

# CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E LIXIVIAÇÃO DE POTÁSSIO DO EXSUDATO DE GRÃOS DE CAFÉ: FATORES QUE PODEM INFLUENCIAR ESSAS AVALIAÇÕES

Marcelo R. MALTA<sup>1</sup> Email: maltamarcelo@uol.com.br; Rosemary G. F. A. PEREIRA<sup>2</sup>, Sílvio J. de R. CHAGAS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doutorando do curso de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, <sup>2</sup>Professor Adjunto, Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG; <sup>3</sup>Pesquisador, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Lavras, MG.

## Resumo:

Os procedimentos de avaliação comercial da qualidade do café são baseados em parâmetros subjetivos, pois dependem de sensações e habilidades pessoais, adquiridas com muitos anos de experiência. Assim a complementação dos procedimentos em uso com a adoção de métodos físicos e químicos tornaria mais objetiva a determinação da qualidade do café. A determinação da condutividade elétrica e da lixiviação de potássio dos grãos tem sido considerada por vários pesquisadores como bons indicadores da integridade do sistema de membranas celulares. Porém, vários fatores podem influenciar essas avaliações. Diante desse contexto foi montado um experimento para avaliar alguns fatores que podem influenciar na determinação da condutividade elétrica e lixiviação de potássio de exsudatos de grãos de café. Neste trabalho, estudou-se a influência do tamanho dos grãos e dos tipos de defeitos na determinação da condutividade elétrica e a lixiviação de potássio. Amostras de café (*Coffea arabica* L), cultivar Acaia do Cerrado MG 1474 foram submetidas a estas análises. Em relação ao tamanho dos grãos de café sem a retirada de defeitos, verificou-se que as menores peneiras apresentaram maiores valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio, o que não foi observado quando se retiraram os defeitos dessas amostras. Em relação aos defeitos verificou-se a seguinte ordem crescente de condutividade elétrica: grãos normais, verdes, brocados e ardidos semelhantes aos pretos. Em relação à lixiviação de potássio, verificou-se o mesmo comportamento, com exceção dos grãos verdes e brocados que apresentaram valores semelhantes. A presença de grãos defeituosos influencia de maneira significativa às determinações de condutividade elétrica e lixiviação de potássio de exsudatos de grãos, podendo fornecer interpretações inadequadas quanto à qualidade do café analisado.

**Palavras-Chave:** qualidade do café, lixiviação de potássio e condutividade elétrica.

## POTASSIUM LEACHING AND ELETRIC CONDUCTIVITY OF GRAIN COFFEE (*Coffea arabica* L.) EXSUDATE: FACTORS THAT MAY AFFECT THESE EVALUATIONS

### Abstract :

Commercial coffee quality evaluation procedures are based on subjective parameters, once depend on personal abilities and sensibility, acquired after many experience years. So the complementation procedures in use with the physic and chemical methods adoption would make more real and objective the coffee quality determination. So one experiment was installed to evaluate some factors that may influence in grain coffee exsudates potassium leaching and electric conductivity determination. Grain coffee size and defects affecting potassium leaching and electric conductivity were studied. Coffee cultivar, Acaia Cerrado MG 1474, samples were analysed. A coffee grain sample, with no defective grain withdraws presented at the lower sieves, greater eletric conductivity and potassium leaching values. However, pulling back defective grains those values were not obsorved. There was an increasing order on electric conductivity in grain coffee as follow: normal, greens and bored grains and also fermented as black grains. Concerning to potassium leaching there were no differences, excepted to green and bored grains that had similar values. The study suggestesd that defective coffee grain might affect in significant way the electric conductivity and potassium leaching of exudate of grains, could supply inadequate interpretations with relationship to the quality of the analyzed coffee.

**Key Words:** coffee quality, potassium leaching, conductivity eletric.

### Introdução

A valorização da qualidade da bebida do café é uma antiga preocupação no Brasil, levando os setores ligados à atividade cafeeira a elaborar as normas de classificação do café em 1917 (Teixeira, 1972). Nestas normas que sofreram poucas modificações, observa-se a ênfase a certos atributos que estão associados à aceitação ou rejeição do café para consumo. A somatória de características físicas do grão cru, tais como, cor, tamanho, forma, densidade e uniformidade; do grão torrado, destacando-se a homogeneidade na cor e principalmente das características organolépticas da bebida expressada pelo aroma e sabor, resultam na qualidade do café (Brasil, 1985).

