

QUALIDADE DO CAFÉ SECADO EM TERREIROS COM DIFERENTES PAVIMENTAÇÕES E ESPESSURAS DE CAMADA

Carlos Henrique Rodrigues Reinato¹, Flávio Meira Borem², Marcelo Ângelo Cirillo³, Eduardo Carvalho Oliveira⁴

(Recebido: 22 de fevereiro de 2011; aceito 28 de junho de 2011)

RESUMO: Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a qualidade do café submetido à secagem em terreiros, com diferentes pavimentações e espessuras de camadas de secagem de grãos. O delineamento experimental constituiu-se em um DIC, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4x3x2 sendo quatro as formas de processamento do café (roça, cereja descascado, cereja + verde e bóia), em três tipos de terreiro (terreiro de terra, concreto e lama asfáltica) e duas espessuras de camada de secagem do café (fina e grossa), totalizando 24 tratamentos. Foram utilizadas duas repetições para cada tratamento, totalizando 48 unidades experimentais. Cerca de 15000 litros de café foram colhidos sobre pano e secados nos diferentes terreiros. Desse total, 2400 litros foram levados diretamente aos terreiros para secagem (café roça). Cerca de 4800 litros foram lavados e separados por diferença de densidade. A porção bóia e a porção cereja e verde foram secadas separadamente nos terreiros. Finalmente, 9600 litros de café foram lavados, descascados e secados nos terreiros. Aí, os cafés foram revolvidos 16 vezes ao dia. Após a secagem, amostras de café foram beneficiadas e submetidas à avaliação da qualidade por meio das seguintes análises: sensorial, compostos fenólicos, acidez titulável total, sólidos solúveis, condutividade elétrica, lixiviação de potássio e açúcares totais, redutores e não redutores. Os resultados indicam que o tipo de café, o tipo de terreiro e a espessura da camada de secagem exercem forte influência nas características químicas, físico-químicas e sensoriais do café. A secagem do café cereja descascado em camada fina, tanto em terreiro de concreto como de lama asfáltica, proporciona melhor qualidade de bebida que os demais tratamentos.

Termos para indexação: Qualidade do café, análise sensorial, composição química, processamento, secagem.

QUALITY OF THE COFFEE DRYED ON GROUNDS WITH DIFFERENT SURFACES AND THICKNESS LAYERS

ABSTRACT: The present work aimed to evaluate the quality of coffee submitted to drying on grounds with different surfaces and thickness layers of grains, at Universidade Federal de Lavras, in July 2006. This experiment was carried out in a completely randomized design, factorial scheme 4x3x2, with four forms of coffee processing (mixture coffee, parchment coffee, cherry and unripe and floater), three types of grounds (earth, concrete and asphalt byproduct) and two thicknesses for coffee drying (thin and thick), amounting to 24 treatments. Two replicates per each treatment were utilized, amounting to 48 experimental units. About 15000 liters of coffee were picked over a cloth and dried on the different surfaces. Out of this total, 2400 liters were spread directly to the surfaces for drying (mixture coffee). About 4800 liters were washed and separated by density difference. The portion floater and the portion cherry and unripe were dried separately on the surfaces. Finally, 9600 liters of coffee were washed, husked and dried on the surfaces. The coffee was turned 16 times a day by following the sun's movement. After drying, samples of the coffees were taken, processed and submitted to evaluation of quality through the following analyses: sensorial and physical chemical analysis, Phenolic compounds, total titrable acidity, total solids, electrical conductivity, leaching of potassium, reducers and non reducers and total sugars. The results indicate that the type of coffee and the thickness layers have make strong influence in the chemistry and physical-chemistry characteristics of coffee, and the sensorial analysis shows that the washed coffee dried in thin layers on concrete and asphalt surfaces provide better beverage quality.

Index terms: Sensorial analysis, coffee quality, types of drying surfaces, multivariate analysis.

1 INTRODUÇÃO

O processamento do café pode ser realizado de formas distintas: mantendo-se o fruto intacto, ou

seja, o fruto é processado em sua forma integral, comumente denominado de café natural; removendo-se apenas a casca e parte da mucilagem, denominado cereja descascado (CD); removendo-se a casca e a

¹Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Machado, Rodovia Machado Paraguaçu, Km 3 - Bairro Santo Antônio - Machado - MG - reinato@mch.ifsuldeminas.edu.br

²Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Engenharia/DEG - Cx. P. 3037 - 37.200-000 Lavras - MG - flavioborem@deg.ufla.br

³Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Ciências Exatas/DEX - Cx. P. 3037 - 37.200-000 Lavras - MG - macufla@gmail.com

⁴Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Engenharia/DEG - Cx. P. 3037 - 37.200-000 Lavras - MG - eduardoco@oi.com.br

mucilagem mecanicamente (desmucilado); ou removendo-se a casca mecanicamente e a mucilagem por meio de fermentação (despolpado).

Na forma de processamento natural, o fruto é secado na sua forma integral (com casca e mucilagem). Ele poderá ir diretamente da lavoura para o terreiro, onde será submetido ao processo de secagem. No entanto, trata-se de uma forma de processamento com grandes riscos à qualidade, pois seus grãos são secados com diferentes estádios de maturação, diferentes teores de água, podendo ocorrer frutos com diversas anormalidades. A passagem desse café pelo lavador apresenta inúmeras vantagens. A separação hidráulica dos frutos por diferença de densidade permite a obtenção de duas parcelas de café: cereja e verde e a porção bóia. A parcela de frutos cereja e verde constitui um material com potencial para a produção de café de melhor qualidade, devendo ser conduzida separadamente, até o beneficiamento e comercialização (GARRUTI et al., 1961; SOUZA, 2000; TEIXEIRA; GÓMEZ, 1970).

No processamento do café cereja descascado, a casca e parte da mucilagem do fruto maduro são retirados. Por outro lado, no processamento do café despolpado e desmucilado, a casca e toda a mucilagem são retiradas. Como a casca e a mucilagem são substratos propícios ao desenvolvimento de microrganismos, sua remoção pode evitar a ocorrência de fermentações prejudiciais à qualidade final do produto (BARTHOLO; GUIMARÃES, 1997). Esses sistemas de processamento têm a vantagem de diminuir consideravelmente a área de terreiro e o tempo necessário para secagem (SILVA, 1998).

No processamento dos cafés descascado, despolpado e desmucilado ocorre a retirada de grande parte dos frutos verdes, contribuindo dessa maneira para a melhoria da qualidade. Segundo Williams, Feria e Kari (1989), vários compostos químicos dos cafés produzidos no Kenia, Brasil e Etiópia, diferenciados segundo o estágio de maturidade, demonstraram que o café verde imaturo produz sabores e aromas rançosos com características muito amargas e que os grãos maduros propiciam bebidas com sabores mais doces, suaves e maior acidez.

