

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICOQUÍMICA DO CAFÉ (*Coffea arabica* L.) FERTIRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA

Vagner Tebaldi de Queiroz<sup>1</sup>, Mário Lúcio Pereira Cunha<sup>2</sup>, Cláudio Pagotto Ronch<sup>2</sup>, Luis César Dias Drumond<sup>2</sup>, André Luis Teixeira Fernandes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UFES/Departamento de Zootecnia, Alto Universitário, s/n, caixa postal 16, Guararema, Alegre, ES, 29.500-000, [vagnertq@gmail.com](mailto:vagnertq@gmail.com);

<sup>2</sup>UFV/Campus Rio Paranaíba, Rodovia BR 354, km 310, s/n, caixa postal 22, Zona Rural, Rio Paranaíba, MG, 38.810-000, [mario.lucio@ufv.br](mailto:mario.lucio@ufv.br); [irriga@ufv.br](mailto:irriga@ufv.br); [claudiopagotto@ufv.br](mailto:claudiopagotto@ufv.br);

<sup>3</sup>Universidade de Uberaba, Av. Nenê Sabino, 1801 – Bairro Universitário, Uberaba, MG, 38.055-500, [andre.fernandes@uniube.com.br](mailto:andre.fernandes@uniube.com.br).

**Resumo-** O lançamento dos dejetos da suinocultura diretamente nos cursos d'água comprometem a sua qualidade pela redução do teor de oxigênio. O tratamento destes dejetos por meio de biodigestores e a utilização da água residuária de suinocultura (ARS) para a irrigação representam alternativas para esse impasse, com economia do consumo de energia e redução de gastos com insumos. Objetivou-se neste trabalho determinar possíveis alterações nos parâmetros condutividade elétrica, pH e acidez titulável do café (*Coffea arabica* L.) fertirrigado com diferentes doses de ARS (0, 100, 200 e 400 m<sup>3</sup>/ha/ano). Após a análise dos parâmetros supracitados, observou-se redução nos valores de condutividade elétrica com o aumento das doses de ARS. Independentemente das doses, os valores de acidez titulável foram menores sob aplicação de ARS, em comparação à testemunha, sem aplicação. Também foram observadas variações no valor do pH entre os tratamentos. Concluiu-se que a utilização de ARS causou alterações nos parâmetros físico-químicos associados à qualidade da bebida, chegando, inclusive a promover melhorias na qualidade dos grãos a julgar-se pelos menores valores de condutividade elétrica e acidez titulável.

**Palavras-chave:** parâmetros físico-químicos; qualidade; café; fertirrigação; água residuária;

**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias/Ciência e Tecnologia de Alimentos.

### Introdução

O crescimento da agricultura e da pecuária, pelo aumento da demanda, tem gerado uma série de danos ao meio ambiente em função dos dejetos produzidos. A suinocultura, em especial, apresenta elevado potencial poluidor, uma vez que os dejetos, lançados diretamente nos cursos d'água, reduzem os níveis de oxigênio do meio pelo aumento da atividade metabólica dos microorganismos ali presentes. O impacto afeta o equilíbrio da fauna e flora, reduz o número de espécies e de indivíduos, prejudicando, portanto, o ecossistema e a biodiversidade (GONÇALVES et al., 2006).

Um sistema apropriado de tratamento para este tipo de dejetos envolve biodigestores e a utilização da água residuária de suinocultura (ARS) para a irrigação. Tal sistema contribui para a diminuição de impactos ambientais, economia do consumo de energia e redução de gasto com insumos, uma vez que em sua composição química estão incluídos: elevada carga orgânica e altas concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, sódio, além de cobre, zinco, ferro e manganês. Sendo assim, sua aplicação vem sendo muito bem associada à cafeicultura irrigada. As regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba-MG

apresentam 75 suinocultores cadastrados, dos quais 25 a 30% também são cafeicultores e utilizam ARS para a irrigação (GONÇALVES et al., 2006).

