇÃO MAIS COMUM DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA CAFEICULTURA

Inicialmente este resíduo é colocado em um tanque de sedimentação (3 – 6 dias), quando os sólidos em suspensão de maior massa específica sedimentam. Existem diferentes métodos para tratamento da ARC, sendo os principais:

Disposição da água no Solo: A disposição no solo (preferencialmente de baixa permeabilidade) da ARC proveniente do processo via úmida é considerada como alternativa viável de tratamento. TAYLOR e NEAL (1982) citados por PINTO et al. (2000), destacam algumas das diversas vantagens deste processo: o benefício agrícola, o baixo investimento (custo oscila entre 30 % e 50 % do custo do tratamento convencional), pequeno custo de operação, baixo consumo de energia, aproveitar os nutrientes contidos na água (N) e atender a necessidade hídrica das plantas. A disposição de águas residuárias no solo pode ainda, proporcionar aumento da produtividade, melhorar a qualidade dos produtos colhidos e reduzir a poluição ambiental (SCHERER & BALDISSERA, 1994), além de promover melhorias em algumas propriedades físicas dos solos. Porém, as formas de disposição no solo, também influenciam a sua eficiência de reuso. Pode-se destacar:

**Escoamento Superficial:** Este um tipo de sistema de tratamento de efluentes líquidos em nível secundário com principal característica a elevada eficiência na remoção de poluentes (85 a 95% DBO, 10 – 80% N, 20 – 50 % P e 90 – 99% coliformes fecais). Durante este processo os efluentes são distribuídos na parte superior de terrenos com uma certa declividade, através do qual escoam, até serem coletados por valas na parte inferior. Os tipos de aplicação podem ser: aspersores de alta/baixa pressão e tubulações ou canais de distribuição com aberturas intercaladas (ABEAS, 1996). Normalmente este solo é cultivado com gramíneas, cuja seleção deverá levar em consideração alguns aspectos relevantes, entre eles a época de plantio, devendo, preferencialmente, coincidir com a colheita do café, a qualidade forrageira (elevado teor de proteína bruta), eficiência na remoção de nutrientes, principalmente N pois, é acumulado nos tecidos em forma de proteína bruta e fósforo. Trabalhos recentes avaliando diferentes forrageiras submetidas à irrigação com ARC indicaram que o capim Tifton 85 (QUEIROZ et al., 2001 citado por MATOS et al., 2003a) e o Azevém comum (PINTO et al., 2000), apresentaram melhor desempenho agrônômico. A cultura escolhida deverá ainda ser preferencialmente uma cultura perene, resistente à salinidade, tolerante à baixa oxigenação e permitir corte sucessivos (MATOS, 2003b).

**Fertirrigação:** É uma técnica para o aproveitamento de nutrientes da ARC em substituição à adubação química (reciclagem de nutrientes). Entre as vantagens oferecidas destacamos: redução da poluição ambiental; melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo; aumento da produtividade e qualidade dos produtos (MATOS, 2003b). É importante ressaltar que não se deve esperar que a fertirrigação com ARC supere o rendimento obtido com a água de boa qualidade com adubação convencional, o real objetivo é um reaproveitamento desse resíduo.

**Aspersão x Gotejamento:** A irrigação por aspersão possui a desvantagem de proporcionar condições para o desenvolvimento de pragas e doenças nas folhas, devido os açúcares da ARC, exigindo a lavagem posterior das folhas. Já a irrigação localizada exige remoção prévia dos sólidos em suspensão ( $< 50 \text{ mg.L}^{-1}$ ), que deve ser realizada através do uso de filtros orgânicos. MATOS (2003b) relata que aplicações de 600-1260 L ARC/planta obtém-se produtividade equivalente àquela com adubação química.

**Recirculação da ARC:** Além do grande volume da ARC, a escassez e o controle do uso da água têm levado os cafeicultores a buscarem opções tecnológicas com o intuito de reduzir seu consumo no processamento via úmida. Esta tecnologia consiste na purificação dessas águas, eliminando o perigo de poluição do solo ou cursos d'água. Com isso, a água pode ser utilizada