Leite e Carvalho (1996) e Quintero (2000), ao avaliarem diferentes tipos de colheita e processamento

do café, observaram que o descascamento melhorou a qualidade do café. Entretanto, apesar dessa forma de processamento promover a remoção da mucilagem, evitando o desenvolvimento de fermentações microbianas, ela apresenta a desvantagem de impedir que características desejáveis sejam transmitidas da mucilagem para o grão. Deve-se ressaltar, no entanto, que, em regiões onde as condições ambientais são desfavoráveis à preservação da qualidade na fase de pós-colheita, a utilização desse tipo de processamento é o mais indicado (SOUZA, 2000). O café cereja descascado pode ser considerado como um método intermediário entre o processamento natural e o despolpado, pois ele mantém as características típicas do corpo, do aroma e da doçura dos cafés brasileiros (BRANDO, 1999).

Brando (1999) e Cortez (1997) relatam que as principais vantagens do descascamento são a eliminação dos frutos verdes, a diminuição dos custos de beneficiamento e a diminuição da porcentagem de bebidas fenicadas. No entanto, muitos produtores fazendo uso dessa tecnologia não têm conseguido atingir a qualidade almejada, principalmente devido à falta de cuidados nas etapas de pós-colheita, principalmente durante a secagem.

Em relação à qualidade físico-química, alguns trabalhos têm sido realizados com objetivo de comparar os diversos tipos de processamento (CHAGAS; MALTA, 2008; MALTA; CHAGAS; OLIVEIRA, 2003; REINATO et al., 2005; TOSELLO, 1967; VILELA, 2002).

Diversos pesquisadores têm usado, com frequência, análises físico-químicas e sensoriais com o objetivo de avaliar as alterações da qualidade do café (AFONSO JÚNIOR, 2001; BACCHI, 1962; GODINHO et al., 2000; STIRLING, 1975; SUBRAHMANYAN et al., 1961). Dentre essas análises, podem-se destacar a quantificação analítica dos açúcares, os compostos fenólicos, os sólidos solúveis, a condutividade elétrica, a lixiviação de potássio e a prova de xícara. Os açúcares são precursores de um grande número de compostos do aroma e sabor. O teor de açúcares totais, redutores e não redutores, pode variar com o local de cultivo do cafeeiro e também com o grau de maturação dos frutos (VILELA; PEREIRA, 1998).

Em relação aos açúcares, Bytof, Selmar e Schieberle (2000) observaram maiores valores no conteúdo de glicose e frutose nos cafés processados por via úmida. Essas variações também foram verificadas por Knopp, Bytof e Selmar (2006).

Malta, Chagas e Oliveira (2003) verificaram que teores médios de açúcares totais apresentaram-se em maiores concentrações nos cafés cereja desmucilado e bóia. Pereira, Vilella e Andrade (2002) verificaram que o café cereja apresentou o maior teor de açúcares redutores, justificado pelo fato de que, quando o fruto de café é seco com polpa e mucilagem, que é rica em açúcares, podem ocorrer translocações desses componentes químicos para o interior do grão.

Segundo Afonso Júnior (2001), uma das hipóteses prováveis para a redução dos açúcares é a de que parte desses compostos esteja sendo metabolizada por microrganismos. Dessa maneira, espera-se que, quanto maior a deterioração do produto, maior será o consumo de açúcares, causando sua redução. Em relação aos compostos fenólicos, diversos trabalhos indicam que os compostos fenólicos estão presentes em maior quantidade em cafés de frutos verdes (LEITE; VILELA; CARVALHO, 1996). Amorim (1978) observou maiores concentrações de fenólicos totais em cafés de qualidade inferior. Essas maiores concentrações foram também atribuídas ao ataque de fungos, como o *Fusarium sp.* que desencadeia processos fisiológicos de defesa, com produção desses compostos. Diante disso, acredita-se que cafés secados com manejo inadequado podem sofrer variação dos teores de compostos fenólicos totais. Malta, Chagas e Oliveira (2003) e Vilella et al. (2002) não verificaram diferenças significativas no teor de polifenóis, entre as diferentes formas de preparo por eles estudadas.

Os testes de condutividade elétrica e lixiviação de potássio têm se apresentado como indicadores consistentes da integridade da membrana (AMORIM, 1978; PRETE, 1992). Estas análises têm tido uma correlação bastante positiva em relação à qualidade do café. A perda da seletividade da membrana celular está associada a diversos fatores, entre eles os danos sofridos pelo café durante as etapas de processamento e secagem. A lixiviação de potássio, na maioria das pesquisas, tem demonstrado ser esse um teste complementar ao da condutividade

elétrica (AMORIM, 1978; BORÉM; REINATO; PEREIRA, 2003; PRETE, 1992; RIBEIRO et al., 2003). Diante do exposto, percebe-se que o aumento dos valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio está relacionado à perda de qualidade do café. Portanto, espera-se que, quanto maior a deterioração ocorrida no processo de secagem, mais intenso será o aumento nos valores dessas análises.

Malta, Chagas e Oliveira (2003) não observaram diferenças significativas entre os tipos de pré-processamento do café em relação aos valores de condutividade elétrica, o que, segundo esses autores, sugere que, tanto o café seco na sua forma integral, quanto os cafés que sofreram algum tipo de pré-processamento podem apresentar integridade celular adequada, desde que se tomem cuidados na colheita e pós-colheita. Corroborando com esse raciocínio, Chagas e Malta (2008) e Pereira, Vilella e Andrade (2002) relataram que o descascamento não afetou a integridade da membrana dos grãos.

Em relação à bebida do café, Vilella (2002) observou características superiores da bebida para os cafés descascados, despulpados e desmucilados em relação ao café natural. Tendência também confirmada por Garruti et al. (1961), Malta, Chagas e Oliveira (2003) e Teixeira e Gómez (1970).

Além do processamento, a secagem é uma das principais etapas que influenciam na qualidade, principalmente se for mal conduzida (LACERDA FILHO, 1989; SILVA et al., 1998; VILELA, 1997). A qualidade do café natural, se comparada à do café descascado, é comprometida em maior intensidade quando as condições ambientais e de manejo, durante a secagem em terreiros, são desfavoráveis, especialmente em terreiros não pavimentados.