Para a determinação da qualidade da bebida do café fertirrigado com ARS nas regiões supracitadas, o teste mais comumente utilizado tem sido o teste sensorial, conhecido como "prova da xícara" (LUIS CÉSAR DIAS DRUMOND, comunicação pessoal). Este teste é realizado por profissionais treinados, que distinguem apenas diferentes padrões de bebidas. Uma alternativa à essa caracterização é a avaliação da bebida em relação a indicadores de qualidade, entre eles: pH, acidez titulável, condutividade elétrica, açúcares totais, teor de cafeína, atividade de polifenoloxidase e ácidos clorogênicos. Esta caracterização traz informação adicional em relação àquela fornecida pela "prova da xícara" sendo útil para avaliar a qualidade do café submetido a diferentes tipos de processamento ou armazenamento (SIQUEIRA & ABREU, 2006; MALTA et al., 2003; MAZZAFERA et al., 2002; PINTO et al., 2001; CARVALHO et al., 1994).

A proposta deste trabalho foi caracterizar a bebida proveniente do café (*Coffea arabica* L.) fertirrigado com ARS por meio de parâmetros

físicoquímicos (condutividade elétrica, pH e acidez titulável) associados à qualidade da bebida.

### Metodologia

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola da Universidade de Uberaba, localizada na rodovia BR 050 km 045, altitude 750 m, em Latossolo Vermelho Escuro fase arenosa, com café Catuaí 144, plantado em dezembro de 1998, espaçamento de 4,0 x 0,5 m. O sistema de irrigação utilizado no experimento é o de aspersão em malha. Esse sistema se encontra instalado na área e utiliza o gás proveniente de um biodigestor como fonte de energia para o seu funcionamento. O aspersor Naandan utilizado (modelo 5035) apresenta bocais 5,0 x 2,5 mm, pressão de serviço 280 kPa, vazão 1, 874 m<sup>3</sup>/h, espaçamento 16 x 18 m, ângulo de inclinação do jato igual a 23° e intensidade de precipitação 5,78 mm/h.

Para efeito de comparação, foram mantidas as mesmas lâminas de água aplicadas no solo para os diferentes tratamentos. As adubações de potássio, fósforo e enxofre foram realizadas com base no nível de extração, de acordo com o tratamento de doses crescentes de nitrogênio.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, e os tratamentos consistiram da aplicação de quatro doses de ARS (0, 100, 200 e 400 m<sup>3</sup>/ha/ano).

As doses de ARS foram parceladas e aplicadas semanalmente. O controle do volume de ARS aplicado foi realizado em uma caixa de recepção de volume conhecido e distribuído na área do experimento, de acordo com o tratamento definido para aquela posição. De acordo com a análise da ARS e da necessidade da planta, foi realizado uma complementação com adubos minerais, para não limitar a produção da mesma. A parcela experimental é constituída por uma área de 324 m<sup>2</sup>, com 144 pés de café, onde foram eliminadas as oito primeiras plantas das extremidades da parcela, duas fileiras externas e escolhidas as 88 plantas restantes como plantas úteis.

Após a colheita, secagem e beneficiamento do café, uma amostra de cada tratamento foi retirada e encaminhada para o Laboratório de Química da Universidade Federal de Viçosa/Campus Rio Paranaíba. As amostras de café beneficiado (grãos verdes) foram analisadas para determinação da condutividade elétrica, pH e acidez titulável. Para cada amostra, os ensaios foram realizados em triplicatas.

Para a condutividade elétrica foram utilizados 50 grãos sem defeitos visíveis, os quais foram pesados e imersos em béqueres contendo 75 mL de água destilada. A seguir, estes recipientes foram colocados em estufa ventilada a 25 °C, por 5 h. Após esse período, procedeu-se à leitura da

condutividade elétrica utilizando-se um condutivímetro Tecnal modelo R-Tec-04P-MP. A condutividade elétrica foi expressa em  $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  (KRYZYANOWSKI et al. 1991).

A análise de pH foi realizada utilizando a metodologia descrita pela AOAC (1990), com adaptações. As amostras de café foram moídas (moinho tipo Willy) e transferidas para um *erlenmeyer*. Cada *erlenmeyer* contendo 2 g de café moído e 50 mL de água destilada foi agitado por 1 h. Após este período, a mistura foi filtrada e uma alíquota de 5 mL da solução obtida foi transferida para um béquer contendo 50 mL de água destilada. Inicialmente, determinou-se o pH, utilizando-se um pHmetro Instrutherm modelo pH-2100. Em seguida, utilizou-se a mesma solução para a determinação da acidez titulável.

A acidez titulável foi determinada utilizando-se um pHmetro Instrutherm modelo pH-2100, por titulação potenciométrica com NaOH 0,1N, de acordo com a técnica descrita pela AOAC (1990).