Esses procedimentos de avaliação comercial da qualidade do café estão baseados em parâmetros subjetivos, pois dependem de sensações e habilidades pessoais, adquiridas com muitos anos de experiência. Assim a complementação dos procedimentos em uso com a adoção de métodos físicos e químicos tornaria mais real e objetiva a determinação da qualidade do café (Prete, 1992).

Inúmeras pesquisas buscam responder do ponto de vista químico quais substâncias determinam na bebida a aceitação ou rejeição e quais são os precursores e as reações que resultam nestas substâncias desejáveis ou não no grão cru de café (Clifford, 1985).

Entretanto, a composição química do café cru depende de fatores genéticos que são influenciados pelo ambiente e das condições de manejo para produção e processamento após a colheita (Carvalho et al., 1997). O café cru não possui o aroma nem o sabor típicos da bebida do café; assim a torração é essencial para a formação de compostos responsáveis pelo sabor e aroma do produto final. Há ainda que se considerar as interações entre os compostos durante o preparo da bebida e as complexas interações dentro da boca, entre os compostos químicos do café e as substâncias salivares, sem falar dos estímulos aos processos mentais que esta bebida provoca. Isto posto, verifica-se a complexidade em se relacionar qualidade da bebida com a composição química do grão de café cru (Prete, 1992).

Prete (1992), relata que há mecanismos complexos e interdependentes no processo de deterioração do grão de café que nenhuma teoria simples poderia fornecer explicações definitivas e permitir afirmações taxativas sobre o que é, na realidade, consequência de uma somatória de eventos. Por outro lado, existe uma concordância de que a degeneração das membranas celulares e subsequente perda de controle de permeabilidade, seja um dos primeiros eventos que caracterizam a deterioração. Para Amorim (1978), qualquer fator do ambiente que altere a estrutura da membrana, como ataque de insetos e microrganismos, alterações fisiológicas e danos mecânicos, provocam uma rápida deterioração dos grãos de café. Uma vez rompida a membrana celular ocorre um maior contato entre as enzimas e os compostos químicos presentes nos meios intra e extracelulares no grão. Essas alterações provocam reações químicas que modificam a composição química original do café verde e em consequência as propriedades sensoriais da infusão preparada.

Desta forma, testes para avaliar a qualidade de sementes baseados na perda de integridade das membranas foram desenvolvidos. Nestes trabalhos as sementes são imersas em água e durante o processo de embebição, de acordo com o grau de integridade de suas membranas, lixiviam solutos citoplasmáticos no meio líquido. Os solutos, com propriedades eletrolíticas possuem cargas elétricas que podem ser medidas com condutivímetro. Assim sementes de baixo vigor liberam grande quantidade de eletrólitos na solução, resultando em alto valor de condutividade elétrica (Woodstock, 1973; Bedford, 1974) ou em elevadas concentrações de determinados íons, principalmente potássio (Marcos Filho et al, 1990; Prete 1992).

Para Amorim (1978), a perda da permeabilidade e as alterações nas estruturas das membranas celulares são responsáveis pela deterioração do café. Baseado nessa hipótese, Prete (1992), verificou uma relação inversa entre a qualidade da bebida e a condutividade elétrica e a lixiviação de potássio de exsudatos de grãos crus. Baseados também nessa hipótese, Romero et al. (2003), utilizaram a metodologia para determinação da condutividade elétrica proposta por Prete (1992), para a separação de 18 cultivares de *Coffea arabica* L., chegando a conclusão que seria possível separar esses diferentes genótipos quanto a sua qualidade (bebida) através desta análise. Entretanto, segundo Favarin et al. (2004), esses testes não se correlacionam com a análise sensorial da bebida (padrão).

Apesar dos esforços realizados até agora, a interpretação da leitura da condutividade elétrica dos exsudatos liberados pelas sementes ainda precisa de estudos mais detalhados (Gotardo, et al., 2001). Assim, para que testes baseados na integridade das membranas celulares como a condutividade elétrica apresente resultados uniformes, consistentes e reprodutíveis recomenda-se especial atenção para alguns fatores que podem afetar essas determinações como, por exemplo, o teor de umidade inicial e uniformidade da amostra (Loeffler et al, 1988); tempo de embebição e temperatura (Loeffler et al., 1988 e Marcos Filho et al, 1990), tipo e número de defeitos presentes e tamanhos dos grãos de café (Prete, 1992), dentre outros.