Os terreiros para secagem de café são construídos de diversos materiais, sendo os mais usados representados pelos terreiros de chão batido, tijolo, concreto, asfalto, lama asfáltica e leito suspenso. Vários trabalhos vêm sendo realizados objetivando-se estudar a interferência da pavimentação na qualidade sensorial do café (BORÉM; REINATO; PEREIRA, 2003; GRANER et al., 1967; HASHIZUME, 1985; LACERDA FILHO, 1986; MATIELLO et al., 2002; REINATO et al., 2005; SANTINATO; TEIXEIRA, 1977; SANTOS et al., 1971; VIANA; MATIELLO; SOUZA, 2002; VILELA, 1997).

Viana, Matiello e Souza (2002) estudaram a influência de tipos diferentes de terreiros, pavimentados ou não, ou com diferentes pavimentações, não encontrando diferenças na qualidade sensorial e no aspecto do café. Porém, Lacerda Filho, Silva e Hara (1989), Santos et al. (1971) e Vilela (1997) afirmam, em seus estudos, que o terreiro de chão batido exerce influência altamente negativa sobre a qualidade do café.

Chagas e Malta (2008), verificando o efeito de diferentes formas de preparo e tipos de terreiro de secagem, na composição química do café, verificaram a existência de diferenças na composição química dos grãos de café, em função tanto da forma de preparo do café quanto do tipo de terreiro de secagem utilizado, assim como a interação entre esses dois fatores, em todas as variáveis qualitativas analisadas. O café cereja descascado apresentou teores de açúcares totais iguais ou superiores, bem como menores valores de condutividade elétrica, o que sugere que essa forma de preparo pode propiciar cafés de melhor qualidade. De maneira geral, verificou-se efeito deletério do terreiro de terra sobre os valores médios de condutividade elétrica, em todas as formas de preparo e secagem do café.

Além do tipo de pavimentação, acredita-se que a espessura da camada de secagem também tenha grande influência na qualidade do café. Observa-se que os diversos trabalhos encontrados sobre a qualidade do café durante a secagem em terreiros (ABRAHÃO; FERREIRA; FELIPE, 2002; GARCIA et al., 1998; HASHIZUME, 1985; LACERDA FILHO, 1986; REINATO et al., 2005; SANTOS et al., 1971; VILELA, 1997), não estudaram as interações entre tipo de café, tipo de terreiro e espessura da camada do café.

Objetivando-se tornar os resultados mais precisos, algumas análises físico-químicas vêm sendo comumente usadas por diversos autores (COELHO; PEREIRA, 2002; LOPES et al., 2000; PIMENTA; VILELLA, 2000; REINATO et al., 2002, 2003). Dentre essas análises, podemos destacar os açúcares, compostos fenólicos, sólidos solúveis, condutividade elétrica, acidez titulável total e lixiviação de potássio.

Na busca por informações que possam subsidiar o correto manejo da secagem e a melhoria da qualidade do café, tornam-se relevantes estudos

científicos aplicados a essa realidade. Objetivou-se, no presente trabalho, avaliar a qualidade do café submetido a diferentes condições de processamento e secagem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção da matéria-prima:

O café, da cultivar Catucaí Amarelo (*Coffea arabica* L.), produzido na Universidade Federal de Lavras foi colhido por derrça manual no pano. Neste trabalho foram avaliados 4 tipos de café: roça (café com todos os estádios de maturação), bóia, cereja+verde e cereja descascado (CD), que foram obtidos conforme procedimento descrito a seguir. Antes de passar pelo lavador, o café foi bem misturado, sendo retirados 2400 litros de café para constituir a porção roça. O restante do café foi submetido à separação hidráulica, resultando nas porções cereja+verde e bóia. Novamente 2400 litros do café bóia e 2400 litros do cereja+verde foram retirados do total. A outra parte do cereja foi conduzida por um elevador de canecas para o descascamento, separando-se, finalmente, 2400 litros do café cereja descascado.

A espessura das camadas foi definida de acordo com o tipo de café. Para o cereja descascado foi considerada fina a espessura de 1 cm e grossa 4 cm. Para os cafés cereja+verde, roça e bóia a espessura considerada fina foi de 3 cm e a espessura grossa de 8 cm. Durante a secagem, o café foi revolvido 16 vezes ao dia, formando leiras no sentido do deslocamento do sol.

Delineamento experimental:

O delineamento experimental foi constituído de um DIC (delineamento inteiramente casualizado), com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4x3x2, sendo quatro tipos de café (roça, cereja+verde, bóia e cereja descascado,) três tipos de terreiros (terra, lama asfáltica e concreto) e duas espessuras de camada (fina e grossa), totalizando 24 tratamentos. Foram usadas duas repetições, totalizando 48 parcelas experimentais.

Teor de água dos cafés e condições ambientais:

As amostras para quantificação do teor de água foram retiradas em intervalos regulares de um

dia. A determinação do teor de água foi realizada, utilizando-se estufa a $105^{\circ}\pm 1^{\circ}$ C por 24 horas (BRASIL, 1992). A umidade relativa e a temperatura do ambiente, durante a secagem, foram monitoradas por um termo-higrógrafo instalado no local do experimento.

Metodologia Analítica:

O processo de secagem foi interrompido quando o café atingiu 11% (bu) de teor de água, indicando que a secagem estava completa. Terminada a secagem, as amostras de cada parcela foram retiradas, beneficiadas e submetidas às análises físico-químicas e de qualidade sensorial.

Acidez Titulável Total:

A acidez titulável foi determinada por titulação com NaOH 0,1N, de acordo com as normas descritas pela Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1990). O extrato utilizado, foi obtido a partir de 2 gramas de amostra de café moída diluída em 50 ml de água destilada, sendo agitado em agitador mecânico por 1 hora, a 150 rpm. A solução extrato foi filtrada e uma alíquota de 5 ml foi separada e diluída em 50 ml de água destilada. A acidez total foi determinada por titulação com solução NaOH 0,1 N, usando uma solução de fenolftaleína 1 % como indicador e expressa em ml de NaOH 0,1n 100g^{-1} de amostra.

Condutividade elétrica:

A condutividade elétrica dos grãos crus foi determinada utilizando-se duas repetições de 50 grãos de cada amostra, os quais foram pesados (precisão de 0,001g) e imersos em 50 mL de água deionizada no interior de copos plásticos de 180 mL de capacidade. A seguir, esses recipientes foram colocados em estufa ventilada regulada para 25°C por 4 horas, procedendo-se à leitura da condutividade elétrica da solução em condutímetro C.701 da marca ANALION. Foi calculada a condutividade elétrica, expressando-se o resultado em $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ de amostra.

Lixiviação de íons de potássio:

A lixiviação dos íons de potássio foi realizada segundo Prete (1992) após a leitura da

condutividade elétrica. A leitura foi realizada em fotômetro de chama DIGIMED NK-2002. Com os dados obtidos foi calculado o potássio lixiviado, expressando-se os resultados em ppm (partes por milhão).