Os dados obtidos para os parâmetros supracitados foram submetidos à análise descritiva, uma vez que apenas uma amostra composta de cada tratamento foi analisada, não permitindo, portanto, que se procedesse à análise de variância.

### Resultados

Observou-se redução nos valores de condutividade elétrica, medida nos grãos verdes, com o aumento da dose de ARS (Figura 1A). Em relação à testemunha (dose de 0 m<sup>3</sup>/ha/ano), a redução foi de 8,86%, 21,29% e 24,41% para as doses de 100, 200 e 400 m<sup>3</sup>/ha/ano, respectivamente.

Em relação ao parâmetro pH, os valores encontrados para os quatro tratamentos ficaram compreendidos entre 5,69 e 5,87 (Figura 1B).

Considerando-se os resultados encontrados para a acidez titulável (Figura 1C), observou-se redução média de 13% comparando-se a testemunha com os demais tratamentos, independentemente da dose de ARS aplicada (100, 200 ou 400 m<sup>3</sup>/ha/ano).

### Discussão

Alguns autores como Goulart et al. (2007) e Prete (1992) concluíram que cafés de qualidade inferior apresentam maiores valores de condutividade elétrica. Segundo os autores, isso se deve a diferentes graus de degradação do tecido endospermico. Valores superiores de condutividade elétrica podem ser encontrados em função da presença de grãos defeituosos, danos mecânicos ocorridos durante o beneficiamento, al\_

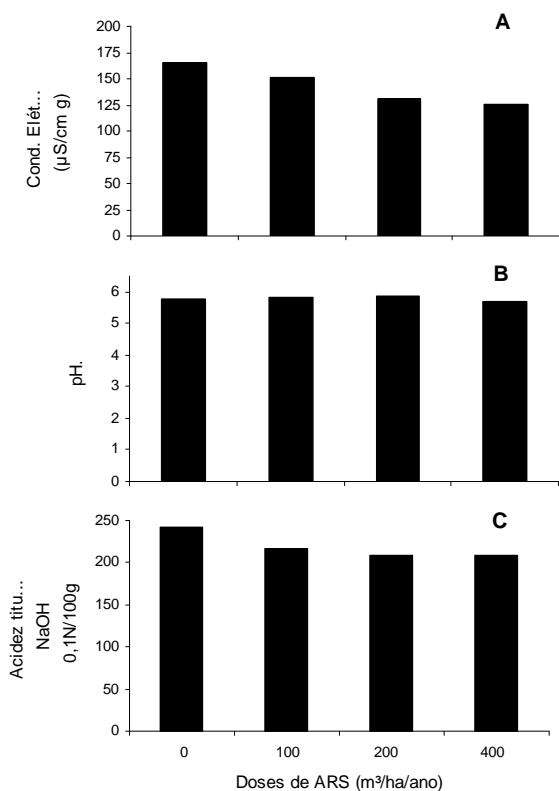


Figura 1. Condutividade elétrica (A), pH (B) e acidez titulável (C) em amostras de café obtidas de lavouras submetidas a tratamentos com diferentes doses de água residuária de suinocultura (ARS).

tas temperaturas de secagem ou presença de grãos verdes que ainda não possuem suas membranas totalmente formadas, o que libera maiores quantidades de eletrólitos na solução (Tabela 1).

Valores mais baixos de condutividade elétrica são encontrados em bebidas com maior quantidade de grãos cereja por apresentarem melhor estruturação de suas membranas (PIMENTA, 1995). Cafés despulpados também apresentam menores valores de condutividade elétrica, pois esse processo proporciona cafés de melhor qualidade, com grãos menos defeituosos (PRETE et al., 1999).

Considerando a redução observada nos valores de condutividade elétrica entre os tratamentos e o exposto anteriormente, pode-se considerar discreta melhoria da qualidade do café com a aplicação de ARS. Essa melhoria da qualidade pode ter sido ocasionada pela diminuição da quantidade de grãos verdes e/ou uma diminuição de defeitos nos grãos.