Diante desse contexto, o objetivo desse experimento foi avaliar a influência do tamanho de grãos e tipos de defeitos na determinação da condutividade elétrica e lixiviação de potássio de exsudatos de grãos de café.

## **Material emétopos**

### **Caracterização do experimento**

O lote de café obtido para realização das análises foi colhido em lavoura cafeeira (*Coffea arabica* L.) cultivar Acaia Cerrado MG 1474, por derrça manual no pano, safra 2003/04 em experimento realizado na Universidade Federal de Lavras/MG. Foi realizada uma classificação prévia desse lote de café, sendo classificado como tipo 6-45, bebida dura, com teor de umidade médio de 10,7%. Todas as avaliações nos grãos de café foram conduzidas no Laboratório de Qualidade do Café “Dr. Alcides Carvalho”, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, situado em Lavras/MG.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições em esquema fatorial, disposto da seguinte forma: fator 1 - Tamanhos dos grãos de café; Fator 2 - Grãos defeituosos.

### **Metodologia analítica**

#### **Teor de água nos grãos de café**

Avaliado pelo método da estufa a  $105 \pm 3^{\circ} \text{C}$ , durante 24 horas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

#### **Condutividade elétrica (CE) e Lixiviação de potássio (LK)**

As metodologias de determinação da condutividade elétrica e lixiviação de potássio nos grãos de café foram realizadas segundo Prete (1992).

#### **Separação por tamanho dos grãos de café para a determinação da CE e LK**

Procedimento: 300g de café beneficiado (com e sem defeitos) foram passadas em peneiras de crivo circular para separação quanto ao tamanho dos grãos obedecendo a seguinte seqüência: peneira 20, peneira 19, peneira 18, peneira 17,

peneira 16, peneira 15, peneira 14, peneira 13 e peneira 12. Também foi realizada a determinação da amostra controle (sem separação por peneira, ou seja, bica corrida). Após a separação dos grãos em diferentes tamanhos, os grãos retidos em cada peneira foram pesados e foi calculada a porcentagem de grãos retidos considerando sua relação com o peso total. Procedeu-se então a determinação da condutividade elétrica e lixiviação de potássio.

#### Separação dos grãos defeituosos para a determinação da CE e a LK

Procedimento: Foram separados manualmente os grãos verdes, brocados, ardidos e pretos. Após a separação e contagem de 4 repetições de 50 grãos de cada tipo de defeito os grãos foram pesados para a determinação da CE e LK.

### Resultados e discussão

#### Tamanho dos grãos de café

Na Tabela 1 verifica-se que nas amostras em que não foram retirados os grãos defeituosos, a separação por tamanho implica também em separação das amostras por peso, condutividade elétrica e lixiviação de potássio. Observou-se que os grãos de café retidos nas menores peneiras apresentaram os maiores valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio, além de menor peso. Os grãos retidos na peneira 12 apresentaram os maiores valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio. É interessante ressaltar que a porcentagem de retenção de grãos nessa peneira é relativamente baixa, sendo de 0,67%. Prete (1992), também verificou valores elevados de condutividade elétrica nessa classe de tamanho, o que refletiria, segundo o autor, em um estágio de deterioração mais avançado ou um maior grau de imaturidade. Trabalhos de Teixeira et al (1974), reforçam a idéia de que a concentração de defeitos aumenta à medida que as classes de tamanho de grãos diminuem.

**Tabela 1.** Porcentagem de retenção, peso de 50 grãos, condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  de amostra) e lixiviação de potássio (ppm) de grãos de café previamente separados quanto ao tamanho de amostras sem a retirada de defeitos.

Tamanho (peneira)	Porcentagem de retenção	Peso de 50 grãos (g)	Condutividade elétrica	Lixiviação de potássio
19	4,80	8,23a	189,35e	54,13d
18	14,44	7,79b	202,88e	53,62d
17	28,68	7,20c	188,58e	54,80d
16	24,37	6,36d	220,73d	52,69d
15	15,26	5,78e	242,63c	59,20c
14	8,54	5,31f	247,80c	62,02c
13	3,25	4,46g	293,38b	74,79b
12	0,67	3,80h	363,58a	84,01a
Bica corrida		6,06d	225,98d	53,80d
CV (%)		4,19	6,18	8,37

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott ao nível de 5 % de probabilidade.