Açúcares totais, redutores e não redutores:

Os açúcares totais e redutores foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, descrito pela AOAC (1990) e determinados pela técnica de Somogyi, adaptada por Nelson (1944).

Compostos fenólicos totais:

Os compostos fenólicos totais foram extraídos utilizando como extrator o metanol 50% e identificados de acordo com o método de Folin Denis, descrito pela AOAC (1990).

Sólidos Solúveis:

Determinados em refratômetro de bancada Abbe modelo 2 WAJ, conforme normas da AOAC (1990). Os resultados foram expressos em porcentagem na matéria seca.

Classificação pela prova de xícara:

A prova de xícara foi realizada por 3 provadores qualificados pertencentes às instituições parceiras da Universidade Federal de Lavras. Cada profissional analisou as 48 parcelas experimentais de acordo com a Instrução Normativa nº 8 de 2003 (BRASIL, 2003).

Análise estatística:

Em consonância com os objetivos propostos, utilizaram-se técnicas de análise multivariada, mais especificamente, componentes principais (JOHNSON; WICHERN, 1998) nas avaliações químicas e físico-químicas e análise de correspondência simples (HAIR JUNIOR et al., 2005) na análise sensorial. Em ambos os procedimentos, o objetivo foi discriminar grupos de tratamentos que identificam similaridade nas respostas experimentais.

Nos resultados de análise sensorial, foi aplicada a análise de correspondência simples às classificações de bebida (estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riado e rio), associadas aos tratamentos de processamento e secagem, indicando similaridade ou dissimilaridade entre os mesmos.

O software utilizado para a análise estatística dos dados foi MINITAB (2000) e SAS Institute (2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliações químicas e físico-químicas

A interação entre as variáveis estudadas foi pesquisada por meio da análise de dependência. Os resultados são apresentados pelos vetores na Figura 1.

O ângulo formado pelos vetores representa a correlação entre os autovetores, representando as variáveis estudadas, ou seja, quanto menor o ângulo entre os vetores maior a correlação entre as variáveis.

Observa-se que os vetores que representam as variáveis condutividade elétrica e lixiviação de potássio apresentaram um pequeno ângulo entre eles, possuindo uma alta correlação. Isso ocorre porque ambos os testes avaliam os danos provocados na integridade da membrana celular do grão de café. Quanto maiores forem as injúrias ocorridas nos grãos, maiores serão os valores de condutividade elétrica. Por outro lado, como o potássio é o íon presente em maior quantidade na parede celular, quanto maior os níveis de injúrias no grão, maiores também serão os valores de potássio

presentes no exsudato lixiviado. Em vários trabalhos, o comportamento do teste de condutividade elétrica tem se mostrado bastante semelhante ao do teste de lixiviação de potássio (LOPES et al., 2000; REINATO, 2003; RIBEIRO et al., 2003). Neste trabalho, confirmou-se essa correlação entre essas variáveis por meio de uma análise multivariada de componentes principais.

A análise multivariada de componentes principais é realizada visando reduzir variáveis e discriminar grupos. Quando usada para reduzir variáveis, considera-se adequada para sua realização uma variabilidade acumulada acima de 70%. Por outro lado, quando o objetivo da análise é discriminar grupos, como é o caso deste experimento, considera-se adequado, para sua realização, uma variabilidade acumulada acima de 60%. Na Tabela 1, são apresentadas as variabilidades dos componentes, onde observa-se que a variabilidade acumulada foi de 64,4% para os dois primeiros componentes, sendo esse valor considerado adequado para a realização da análise multivariada.

Os resultados observados na Tabela 2 indicam que as variáveis, cujas contribuições tiveram maior importância para a formação da componente 1 (PC1) foram a condutividade elétrica e o açúcar total.

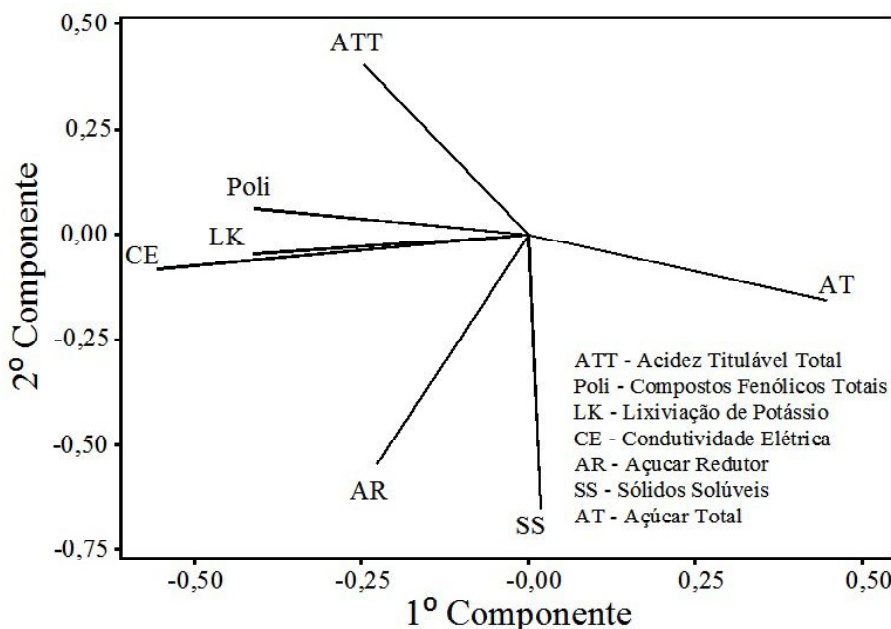


FIGURA 1 – Gráfico Biplot dos componentes principais das variáveis estudadas.

TABELA 1 – Resumo da variância explicada e autovalores dos dois primeiros componentes principais para as variáveis estudadas.

VARIÁVEL	PC1	PC2
Compostos Fenólicos	-0,412	-0,042
Acidez Titulável	-0,245	0,399
Sólidos Solúveis Totais	0,018	-0,651
Açúcar Redutor	-0,254	-0,612
Açúcar Total	0,487	-0,173
Lixiviação de Potássio	-0,408	0,064
Condutividade Elétrica	-0,550	-0,085
Proporção explicada	0,398	0,644

TABELA 2 – Contribuição dos componentes estimados.

Variáveis	PC1	PC2
Compostos Fenólicos	0,169392	0,001509
Acidez Titulável Total	0,059594	0,160426
Sólidos Solúveis	0,000283	0,424476
Açúcar Redutor	0,065753	0,372509
Açúcar Total	0,236149	0,029817
Lixiviação de Potássio	0,166004	0,004152
Condutividade Elétrica	0,302826	0,007113

Em relação ao componente 2 (PC2), destacaram-se as variáveis sólidos solúveis e açúcar redutor como variáveis que mais influenciaram na formação desta componente.