Tabela 1. Possíveis justificativas para as variações observadas nos valores de condutividade elétrica, pH e acidez titulável em grãos de café

Parâmetros físico-químicos	Possíveis justificativas para os valores observados	
	Baixo valor	Alto valor
Condutividade elétrica	*Estádio de maturação cereja (PIMENTA, 1995); *Despulpamento dos frutos (PRETE et al., 1999).	*Bebidas de menor qualidade (GOULART et al., 2007); *Aumento no tempo de ensacamento (ANGÉLICO, 2008); *Aumento na temperatura de secagem (CORADI, 2006); * Estádio de maturação verde e temperatura de secagem superiores a 45 °C (PRETE et al., 1999); *Grãos defeituosos (SILVA, 2005).
pH	*Decomposição e Formação de ácidos (MAIES, 1982).	*Torração (SILVA, 2005); * Estádio de maturação pretos e ardidos, degradação de proteínas (CARDOSO de ARAÚJO, 2004).
Acidez titulável	*Estádio de maturação verde (PIMENTA & VILELA, 2001); *Despulpados e descascados (AFONSO JÚNIOR, 2001);	*Estádio de maturação cereja (PEREIRA, 1997; COELHO, 2000); *Aumento da temperatura de secagem (CORADI, 2006); *Colheita antecipada (PIMENTA & VILELA, 2001).

O pH é indicativo de eventuais transformações dos frutos de café, como as fermentações indesejáveis que ocorrem na pré ou pós-colheita, originando defeitos (SIQUEIRA & ABREU, 2006). Este parâmetro também tem sido correlacionado com a acidez perceptível (SIVETZ & DESROSIER, 1979). No presente trabalho, os valores de pH variaram entre 5,69 e 5,87 para os diferentes tratamentos (Figura 1B). Considerando o grão cru, esses valores apresentaram-se na faixa de pH descrita em outros trabalhos (SIQUEIRA & ABREU, 2006; BARRIOS, 2001; ANGÉLICO, 2008).

A acidez titulável pode variar de acordo com graus de fermentação que ocorrem nos grãos e

conforme o estágio de maturação em que se encontram (PIMENTA, 2001). Em relação ao estágio de maturação, Pereira (1997) e Coelho (2000) encontraram os maiores valores de acidez titulável nos grãos cereja, devido ao alto teor de açúcar da mucilagem, e os menores valores no estágio de maturação verde. Além disso, o despulpamento ocasiona um decréscimo da acidez, indicando que a presença da mucilagem propicia fermentações com produção de ácidos, interferindo na qualidade da bebida (LEITE 1991).

Carvalho et al. (1994) determinaram a acidez titulável de cafés beneficiados e previamente classificados quanto à bebida em “estritamente mole”, “mole”, “apenas mole”, “dura”, “riada” e “rio”. No referido trabalho foram detectadas diferenças significativas entre as diferentes classes de qualidade, sendo mais ácidos os cafés de qualidade inferior. Os autores concluíram que apesar da diferença entre médias, a existência de interposição de faixas de variações das diferentes classes de bebidas não possibilitou separar cafés de diferentes qualidades apenas por meio do parâmetro acidez titulável.

No presente trabalho foi observado uma redução média de 13% na acidez titulável comparando-se a testemunha com os demais tratamentos. A exemplo do exposto anteriormente, esta redução é um indício de melhoria da qualidade do café com a utilização da água residuária de suinocultura. Entretanto, para a efetiva comprovação de tal inferência seria necessária informação adicional de qualidade da bebida (“prova da xícara”) para os diferentes tratamentos.

## Conclusão

Observou-se que a utilização da ARS propiciou alterações nos parâmetros físico-químicos avaliados. A redução observada para os parâmetros condutividade elétrica e acidez titulável com a aplicação de ARS são indícios de melhoria da qualidade da bebida do café. Entretanto, estudos pormenorizados devem ser realizados no intuito de validar tais observações.

Espera-se que os resultados obtidos sirvam como fonte de inspiração para a realização de novos trabalhos visando definir a forma mais adequada de manejo para esse tipo de fertirrigação, garantindo uma destinação sustentável e ambientalmente correta aos dejetos de suínos, e, ao mesmo tempo, assegurando a qualidade do café.

## Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão de

bolsa de estudo. Ao CBP&D/Café, pelo apoio financeiro do projeto de pesquisa.

