

BENEFICIAMENTO DE SEMENTES DE CAFÉ E EFEITOS NA QUALIDADE FÍSICA ⁽¹⁾

GERSON SILVA GIOMO ^(2*); JOÃO NAKAGAWA ⁽³⁾; PAULO BOLLER GALLO ⁽⁴⁾

RESUMO

A pesquisa foi realizada com o objetivo de verificar a possibilidade de uso da máquina de pré-limpeza, da máquina de limpeza e classificação (ventiladores e peneiras) e da mesa densimétrica para o beneficiamento de sementes de café e, paralelamente, avaliar seus efeitos na qualidade física do lote. Para essa finalidade, um lote de sementes de café arábica 'Catuaí Amarelo IAC 62' foi submetido ao beneficiamento nesses três equipamentos, em diversas combinações. As frações retidas pelas peneiras 22/64 e 20/64 avos de polegada, na máquina de ventiladores e peneiras, constituíram a maior parte do lote e foram processadas, separadamente, em mesa densimétrica. Foram realizadas avaliações de pureza física, massa de mil sementes, peso hectolítrico, teor de água, tipos de sementes predominantes e integridade do endocarpo. Observou-se que: a) A máquina de pré-limpeza, a máquina de ventiladores e peneiras e a mesa densimétrica foram eficientes para a homogeneização do lote de sementes de café, proporcionando obtenção de melhor qualidade física na seqüência operacional em que foram utilizadas de forma conjugada; b) O uso de peneiras com crivos oblongos e crivos circulares, intercaladas na máquina de ventiladores e peneiras, possibilitou a separação de sementes mocas, de sementes com resíduos de exocarpo aderidos ao endocarpo e de sementes desprovidas de endocarpo, melhorando a aparência do lote; c) A mesa densimétrica foi o equipamento que proporcionou melhor separação de sementes com endocarpo danificado, bem como alterações favoráveis à qualidade física do lote; d) As sementes pequenas, retidas nas menores peneiras da máquina de ventiladores e peneiras, e as sementes de menor massa específica, classificadas ou não por tamanho e coletadas na descarga inferior da mesa densimétrica, foram as de baixa qualidade física.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, sementes, classificação, qualidade física.

ABSTRACT

PROCESSING OF COFFEE SEED AND ITS EFFECTS ON PHYSICAL SEED QUALITY

The need of more suitable information concerning coffee seeds processing led to the present research whose objectives were to verify the possibility of using the pre-cleaning machine, air-screen cleaner and gravity table for separate coffee seed lots into fractions according to the physical seeds characteristics and to study their effects on physical seed quality. One seed lot of 'Catuaí Amarelo IAC 62' was processed by several operational sequences in a pre-cleaning machine, in an air-screen cleaner and in a gravity table, according to technical recommendations for seed processing. The fractions retained over the screens with 22/64 and 20/64 inch circular holes of the air-screen cleaner were processed separately in the gravity table. The seeds were evaluated in the laboratory as to their purity, weight of thousand seeds, weight of hectoliter, moisture content, predominant seed types and endocarp integrity. It was observed that: a) The pre-cleaning machine, the air-screen cleaner and the gravity table were effective for separating and classifying coffee seed lots into homogeneous size classes, promoting the best seed quality in the complete sequence of the processing; b) The air-screen cleaner with oblong hole screens and cleaner with circular hole screens promoted the separation of peaberry seeds, seeds with exocarp fragments and seeds without endocarp, improving the appearance and physical quality of the coffee seed lot; c) The gravity table promoted better separation of seeds with damaged endocarp, improving favorable alterations in the physical seed characteristics and improving quality of the seed lot; d) The small seeds retained by screens with smallest holes of the air-screen cleaner and the light seeds, classified or not by size and discharged on the lowest spout of the gravity table, showed inferior physical quality.

Key words: *Coffea arabica*, seeds, grading, physical seed quality.

⁽¹⁾ Parte da tese de doutorado do primeiro autor apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu-SP. Com bolsa de doutorado do CNPq. Recebido em 22 de junho de 2007 e aceito em 12 de junho de 2008.

⁽²⁾ Centro de Café, Instituto Agrônomo (IAC), Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas (SP). E-mail: gsgio@iac.sp.gov.br

(*) Autor correspondente.

⁽³⁾ Departamento de Produção Vegetal, UNESP/FCA, Botucatu (SP).

⁽⁴⁾ Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Nordeste Paulista, Mococa (SP).