Na amostra em que não houve separação por tamanho (bica corrida), verificaram-se valores de peso e condutividade elétrica semelhantes aos grãos separados pela peneira 16. Em relação à lixiviação de potássio, os valores foram semelhantes às peneiras 16 até peneira 19, que não diferiram estatisticamente. Entretanto, Prete (1992), cita que uma separação do café em classes de tamanho (peneiras) não implica em separação em níveis de condutividade elétrica, discordando dos resultados aqui apresentados para as amostras em que não houve a retirada dos defeitos. Já nas amostras em que houve a retirada de defeitos (Tabela 2) não se verificou a separação em níveis de CE, apresentando todas as separações por peneira valores semelhantes, com exceção da peneira 19, que apresentou menores valores em relação às demais.

**Tabela 2.** Porcentagem de retenção, peso de 50 grãos, condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  de amostra) e lixiviação de potássio (ppm) de grãos de café previamente separados quanto ao tamanho de amostras sem defeitos.

Tamanho (peneira)	Porcentagem de retenção	Peso de 50 grãos (g)	Condutividade elétrica	Lixiviação de potássio
19	4,80	8,66a	138,38b	47,38b
18	14,44	7,90b	210,53a	52,72a
17	28,68	7,24c	216,66a	51,12b
16	24,37	6,50e	221,77a	48,65b
15	15,26	6,10f	227,87a	54,64a
14	8,54	5,70g	236,70a	57,66a
13	3,92	5,27h	220,55a	53,08a
Bica corrida		6,77d	225,98a	53,80a
CV (%)		2,51	4,43	6,38

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott ao nível de 5 % de probabilidade.

### Grãos defeituosos

A Tabela 3 mostra que os grãos normais, ou seja, sem defeitos, apresentaram maior peso em relação aos grãos defeituosos. Esses apresentaram a seguinte escala decrescente de peso: grãos verdes, brocados, ardidos e pretos.

Em relação aos valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio, verificou-se que os grãos normais apresentaram os menores valores diferindo estatisticamente dos grãos defeituosos. Os maiores valores de CE e LK foram verificados nos defeitos ardidos e pretos.

Verifica-se a seguinte ordem crescente de condutividade elétrica: grãos normais, verdes, brocados e ardidos semelhantes aos pretos. Em relação à lixiviação de potássio, verifica-se o mesmo comportamento, com exceção dos grãos verdes e brocados que apresentaram valores semelhantes. Verificou-se conformidade com as observações relatadas por Prete (1992) e Pereira (1997), onde a intensidade da CE e LK aumentam com a gravidade do defeito do café.

Segundo Coelho & Pereira (2002), entre os vários fatores que afetam a qualidade do café destaca-se a presença de grãos defeituosos, principalmente os verdes, ardidos e pretos, sendo conhecida a influência prejudicial desses no aspecto, torração e principalmente na qualidade da bebida do café. Pereira (1997) e Coelho & Pereira (2002), verificaram que a inclusão de grãos verdes, ardidos e pretos alterou significativamente as características químicas do café classificado como estritamente mole. Ainda segundo Pereira (1997), verifica-se redução na qualidade do café com a adição dos defeitos pretos, verdes e ardidos, ressaltando que a qualidade encontra-se intimamente relacionada à composição química e que as alterações ocasionadas pela inclusão de grãos defeituosos poderão refletir-se nas características sensoriais destes após a torração.

**Tabela 3.** Peso de 50 grãos, condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  de amostra) e lixiviação de potássio (ppm) de grãos de café normais e defeituosos.

Tamanho (peneira)	Peso de 50 grãos (g)	Condutividade elétrica	Lixiviação de potássio
Sem defeitos	6,88a	227,58d	50,35c
Verdes	6,46b	307,63c	94,24b
Brocados	4,83c	361,50b	91,80b
Ardidos	4,50d	539,80a	146,45a
Pretos	3,47e	511,70a	147,25a
CV (%)	3,07	5,90	7,43

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott ao nível de 5 % de probabilidade.