Para visualização dos possíveis agrupamentos formados, plotaram-se os escores para cada tratamento (valores do eixo Y e X para a componente 1 e 2, respectivamente).

O gráfico dos escores utilizado para visualização de possíveis agrupamentos em relação ao fator tipo de café é apresentado na Figura 2.

Observa-se a formação de um grupo constituído pelos tratamentos constituídos do café cereja descascado. Esses resultados permitem inferir que, independentemente do procedimento de secagem, os cafés descascados diferenciam-se dos naturais em relação à sua composição química e físico-química. A maioria dos cafés cereja descascado localizou-se no primeiro quadrante do gráfico de

dispersão. Verifica-se também que a primeira componente foi a que mais contribuiu para a formação desse grupo. Portanto, pode-se inferir que os fatores que mais influenciaram na diferenciação do cereja descascado foram os menores valores de condutividade elétrica e os maiores valores de açúcares totais encontrados nesse tipo de café.

Na Figura 3 é apresentado o gráfico dos escores utilizados para visualização de possíveis agrupamentos, em relação ao fator espessura da camada.

Observa-se que os componentes estimados apresentaram resultados que evidenciam a formação de dois grupos: o primeiro formado pelos tratamentos dos cafés secados em camada fina e o segundo formado pelos cafés secados em camada grossa. Essa observação sugere que a maneira como o café é secado no terreiro influencia a preservação de suas características físicas e físico-químicas e, conseqüentemente, interfere na sua qualidade.

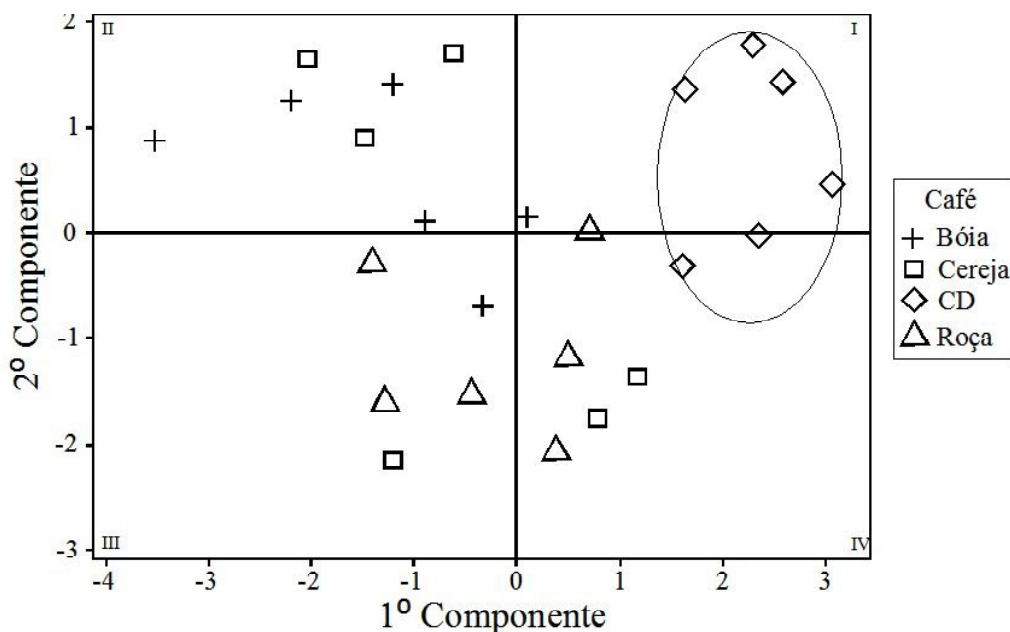


FIGURA 2 – Gráfico dos escores utilizado para discriminação do tipo de café.

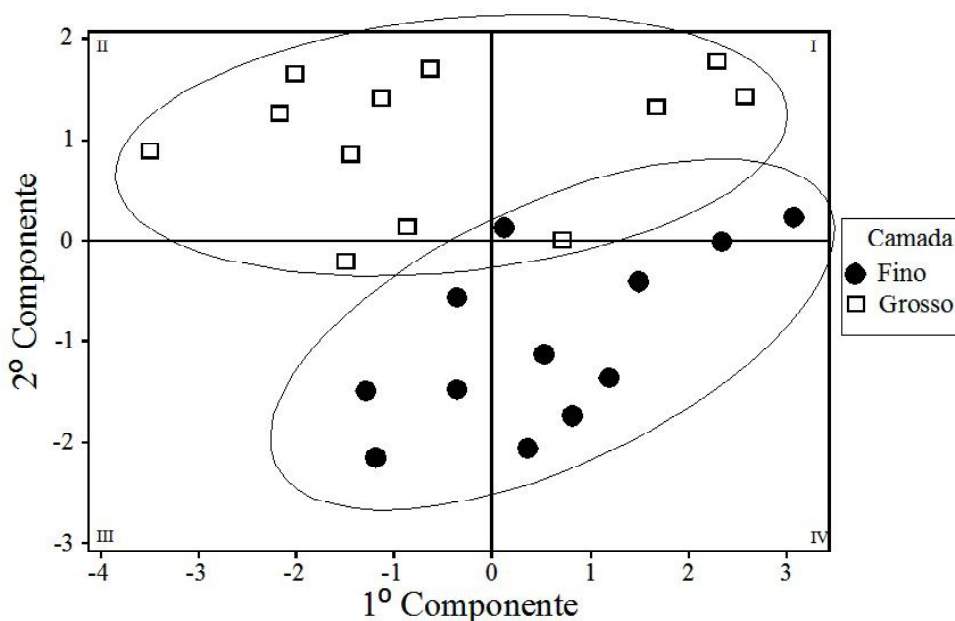


FIGURA 3 – Gráfico dos escores utilizado para discriminação da espessura da camada de secagem do café, no terreiro.

O segundo componente foi o que mais contribuiu para essa diferenciação. Os cafés secados em camada fina tiveram, na sua grande maioria, escores negativos para a segunda componente. Dessa maneira, pode-se afirmar que os resultados que mais influenciaram para

essa distinção foram os teores de açúcares redutores e de sólidos solúveis. Os cafés secados em camada fina apresentaram maiores valores de açúcares redutores e sólidos solúveis em relação ao café submetido à secagem em camada grossa.

Como os açúcares e a maioria dos sólidos solúveis são utilizados como substrato para o desenvolvimento de microrganismos, uma das hipóteses para os menores teores desses compostos nos cafés secados em camada grossa, seria a ocorrência de fermentações na massa de café.