1. INTRODUÇÃO

Os lotes de sementes de café são constituídos, normalmente, por diferentes tipos de sementes - chatas⁽⁵⁾, mocas⁽⁶⁾, conchas⁽⁷⁾ e triangulares⁽⁸⁾ e, também, por diversos tipos de materiais indesejáveis (frutos inteiros, sementes mal formadas, sementes quebradas, sementes sem endocarpo e impurezas) que podem interferir tanto na pureza física quanto na qualidade do lote. A ocorrência de diferentes tipos de sementes, em proporções distintas no lote, é uma característica determinada geneticamente, podendo ser também influenciada por fatores ambientais, como nutrição da planta e condições climáticas desfavoráveis na fase de frutificação, dentre outros (CASTILLO, 1957; CARVALHO et al., 1983).

Lotes de sementes recém-colhidos não têm, de maneira geral, os requisitos qualitativos necessários para a comercialização imediata ou para o armazenamento, necessitando passar por alguma forma de beneficiamento, a fim de aprimorá-los e enquadrá-los nos padrões mínimos de qualidade (VAUGHAN et al., 1976). De acordo com HEYDECKER (1972), as sementes de um mesmo lote diferem entre si em viabilidade e vigor, e em características físicas relacionadas à qualidade. O conhecimento dessas características possibilita a separação de sementes com qualidade física e/ou fisiológica inferior.

Atualmente, o beneficiamento de sementes está desenvolvido para possibilitar que sementes de inúmeras espécies sejam separadas, com relativa facilidade, por suas características físicas que, por ocasião da colheita, são amplamente variáveis dentro dos lotes. A utilização de máquina de ventiladores e peneiras e de mesa densimétrica é prática rotineira no beneficiamento de sementes da maioria das espécies agrícolas, evidenciando que a separação e eliminação de frações constituídas por sementes de pequeno tamanho e/ou baixa massa específica resultam em substancial aprimoramento da qualidade dos lotes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Contudo, ainda existem poucas informações a respeito do beneficiamento de sementes de café para a finalidade de propagação de plantas.

Segundo CASTRO (1960) e OSORIO e CASTILLO (1969), apesar de formato, massa e tamanho distintos entre si, todos os tipos de sementes que o cafeeiro produz possuem carga genética idêntica, com potencial para originar plantas normais e adequadas à propagação. No entanto, entre as sementes de um mesmo lote, podem ser observadas reduções de massa nas deterioradas, nas atacadas por insetos ou microrganismos, nas chochas, nas imaturas e também nas mal formadas, visto que, em relação às sementes normais, nem sempre se notam diferenças quanto à forma e ao tamanho. Por esse motivo, ressalta-se a importância do uso de equipamentos capazes de separar as sementes pela massa específica, como a mesa densimétrica (GREGG e FAGUNDES, 1975).

Através de estudos sobre os efeitos da máquina de ventiladores e peneiras e da mesa densimétrica, têm se verificado a eficiência desses equipamentos para a separação e classificação de sementes de diversas espécies, com reflexos altamente positivos na qualidade. Em pesquisas realizadas com sementes de feijão (BUIRAGO et al., 1991), de milho (BAUDET e MISRA, 1991), de arroz (VIEIRA et al., 1995 e BICCA et al., 1998), de tremço azul (AHRENS e KRZYZANOWSKI, 1998), de guandu (AHRENS e EL TASA, 1999), de ervilhaca-comum (ALEXANDRE e SILVA, 2000) e de café (GIOMO et al., 2001, ARAÚJO et al., 2004, GIOMO et al., 2004 e GIOMO et al., 2005) observaram-se respostas positivas ao trabalho da máquina de ventiladores e peneiras e da mesa densimétrica em separar sementes, de acordo com suas características físicas, destacando a grande importância do tamanho e da massa específica das sementes para o beneficiamento e aprimoramento da qualidade física dos lotes.

Considerando-se a escassez de informações sobre o beneficiamento de sementes de café, essa pesquisa foi realizada com o objetivo de verificar a possibilidade de uso da máquina de pré-limpeza, da máquina de ventiladores e peneiras (limpeza e classificação) e da mesa densimétrica para realizar o fracionamento de lotes de café para fins de separação e classificação das sementes, segundo suas características físicas e, paralelamente, estudar os efeitos na qualidade física do lote de sementes.