Illy et al (1982), realizaram estudos sobre as características de reflectância dos grãos defeituosos visando sua eliminação dos lotes de café através da seleção eletrônica pela cor. Os autores estudaram as características da superfície e das células dos grãos defeituosos, verificando que a desorganização celular aumenta dos grãos verdes para os ardidos e destes para os preto-verdes. Essa desorganização celular permite que a água penetre e se difunda com maior facilidade com o aumento da intensidade dos danos celulares. Essa hipótese tem confirmação nos resultados obtidos por Prete (1992), onde os grãos normais passaram de 12% para 38,49% de umidade após 3,5 horas de embebição enquanto que os grãos verdes, ardidos, pretos e preto-verdes, passaram de 12% para 57,78%; 65,77%; 69,43% e 74,53% de umidade, respectivamente.

Percebe-se então que os defeitos influenciam de forma significativa às determinações de condutividade elétrica e lixiviação de potássio, podendo comprometer uma interpretação adequada das características de um lote de café. Esse fato denota a importância de se calibrar esses métodos com a finalidade de se reduzir interferências que possam resultar em interpretações errôneas do café que está sendo analisado.

### Conclusões

A presença de grãos defeituosos influencia de maneira significativa às determinações de condutividade elétrica e lixiviação de potássio de exsudatos de grãos, podendo fornecer interpretações inadequadas quanto à qualidade do café analisado.

### Referências bibliográficas

AMORIM, H.V. **Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração da qualidade.** 1978. 85p. Tese (Livro-Docência) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

BEDFORD, L.V. Conductivity tests in commercial and hand harvested seed of pea cultivars and their relation to field establishment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.2, n.3, p.323-335, 1974.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Café – Grupo Executivo de Regionalização da Cafeicultura. **Cultura do Café no Brasil: Manual de Recomendações.** 5ª ed. Rio de Janeiro, 1985. 580p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: Departamento Nacional de Defesa Vegetal, 1992. 365p.

CARVALHO, V.D. de; CHAGAS, S.J. de R.; CHALFOUN, S.M. Fatores que afetam a qualidade do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18. n.187, p.5-20, 1997.

CLIFFORD, M.N. Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In: CLIFFORD, M.N.; WILSON, K.C. **Coffee, botany, biochemistry and production of beans and beverage**. London: Croom Helm, 1985. p.305-359.

COELHO, K.F.; PEREIRA, R.G.F.A. Influência de grãos defeituosos em algumas características químicas do café cru e torrado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.2, p.375-384, mar./abr., 2002.

FAVARIN, J.L.; VILLELA, A.L.G.; MORAES, M.H.D.; CHAMMA, H.M.C.P.; COSTA, J.D.; NETO, D.D. Qualidade da bebida de café de frutos cereja submetido a diferentes manejos pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.2, p.187-192, fev. 2004.

GOTARDO, M.; VIEIRA, R.D.; PEREIRA, L.M.A. Teste de condutividade elétrica em sementes de milho. **Ceres**, Viçosa, v.48, n.277, p.333-340, 2001.

ILLY, E.; BRUMEN, G.; MASTROPASQUA, L.; MAUGHAN, W. Study on the characteristics and the industrial sorting of defective beans in green coffee lots. In: COLOQUIO CIENTIFICO INTERNACIONAL SOBRE O CAFÉ, 10., 1982, Salvador. **Anais....** Salvador: 1982. p.99-126.

LOEFFLER, T.M.; TERRONY, D.M.; ECLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.12, n.1, p.37-53, 1988.

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVENBRE, A.D.C.; CHAMMA, H.M.C.P. Estudo comparativo de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.12, p.1805-1815, 1990.

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

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

ROMERO, J.C.P.; ROMERO, J.P.; GOMES, F.P. Condutividade elétrica (CE) do exsudato de grãos de *Coffea arabica* em 18 cultivares analisados no período de 1993 a 2002. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.78, n.3, p.293-302, dez. 2003.

TEIXEIRA, A.A. **A técnica experimental da degustação do café**. 1972. 80p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

TEIXEIRA, A.A.; PEREIRA, L.S.P.; PINTO, J.C.A. **Classificação de café. Noções Gerais**. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1974. 88p.

WOODSTOCK, L.W. Physiological and biochemical tests for seed vigor. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, n.1, p.127-157, 1973.