## Referências

- AFONSO JÚNIOR, P.C. Aspectos físicos, fisiológicos e da qualidade do café em função da secagem e do armazenamento. 2001. 273f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- ANGÉLICO, C.L. Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) em diferentes estádios de maturação e submetido a cinco tipos de ensacamento antes da secagem. 2008. 149f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15 ed. Washington, 1990.
- BARRIOS, B.B.E. Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de cafés (*Coffea arabica* L.) da região Alto Rio Grande Sul de Minas Gerais. 2001. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, 2001.
- CARDOSO DE ARAUJO, J.B. Aspectos químicos das frações dos defeitos PVA dos grãos de café. 2004. 89f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica) – Universidade Federal de Lavras, 2004.
- CARVALHO, V.D. de; CHALFOUN, S.M.; CHAGAS, S.J. de R.; BOTREL, N.; JUSTE JÚNIOR, E.S.G. Relações entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e da qualidade de bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 449-454, 1994.
- COELHO, K.F. Avaliação química e sensorial do café de bebida estritamente mole após a inclusão de grãos defeituosos. 2000. 96f. Tese (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, 2000.
- CORADI, P.C. Alterações na qualidade do café cereja natural e despulpado submetidos a diferentes condições de secagem e armazenamento. 2006. 75f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2006.
- GONÇALVES, R.A.B.; MANTOVANI, E.C.; RAMOS, M.M.; SOUZA, L.O.C. Diagnóstico da aplicação de águas residuárias da suinocultura na



cafeicultura irrigada: Qualidade da água residual. **Irriga**, v.11, n.2, p.219-229, 2006.

- GOULART, P.F.P.; ALVES, D.J.; CASTRO, E.M. de; FRIES, D.D.; MAGALHÃES, M.M.; MELO, H.C. de. Aspectos histoquímicos e morfológicos de grãos de café de diferentes qualidades. **Ciência Rural**, v.37, n.3, p.662-666, 2007.

- KRYZYANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relatos dos testes de vigor disponíveis as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.1, n.2, p.15-52, 1991.

- MAIES, H.G.; MATZEL, U. Atractyligenin und seyne Glykoside im Kaffee. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 10.; 1982, Salvador, BA. **Dixième Colloque Scientifique International sur le Café**. Paris: ASIC, 1982. p. 247-251.

- MALTA, M.R.; NOGUEIRA, F.D.; GUIMARÃES, P.T.G. Composição química, produção e qualidade do café fertilizado com diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Ciênc. Agrotec.**, v.27, n.6, p.1246-1252, 2003.

- MAZZAFERA, P.; GONÇALVES, K.V.; SHIMIZU, M.M. Extração e dosagem da atividade da polifenoloxidase do café. **Sci. Agric.**, v.59, n.4, p.695-700, 2002.

- PEREIRA, R.G.F.A. Efeitos da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café (*Coffea arabica* L.) "estritamente mole". 1997. 96f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, 1997.

- PIMENTA, C.J. Época de colheita e tempo permanência dos frutos à espera da secagem, na qualidade no café. 2001. 145f. Tese (Doutorado em Química, Físico-Química e Bioquímica de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, 2001.

- PIMENTA, C.J.; VILELA, E.R. Qualidade do café (*Coffea arabica* L.), lavado e submetido a diferentes tempos de amontoa no terreiro. **Rev. Bras. de Armaz.**, Viçosa, n.2, p.3-10, 2001. Especial Café.

- PIMENTA, C.J. Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) originado de frutos colhidos em quatro estádios de maturação. 1995. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, 1995.

- PINTO, N.A.V.D.; FERNANDES, S.M.; PIRES, T.C.; PEREIRA, R.G.F.A.; CARVALHO, V.D. de. Avaliação dos compostos polifenóis e açúcares em padrões de bebida do café torrado tipo expresso. **Rev. Bras. Agroc.**, v.7 n 3, p.193-195, 2001.

- PRETE, C. E. C.; SERA, T.; CRUDI C. E.; FONSECA, I. C. B. Condutividade elétrica de exsudado de grãos de café colhidos em diferentes estágios de maturação. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROÍNDUSTRIA CAFEEIRA, 3., 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: [s. n.], 1999. p. 475-477.

- PRETE, C.E.C. Condutividade elétrica do exudado de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida. 1992. 125f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1992.

- SILVA, V.A. Influência dos grãos defeituosos na qualidade do café (*Coffea arabica* L.). 2005. 120f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2005.

- SIQUEIRA, H.H.; ABREU, C.M.P. Composição físico-química e qualidade do café submetido a dois tipos de torração e com diferentes formas de processamento. **Ciênc. Agrotec.**, v.30, n.1, p.112-117, 2006.

- SIVETZ, M.; DESROSIER, N.W. Physical and chemical aspects of coffee. **Coffee Technol.**, Westpor, p. 527-575, 1979.