⁽⁵⁾ O fruto normal do cafeeiro arábica possui ovário bilocular com apenas um óvulo em cada lóculo. Cada óvulo dá origem a uma semente e, durante o desenvolvimento do fruto, a pressão que uma semente exerce sobre a outra faz com que cada uma tenha formato plano-convexo, resultando em duas sementes em cada fruto, denominadas sementes "chatas";

⁽⁶⁾ Quando um dos óvulos se atrofia ocorre o preenchimento de todo o espaço da cavidade ovariana por uma única semente que, na ausência da pressão que a outra semente exerceria, adquire formato oval, sendo denominada semente "moca";

⁽⁷⁾ O desenvolvimento simultâneo de dois ou mais óvulos distintos, em um único lóculo, dá origem a duas ou mais sementes, cujos endospermas se desenvolvem justapostos e imbricados em um mesmo lóculo e, portanto, envolvidos por um único endocarpo, sendo denominadas sementes "conchas";

⁽⁸⁾ Os frutos podem ter, ocasionalmente, ovários tri ou pluriloculares nos quais os óvulos se desenvolvem normalmente dando origem a três ou mais sementes independentes, uma em cada lóculo, que adquirem a forma aproximada de um fuso esférico, sendo denominadas "sementes triangulares".

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado um lote de sementes de 'Catuaí Amarelo IAC 62' de *Coffea arabica* L., proveniente de campos de produção de sementes do Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Nordeste Paulista, localizado em Mococa (SP). Frutos completamente maduros, no estado cereja, foram processados em descascador mecânico para extração das sementes, de acordo com as observações de SIERRA et al. (1990) e procedimentos citados por SILVA (2000).

O material obtido no descascamento, constituído por exocarpos desprendidos dos frutos (cascas) e por sementes recobertas pelo endocarpo (pergaminho) e mesocarpo (mucilagem), passou por uma peneira cilíndrica com orifícios oblongos de 24/64 avos de polegada x $\frac{3}{4}$ de polegada para a separação das sementes. A remoção da mucilagem (degomagem) foi feita por fermentação natural durante 24 horas, conforme citado por DIAS e BARROS (1993). Após a degomagem, as sementes foram submetidas à pré-secagem ao sol por 4 horas e, em seguida, colocadas em bandejas com fundo telado, à sombra, onde continuaram secando até atingirem teor de água de aproximadamente 30% (bu).

Antes do beneficiamento, foram realizados testes de retenção em peneiras para selecionar aquelas mais apropriadas para a classificação das sementes do lote em estudo. Para essa finalidade, quatro amostras de um quilograma de sementes foram classificadas, separadamente, em jogo de peneiras com orifícios circulares de 24/64, 22/64, 20/64 e 18/64 avos de polegada e em jogo de peneiras com orifícios oblongos de 15/64 x $\frac{3}{4}$, 13/64 x $\frac{3}{4}$ e 11/64 x $\frac{3}{4}$ de polegada⁽⁹⁾.

As sementes retidas em cada peneira foram separadas em tipo chata e moca, e suas massas determinadas separadamente. Em seguida, calculou-se o percentual de retenção de cada tipo de semente dividindo-se a massa de sementes chatas e a massa de sementes mocas, retidas nas respectivas peneiras, pela massa total de sementes da amostra de trabalho. Os valores foram arredondados para números inteiros, conforme as recomendações descritas nas Regras Para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

Após a seleção das peneiras, o lote de sementes foi beneficiado na Unidade de Beneficiamento de Sementes do Instituto Agrônomo (IAC), em Campinas (SP), em máquina de pré-limpeza, em máquina de limpeza e classificação (ventiladores e peneiras) e em mesa densimétrica, em diferentes combinações de seqüência operacional, constituindo quatro etapas de beneficiamento, descritas a seguir:

Etapa 1 - Beneficiamento em máquina de pré-limpeza:

A máquina de pré-limpeza foi equipada com as peneiras 26 (10,32 mm) na posição superior (desfolha) e 9 x $\frac{3}{4}$ de polegada (3,57 mm x 19,05 mm) na inferior (peneiração), utilizando-se para avaliação a fração do lote que ficou retida na peneira inferior. As sementes que ficaram retidas na peneira superior e as que atravessaram a peneira inferior, respectivamente, foram descartadas do lote.