Esses resultados indicam que, tanto para o café natural quanto para o café descascado, a espessura de camada usada ao longo da secagem em terreiro influencia significativamente a qualidade do café. Portanto, antes da adoção de investimentos com tecnologias para processamento e revestimento de terreiros, o produtor deve priorizar o dimensionamento correto da pós-colheita, levando em consideração a capacidade de recepção diária, planejamento de colheita e o correto manejo durante a secagem.

Análise sensorial

Os resultados da prova de xícara são apresentados na forma de frequência do número de ocorrências para cada tratamento, na Tabela 3.

Observa-se que as bebidas consideradas superiores estiveram mais presentes no café CD, quando submetido à secagem em camada fina. Esses mesmos cafés, quando submetidos à secagem em camadas grossas obtiveram a maior frequência de bebidas duras, comprovando dessa maneira que, além do tipo de processamento, o manejo no terreiro é de fundamental importância na preservação da qualidade do café.

Além dos resultados de frequência foi realizada também análise de correspondência, objetivando associar o tipo de bebida com os tratamentos estudados.

TABELA 3 – Frequência do número de ocorrências das bebidas do café.

Código	Identificação	E.M.	Mole	A.mole	Duro	Riado	Rio
RFLA RFLA	Roça Fino Lama Asfáltica	0	0	2	4	0	0
RGLA	Roça Grosso Lama Asfáltica	0	0	0	6	0	0
RFC	Roça Fino Concreto	0	1	1	4	0	0
RGC	Roça Grosso Concreto	0	0	0	4	2	0
RFTR	Roça Fino Terra	0	0	0	5	1	0
RGTR	Roça Grosso Terra	0	0	0	2	4	0
CFLA	Cereja Fino Lama Asfáltica	0	0	0	6	0	0
CGLA	Cereja Grosso Lama Asfáltica	0	0	0	4	2	0
CFC	Cereja Fino Concreto	0	0	0	6	0	0
CGC	Cereja Grosso Concreto	0	0	0	2	4	0
CFTR	Cereja Fino Terra	0	0	0	4	2	0
CGTR	Cereja Grosso Terra	0	0	0	4	2	0
BFLA	Boia Fino Lama Asfáltica	0	0	0	6	0	0
BGLA	Boia Grosso Lama Asfáltica	0	0	0	4	2	0
BFC	Boia Fino Concreto	0	0	0	6	0	0
BGC	Boia Grosso Concreto	0	0	2	2	2	0
BFTR	Boia Fino Terra	0	0	0	4	2	0
BGTR	Boia Grosso Terra	0	0	0	2	3	1
CDFLA	Cereja Desc. Fino Lama Asfáltica	1	2	3	0	0	0
CDGLA	Cereja Desc. Grosso Lama Asfáltica	0	0	0	6	0	0
CDFC	Cereja Desc. Fino Concreto	0	3	1	2	0	0
CDGC	Cereja Desc. Grosso Concreto	0	0	2	3	1	0
CDFTR	Cereja Desc. Fino Terra	0	0	0	6	0	0
CDGTR	Cereja Desc. Grosso Terra	0	0	2	4	0	0

Na Tabela 4 são apresentados os valores das contribuições dos tratamentos.

Observa-se que os cafés cereja descascado secados, em camada fina, em terreiro de lama asfáltica e concreto obtiveram as maiores contribuições, formando um grupo distinto. Já os tratamentos RGTR, CGLA, CGC, BGTR obtiveram os maiores valores de contribuição para a segunda componente formando, portanto outro grupo.

Na Tabela 5 são apresentados os valores das contribuições das classificações sensoriais em relação aos componentes. Percebe-se que as bebidas

estritamente mole, mole e apenas mole foram as que tiveram as maiores contribuições para o componente 1. Já para a componente 2, as maiores contribuições foram observadas para as bebidas rio e riado caracterizando-se, dessa maneira, a formação de grupos distintos.

Para visualização dos agrupamentos foi plotado o mapa perceptual para as devidas proporções avaliadas apresentadas na Figura 4.

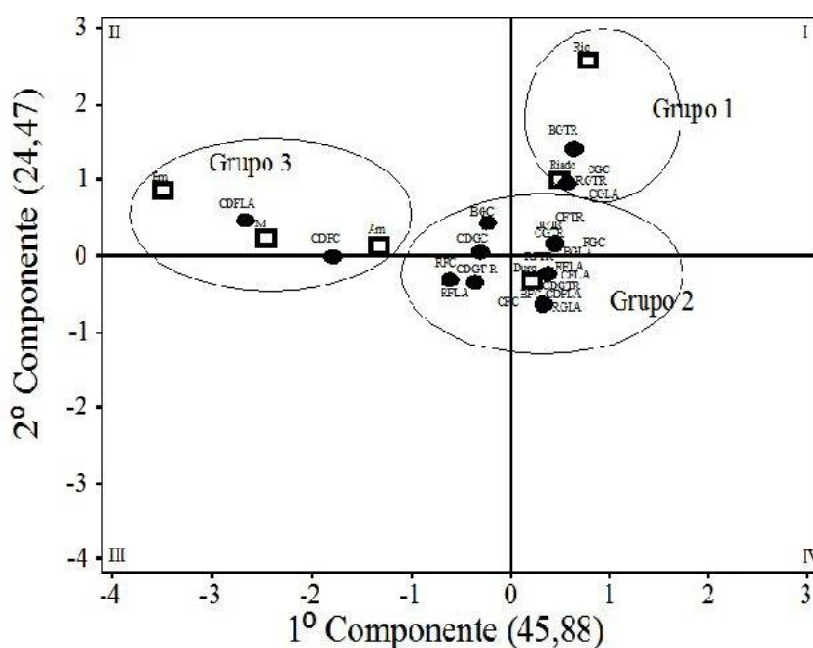
Os resultados evidenciam que a maioria dos tratamentos encontra-se associado à bebida dura e localizados perto da origem, caracterizando a formação do grupo 2.

TABELA 4 – Contribuições dos tratamentos para a formação dos componentes.

Tratamento	Contribuição (PC1)	Contribuição (PC2)
RFLA	0,010	0,015
RGLA	0,006	0,049
RFC	0,029	0,013
RGC	0,012	0,004
RFTR	0,009	0,006
RGTR	0,020	0,125**
CFLA	0,006	0,049
CGLA	0,012	0,105**
CFC	0,006	0,049
CGC	0,020	0,125**
CFTR	0,012	0,004
CGTR	0,012	0,004
BFLA	0,006	0,049
BGLA	0,012	0,004
BFC	0,006	0,049
BGC	0,005	0,027
BFTR	0,012	0,004
BGTR	0,025	0,273**
CDFLA	0,519*	0,031
CDGLA	0,006	0,049
CDFC	0,232*	0,000
CDGC	0,007	0,000
CDFTR	0,006	0,049
CDGTR	0,010	0,015

TABELA 5 – Contribuições das bebidas para a formação dos componentes principais.