várias vezes no processo de descascamento (MATOS et al., 2004). No entanto a cada recirculação é preciso filtrar a ARC. Segundo Lo MONACO et al. (2004), o uso do pergaminho do café como elemento filtrante é uma alternativa, apesar de não ser suficiente para remoção de SS. No entanto, apresentou aumento da concentração de N, P e K no efluente, após algumas recirculações, sendo assim recomendado para fertirrigação, com irrigação localizada. Esta indicação também foi proposta por GONÇALVES et al. (2002), quando avaliou diversos sistemas de irrigação e concluiu que o gotejamento tem maior viabilidade de utilização, desde que haja um manejo adequado do efluente ao longo do processo de tratamento. Entretanto a cada recirculação da água de processamento, ocorre o aumento da carga de poluente da mesma, o que promove a contaminação dos grãos em processamento com fungos e contaminantes, prejudicando a qualidade da bebida. Por esta razão torna-se necessário o desenvolvimento de tecnologia que possibilite a remoção, em curto período de tempo, da carga poluidora dessas águas. A coagulação dos resíduos deve ser realizada ou com extrato de sementes de moringa, planta que pode ser cultivada na propriedade ou com sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) e sulfato férrico ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ). MATOS et al. (2004) avaliando a adição destes coagulantes à ARC no sistema floculação/sedimentação e filtração no concluíram que a cada circulação, houve redução na concentração de sólidos em suspensão (87% -  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  e 85% para o extrato de moringa), como também na da água de recirculação em 20 a 45% quando adicionados os sulfatos férrico e de alumínio.

## **CONCLUSÕES**

Há uma tendência nacional de processar os frutos do café via úmida, visando atender a demanda internacional por café fino, aumentando assim a preocupação com o destino da ARC e desenvolvimento de tratamentos antes de lançar nos cursos d'água ou no solo. Recomenda-se como sistema de maior viabilidade técnica econômica, a recirculação da água, seguida da fertirrigação, quando for usada repetidas vezes. O conhecimento da composição da ARC é essencial para eleger o tratamento mais eficiente na remoção dos compostos contaminantes, bem como a melhor forma de aplicação no solo. A irrigação localizada é o sistema de maior viabilidade de distribuição das águas residuárias desde que haja manejo adequado antes que elas cheguem aos emissores.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABEAS, Tratamento e destinação de efluentes líquidos da agroindústria. In: Curso de gestão de recursos hídricos aplicados à projetos hidroagrícolas, Brasília, 1996.

BORÉM, F. M.; REINATO, C.M.R.; SILVA, P. J.; FARIA, L.F. Processamento do café verde descascado II: secagem e qualidade. *Revista Bras Tecn Cafeeira*, n.4, p. 16-18, 2004.

COFFEA, Série Estatística. In: *Revista Brasileira de Tecnologia Cafeeira*, n. 1, maio/junho, p. 44, Varginha, MG, 2004.

GONÇALVES, R.A.B.; MANTOVANI, E.C.; SOUZA, L.O.C. de; RAMOS, M. M.; OLIVIERA, R.A.; FERNANDES, A.L.T. Avaliação da uniformidade de aplicação de ARS em cafeeiros irrigados por aspersão e gotejamento nas regiões do triângulo mineiro e alto Parnaíba – MG. In: *SIMPOSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA*, 5, Anais..., Araguari, MG, p. 24-28, 2002.

LO MONACO, P.A.; MATOS, A.T.; GARCIA, G.O.; LIMA, C.R.C; FAZENARO, F.L. Alteração nas características de águas residuárias da despolpa de frutos do cafeeiro submetidas à filtragem em pergaminho dos grãos de café. In: *CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM*, 14, Anais... ABID, 2004. Porto Alegre, RS. (CD-ROM).

MATOS, A. T.; CABANELLAS, C.F.G.;EUSTÁQUIO JÚNIOR, V.; PEREIRA, A.; SILVA, J.S.; LO MONACO, P.A. Remoção de poluentes no tratamento por sedimentação/filtração da água em recirculação na despolpa de frutos do cafeeiro. In: *CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM*, 14, Anais... ABID, 2004. Porto Alegre, RS. (CD-ROM).

MATOS, A. T.; PINTO, A. B.; PEREIRA, O. G.; SOARES, A. A.; LO MONACO, P. A. Produtividade de forragens utilizadas em rampas de tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro. *Agriambi*, v.7, n 1, p.54 – 158, 2003a.

MATOS, A.T. Tratamento e destinação final dos resíduos gerados no beneficiamento do fruto do cafeeiro. In: *ZAMBOLIN, L. Produção integrada de café*. Viçosa: UFV, p.647-708. 2003b.

PINTO, A. B.; MATOS, A. T. ; FUKUNAGA, D. C. Produtividade e desempenho agrônomo de duas forrageiras para uso em tratamento por disposição no solo das águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro. In: *SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL*, 1, Resumos Expandidos, Poços de Caldas, MG, 2000.

SCHERER, E.E. & BALDISSERA, L.T. Aproveitamento de dejetos de suínos como fertilizantes. In: *DIA DE CAMPO MANEJO E UTILIZAÇÃO DE DEJETOS DE SUÍNOS*, 1994, Anais...Concórdia: EMBRAPA-CNPSA. 47p. (EMBRAPA-CNPSA, Documento, 32).