Etapa 2 - Beneficiamento em mesa densimétrica após a máquina de pré-limpeza:

As sementes provenientes da Etapa 1 foram submetidas ao beneficiamento em mesa densimétrica regulada de acordo com as orientações propostas por GREGG e FAGUNDES (1975), considerando-se a divisão da região de descarga em quatro seções: superior (S) com 20 cm de extensão, intermediária-superior (IS) com 30 cm, intermediária-inferior (II) com 40 cm e inferior (I) com 10 cm. Foram admitidas, como extremidade superior, o ponto mais elevado da região de descarga, quando considerada a inclinação lateral do equipamento, e, como inferior, a extremidade oposta, conforme o esquema apresentado na figura 1. Após a coleta das amostras de sementes nas respectivas descargas da mesa densimétrica, as quatro frações foram misturadas homoganeamente em uma única fração, reconstituindo o lote de sementes para ser submetido ao beneficiamento na etapa seguinte.

⁽⁹⁾ A numeração das peneiras é representada por duas notações distintas suprimindo-se o denominador da fração correspondente a 1/64 avos de polegada, comum a todas as peneiras: a) peneiras com crivos circulares são representadas pelo numerador da fração, que indica o diâmetro do orifício, em fração de polegada; b) peneiras com crivos oblongos são representadas pelo numerador seguido da fração $\frac{3}{4}$ de polegada, indicando a largura e o comprimento do orifício respectivamente. Para facilitar a compreensão, nas etapas do beneficiamento são apresentadas as dimensões das peneiras em milímetros.

Etapa 3 - Beneficiamento em máquina de ventiladores e peneiras:

A máquina de ventiladores e peneiras (limpeza e classificação) foi equipada com peneiras de orifícios oblongos intercaladas com peneiras de orifícios circulares, colocadas de cima para baixo, na seguinte seqüência: 15 x ¾, 22, 20, 13 x ¾ e 18 (5,95 mm x 19,05 mm; 8,73 mm; 7,94 mm; 5,16 mm x 19,05 mm e 7,14 mm respectivamente).

Etapa 4 - Beneficiamento em mesa densimétrica após a máquina de ventiladores e peneiras:

Nessa etapa, somente as frações do lote retidas nas peneiras 22 e 20 da máquina de ventiladores e peneiras foram submetidas à classificação em mesa densimétrica, pois foram as únicas com quantidade suficiente de sementes para o adequado funcionamento da mesa densimétrica. A classificação das sementes foi feita separadamente para cada peneira, mantendo-se as mesmas regulagens utilizadas na Etapa 2.

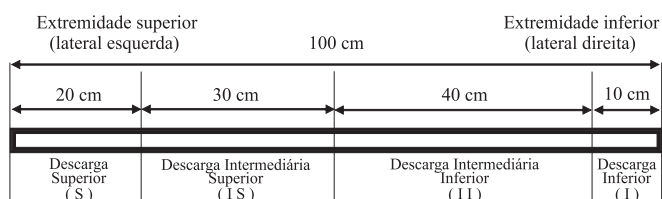


Figura 1. Representação esquemática da região de descarga da mesa densimétrica utilizada no beneficiamento do lote de sementes de café 'Catuaí Amarelo IAC 62' (vista frontal do equipamento).

Em todas as etapas do beneficiamento, amostras de sementes de cada fração foram coletadas por meio de amostragens realizadas a intervalos regulares de tempo a partir da estabilização do funcionamento de cada equipamento. Posteriormente, essas amostras simples foram reunidas em amostras compostas que, adequadamente homogeneizadas e divididas, deram origem às amostras representativas dos respectivos tratamentos.

Foram considerados 20 tratamentos, descritos a seguir, abrangendo toda a seqüência operacional do beneficiamento, cujo fluxo está apresentado na figura 2, para estabelecimento de comparação entre as principais frações de sementes obtidas nos diferentes equipamentos e nas diversas etapas do beneficiamento.

T₁ - Original (O): material do lote original, não submetido ao beneficiamento;

T₂ - Escolha manual (EM): material do lote original submetido à escolha manual, com separação de materiais indesejáveis exclusivamente com base na aparência das sementes;

T₃ - Pré-limpeza (PL): material retido na peneira inferior (9 x ¾) da máquina de pré-limpeza;

T₄ - Fração superior da mesa densimétrica (S): material coletado na descarga superior da mesa densimétrica, após a pré-limpeza;

T₅ - Fração intermediária superior da mesa densimétrica (IS): material coletado na descarga intermediária-superior da mesa densimétrica, após a pré-limpeza;