Bebida	Contribuição (PC1)	Contribuição (PC2)
Estritamente mole	0,146	0,016
Mole	0,439	0,006
Apenas Mole	0,270	0,004
Duro	0,056	0,048
Riado	0,082	0,581
Rio	0,007	0,144



CLF	Cereja Lama Fino	RLF	Roça Lama Fino
CLG	Cereja Lama Grosso	RLG	Roça Lama Grosso
CTF	Cereja Terra Fino	RTF	Roça Terra Fino
CTG	Cereja Terra Grosso	RTG	Roça Terra Grosso
CCF	Cereja Concreto Fino	RCF	Roça Concreto Fino
CCG	Cereja Concreto Grosso	RCG	Roça Concreto Grosso
CDLF	Cereja Descascado Lama Fino	BLF	Bóia Lama Fino
CDLG	Cereja Descascado Lama Grosso	BLG	Bóia Lama Grosso
CDTF	Cereja Descascado Terra Fino	BTF	Bóia Terra Fino
CDTG	Cereja Descascado Terra Grosso	BTG	Bóia Terra Grosso
CDCF	Cereja Descascado Concreto Fino	BCF	Bóia Concreto Fino
CDCG	Cereja Descascado Concreto Grosso	BCG	Bóia Concreto Grosso

FIGURA 4 – Mapa perceptual dos tratamentos e qualidade do café.

A formação de outros dois grupos também pode ser observada, em função da localização dos perfis. O grupo 3 é formado pelos cafés descascados, secados em camadas finas, em terreiros de lama asfáltica e concreto. Esses cafés possuem uma alta correlação com as bebidas mole, apenas mole e estritamente mole.

O grupo 1 está associado às bebidas riado e rio. Os cafés que integram esse grupo são o roça e o boia secado em camada grossa, em terreiro de terra e o café cereja+verde, secado em camada grossa nos terreiros de concreto e de lama asfáltica. Provavelmente, essa perda de qualidade tenha ocorrido em função tanto do uso do terreiro de terra como de maiores espessuras da camada dos cafés cereja+verde, secado em camadas grossas. A interferência negativa do terreiro de terra, verificada neste trabalho, é corroborada com outros resultados encontrados na literatura (BORÉM; REINATO; PEREIRA, 2003; CHAGAS; MALTA, 2008; HASHIZUME, 1985; LACERDA FILHO, 1986; REINATO et al., 2005; SANTOS et al., 1971; VILELA, 1997). Já a perda de qualidade do café secado em camada grossa provavelmente ocorreu devido a processos fermentativos e ao aumento de temperatura na massa de café.

Neste trabalho observou-se também que a qualidade sensorial dos cafés secados em terreiro de concreto e de lama asfáltica se equivaleram. Esses resultados foram considerados de grande relevância, uma vez que vão de encontro aos resultados obtidos por Abrahão, Ferreira e Felipe (2002) e Borém, Reinato e Pereira (2003), confirmando que o terreiro de lama asfáltica não interfere negativamente na qualidade do café, dúvida frequente apresentada pelos produtores.

O café cereja, secado em camada grossa, em terreiro de concreto equiparou-se aos cafés boia, secados em terreiro de terra. Quando esse café é submetido a espessuras grossas sobre pisos impermeáveis, ocorrem rápidas elevações da temperatura da massa de café decorrentes de fermentações e processos metabólicos. Provavelmente, esses eventos contribuíram para que o café cereja secado em terreiro de concreto em camadas mais espessas se correlacionasse significativamente com bebidas inferiores.

4 CONCLUSÕES

Os cafés cereja descascado diferenciam-se dos demais em relação às características químicas, físico-químicas e sensoriais.

A qualidade dos cafés secados em terreiro é influenciada pelo tipo de terreiro, pela espessura de camada de secagem e pelo tipo de processamento usado.

O emprego da camada grossa (4cm para cereja descascado e 8 cm para café natural), durante a secagem, é um dos principais fatores que contribuem para a perda da qualidade do café.

Os cafés descascados secados em camada fina (1cm), em terreiro de lama asfáltica e de concreto, não se diferenciam sensorialmente, proporcionando os cafés de melhor qualidade.

5 AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG e ao CNPq, pelo suporte financeiro.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHÃO, E. J.; FERREIRA, L. F.; FELIPE, M. P. **Terreiro pavimentado com lama asfáltica**. Belo Horizonte: EMATER, 2002. 16 p.
- AFONSO JÚNIOR, C. **Aspectos físicos, fisiológicos e de qualidade do café em função da secagem e do armazenamento**. 2001. 384 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- AMORIM, H. V. **Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grãos de café verde relacionados com a determinação da qualidade**. 1978. 85 f. Tese (Livro docência em Bioquímica) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1978.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analyses of the Association of Official Analytical Chemists**. 15th ed. Washington, 1990. 1278 p.
- BACCHI, O. O branqueamento dos grãos de café. **Bragantia**, Campinas, v. 21, n. 28, p. 467-484, abr. 1962.
- BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G. Cuidados na colheita e preparo do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 33-42, 1997.