T₆ - Fração intermediária inferior da mesa densimétrica (II): material coletado na descarga intermediária-inferior da mesa densimétrica, após a pré-limpeza;

T₇ - Fração inferior da mesa densimétrica (I): material coletado na descarga inferior da mesa densimétrica, após a pré-limpeza;

T₈ - Peneira 15 x ¾ (P15): material retido na peneira 15 x ¾ da máquina de ventiladores e peneiras;

T₉ - Peneira 22 (P22): material retido na peneira 22 da máquina de ventiladores e peneiras;

T₁₀ - Peneira 20 (P20): material retido na peneira 20 da máquina de ventiladores e peneiras;

T₁₁ - Peneira 13 x ¾ (P13): material retido na peneira 13 x ¾ da máquina de ventiladores e peneiras;

T₁₂ - Peneira 18 (P18): material retido na peneira 18 da máquina de ventiladores e peneiras;

T₁₃ - Peneira 22 na fração superior da mesa densimétrica (P22S): material da peneira 22 coletado na descarga superior da mesa densimétrica;

T₁₄ - Peneira 22 na fração intermediária superior da mesa densimétrica (P22IS): material da peneira 22 coletado na descarga intermediária-superior da mesa densimétrica;

T₁₅ - Peneira 22 na fração intermediária inferior da mesa densimétrica (P22II): material da peneira 22 coletado na descarga intermediária-inferior da mesa densimétrica;

T₁₆ - Peneira 22 na fração inferior da mesa densimétrica (P22I): material da peneira 22 coletado na descarga inferior da mesa densimétrica;

T₁₇ - Peneira 20 na fração superior da mesa densimétrica (P20S): material da peneira 20 coletado na descarga superior da mesa densimétrica;

T₁₈ – Peneira 20 na fração intermediária superior da mesa densimétrica (P20IS): material da peneira 20 coletado na descarga intermediária-superior da mesa densimétrica;

T₁₉ – Peneira 20 na fração intermediária inferior da mesa densimétrica (P20II): material da peneira 20 coletado na descarga intermediária-inferior da mesa densimétrica;

T₂₀ – Peneira 20 na fração inferior da mesa densimétrica (P20I): material da peneira 20 coletado na descarga inferior da mesa densimétrica.

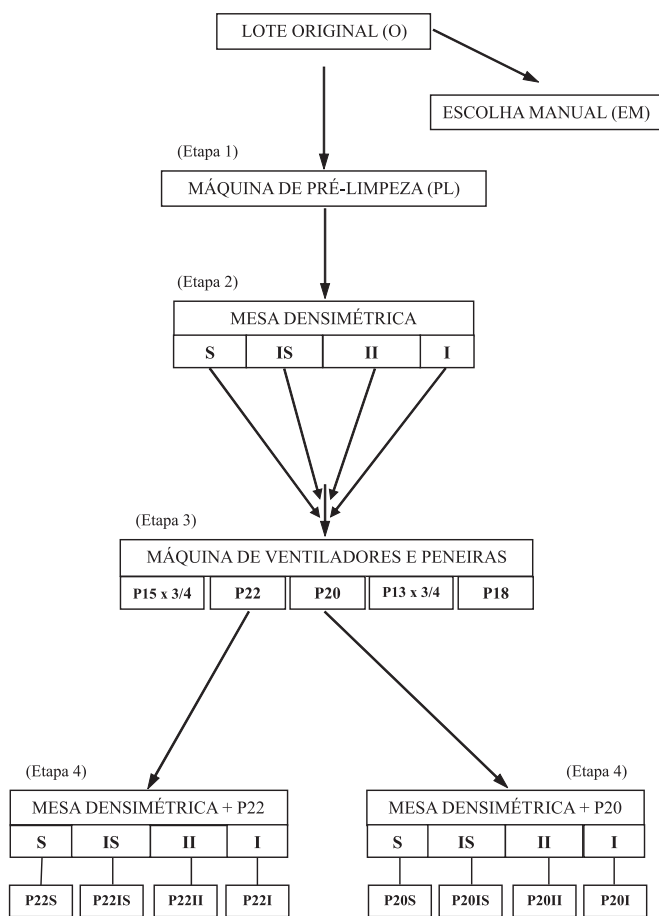


Figura 2. Esquema do fluxo operacional utilizado no beneficiamento do lote de sementes de café 'Catuaí Amarelo IAC 62' e seqüência de obtenção dos diversos tratamentos.