- BORÉM, F. M.; REINATO, C. H. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Alterações na bebida do café despulpado secado em terreiro de concreto, lama asfáltica, terra, leite suspenso e em secadores rotativos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro, 2003. p. 155.
- BRANDO, C. H. J. Cereja descascado, desmucilado, fermentado, despulpado ou lavado? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25., 1999, Franca. **Anais...** Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ, 1999. p. 342-346.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras de análise de sementes**. Brasília, 1992. 365 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº8**, de 11 de Junho de 2003. Aprova o regulamento técnico da identidade e de qualidade para a do café beneficiado grão cru. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.ministerio.gov.br>>. Acesso em: 10 maio 2006.
- BYTOF, G.; SELMAR, D.; SCHIEBERLE, P. New aspects of coffee processing: how do the different post harvest treatments influence the formation of potential flavour precursors? **Journal of Applied Botany**, Berlin, v. 74, p. 131-136, 2000.
- CHAGAS, S. J. R.; MALTA, M. R. Avaliação da composição química do café submetido a diferentes formas de preparo e tipos de terreiros de secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 10, p. 1-8, 2008. Edição especial.
- 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, p. 375-384, 2002.
- CORTEZ, J. G. **Efeito de espécies e cultivares e do processamento agrícola e industrial nas características da bebida do café**. 1997. 71 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1997.
- GARCIA, A. W. R.; MIGUEL, A. E.; VIANA, A. S.; JAPIASSÚ, L. B. Avaliação do desempenho da secagem de café em terreiro suspenso comparada ao concreto tradicional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, 1998. p. 159-162.
- GARRUTI, R.; TEIXEIRA, C. G.; SCHMIDT, N. S.; JORGE, J. P. N. Influência da colheita e preparo do café sobre a qualidade da bebida. **Bragantia**, Campinas, v. 20, n. 25, p. 653-657, 1961.
- HAIR JUNIOR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- HASHIZUME, H. Estudo comparativo de principais tipos de terreiro pavimentado para secagem de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12., 1985, Caxambu. **Anais...** Rio de Janeiro: IBC, 1985. p. 95-97.
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 4th ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.
- KNOPP, S.; BYTOF, G.; SELMAR, D. Influence of processing on the content of sugars in green Arabica coffee beans. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 223, p. 195-201, 2006.
- LACERDA FILHO, A. F. **Avaliação de diferentes sistemas de secagem e suas influências na qualidade do café (*Coffea arabica* L.)**. 1986. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1986.
- LACERDA FILHO, A. F.; SILVA, J. S.; HARA, T. Avaliação de diferentes sistemas de secagem e suas influências na qualidade de café (*Coffea arabica* L.). **Acogranos**, Bogotá, v. 14, n. 161, p. 23-29, 1989.
- LEITE, I. P.; VILELA, E. R.; CARVALHO, V. D. Efeito do armazenamento na composição química do grão em diferentes processamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 3, p. 159-163, mar. 1996.
- LOPES, L. M. V. et al. Avaliação da qualidade de grãos de diferentes cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 1, p. 3-8, 2000. Edição especial.
- MALTA, M. R.; CHAGAS, S. J. R.; OLIVEIRA, W. M. Composição físico-química e qualidade do café submetido a diferentes formas de pré-processamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 6, p. 37-41, 2003. Especial café.

MINITAB. **Minitab release software Minitab 13.0**. College Park, 2000. Software.

NELSON, N. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemists**, Baltimore, v. 153, n. 1, p. 375-384, 1944.

PEREIRA, R. G. F. A.; VILELLA, T. C.; ANDRADE, E. T. Composição química de grãos de café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tipos de pré-processamento. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2002, Vitória. **Resumos...** Vitória, 2002. p. 826-831.

PIMENTA, C. J.; VILELLA, E. R. Qualidade do café (*Coffea arabica* L.), lavado e submetido à diferentes tempos de amontoa no terreiro. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 1, p. 3-10, 2000. Edição especial.

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

QUINTERO, G. I. P. Influencia de los granos de café cosechados verdes, em la calidad física y organoléptica de la bebida. **Cenicafé**, Bogotá, v. 51, p. 136-150, 2000.

REINATO, C. H. R.; BORÉM, F. M.; FERREIRA, R. G. F.; CARVALHO, F. M. Avaliação técnica, econômica e qualitativa do uso de lenha e GLP na secagem de café. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 27, p. 21-29, 2003.

REINATO, C. H. R.; BORÉM, F. M.; SILVA, P.; ABRAHÃO, E. J. Qualidade da bebida dos cafés descascado, cereja, bóia e roça secados em terreiros de terra e lama asfáltica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 31., 2005, Guarapari. **Anais...** Guarapari, 2005. p. 314-315.

REINATO, C. H. R.; BORÉM, F. M.; VILELLA, E. R.; CARVALHO, F. M.; MEIRELES, E. de P. Consumo de energia e custo de secagem de café cereja em propriedades agrícolas do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, p. 112-116, 2002.

RIBEIRO, D. M.; BORÉM, F. M.; ANDRADE, E. T.; ROSA, S. D. V. F. Taxa de redução de água do café cereja

descascado em função da temperatura da massa, fluxo de ar e período de pré-secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 7, p. 94-107, 2003. Especial café.

SANTOS, A. C. dos; MATOS, N.; LIMA, A. R.; FONSECA, R.; CORREIA, C.; MEXIA, J. T. Estudo preliminar de terreiros para secagem de café. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 5., 1971, Lisbonne. **Annales...** Paris: ASIC, 1971. p. 235-245.

SAS INSTITUTE. **OnlineDoc SAS®**. Versão 8. Cary, 2000.

SILVA, J. de S. Colheita, secagem e armazenagem do café. In: ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE CAFÉ COM QUALIDADE, 1., 1999, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 39-80.

SILVA, O. F.; COSTA, R. A.; FARIAS, A. X.; SOUZA, M. L.; CORRÊA, T. B. S.; FRAGA, M. E. Avaliação da composição química do café submetido a diferentes formas de preparo e tipos de terreiro de secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 10, p. 1-8, 2008. Especial café.

SOUZA, S. M. S. de. **Produção de café de qualidade: II**, colheita, preparo e qualidade do café. Lavras: EPAMIG, 2000. 4 p. (Circular Técnica, 118).

STIRLING, H. G. Further experiments on factors affecting quality loss in stored arábica coffee. **Kenya Coffee**, Nairobi, v. 40, n. 466, p. 28-35, Jan. 1975.

SUBRAHMANYAN, V.; BATISTA, D. S.; NATARAJAN, C. P.; MAJUNDER, S. K. Storage of coffee beans. **Indian Coffee**, Bangalore, v. 25, n. 1, p. 26-36, Jan. 1961.

TEIXEIRA, A. A.; GOMEZ, F. P. O defeito que mais prejudica a bebida do café. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 45, n. 1, p. 3-8, 1970.

TOSELLO, A. Beneficiamento e armazenamento. In: GRANER, E. A.; GODOY JUNIOR, C. **Manual do cafeicultor**. São Paulo: Melhoramentos, 1967. p. 247-257.

VIANA, A. S.; MATIELLO, J. B.; SOUZA, T. Estudo do efeito de revestimento de terreiros no tempo de seca e na qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002, Caxambu. **Anais...** Caxambu, 2002. p. 53-56.

VILELA, E. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Armazenamento e processamento de produtos agrícolas: pós-colheita e qualidade do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: SBEA, 1998. p. 219-274.

VILELA, R. V. Qualidade do café: secagem e qualidade do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 55-63, 1997.

VILLELA, T. C. **Qualidade de café despulpado, desmucilado, descascado e natural, durante o processo de secagem.** 2002. 66 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

WILLIAMS, A. A.; FERIA, M. A. M.; KARI, P. E. Sensory and analytical examination of ground and cup coffee with particular reference to bean maturity. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE SUR LE CAFÉ, 13., 1989, Paipa. **Annales...** Paris: ASIC, 1989. p. 83-106.