Para a avaliação da qualidade das sementes foram realizadas as seguintes análises e determinações:

a) Teor de água (%): determinado em estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas, de acordo com as recomendações citadas nas Regras Para Análise de Sementes (Brasil, 1992), com duas subamostras de 25 sementes com endocarpo por repetição e resultados calculados com base na massa de sementes úmidas (bu);

b) Pureza física (%): efetuada considerando-se os valores referentes à fração "sementes puras", de acordo com as recomendações citadas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992);

c) Peso hectolétrico (kg/hl): determinado em balança específica com capacidade de 1.000 cm³, de acordo com as recomendações citadas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992);

d) Massa de mil sementes (g): obtida pela média aritmética das massas de oito frações de cem sementes por repetição, da porção "sementes puras", de acordo com as recomendações citadas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992);

e) Tipo de sementes (%): após a determinação de pureza física separaram-se os componentes das amostras em sementes chatas (CH), sementes mocas (MO), sementes com endocarpo danificado (ED), sementes sem endocarpo (SE) e sementes com exocarpo aderido ao endocarpo (CE) e calcularam-se as porcentagens, em massa, de cada um desses componentes do lote.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, considerando-se 20 tratamentos com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e os valores médios dos tratamentos, para cada variável, foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5%. Os dados originais, obtidos em porcentagem, foram transformados em arco seno de $(x/100)^{1/2}$; porém, os resultados são apresentados como médias dos dados originais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste preliminar de retenção em peneiras foi uma importante ferramenta para selecionar as peneiras mais adequadas a serem utilizadas na máquina de ventiladores e peneiras. Os resultados apresentados na tabela 1 indicam as peneiras 22, 20 e 18 (orifícios circulares) como as mais apropriadas para a classificação de sementes chatas. Essas peneiras retiveram 82% do total das sementes chatas, sendo a peneira 20 responsável por mais da metade desse percentual. A peneira 18 reteve porcentagens similares de sementes chatas e de sementes mocas, respectivamente, 10% e 9%, certamente devido à semelhança entre a largura das sementes chatas e a espessura das sementes mocas.

Com relação às peneiras com orifícios oblongos, cujos resultados estão apresentados na tabela 2, observa-se que as peneiras 15 x 3/4 e 13 x 3/4 foram as mais apropriadas para a classificação de sementes mocas.

Tabela 1. Valores médios do percentual de retenção de sementes chatas, sementes mocas e o total de sementes chatas + mocas, obtidos em teste de classificação de sementes de café 'Catuaí Amarelo IAC 62' em peneiras com crivos circulares

Peneiras com crivos circulares	Retenção de sementes		
	Chatas	Mocas	Chatas + Mocas
	%		
24	3	0	3
22	28	0	28
20	44	2	46
18	10	9	19
Fundo	1	3	4
Total	86	14	100

Tabela 2. Valores médios do percentual de retenção de sementes chatas, sementes mocas e o total de sementes chatas + mocas, obtidos em teste de classificação de sementes de café 'Catuaí Amarelo IAC 62' em peneiras com crivos oblongos

Peneiras com crivos oblongos	Retenção de sementes		
	Chatas	Mocas	Chatas + Mocas
	%		
15 x $\frac{3}{4}$	2	11	13
13 x $\frac{3}{4}$	6	3	9
11 x $\frac{3}{4}$	65	0	65
Fundo	13	0	13
Total	86	14	100

Em ambas as peneiras foi retido o percentual total desse tipo de sementes (14%), entretanto a peneira 13 x $\frac{3}{4}$ reteve apenas 3% de sementes mocas. Essa ocorrência revela que a maioria das sementes mocas do lote era graúda e ficou retida na peneira 15 x $\frac{3}{4}$ colocada em posição superior, e evidencia que o uso da peneira 13 x $\frac{3}{4}$ poderia ser dispensável para a classificação do lote em estudo.

Os dois tipos de peneiras utilizados nos testes preliminares de classificação foram igualmente eficazes para a separação dos dois principais tipos de sementes do lote, com uma proporção de 86% de sementes chatas e 14% de sementes mocas. Esses valores confirmam que o lote em estudo tinha uma composição média compatível com a maioria dos lotes de sementes de cafeeiro arábica, uma vez que a quantidade de sementes chatas coincidiu com a faixa de variação de 82% a 89%, citada por FAZUOLI (1986) como normal para a cultivar Catuaí Amarelo IAC 62.

A retenção de 86% e 14%, respectivamente, de sementes chatas e de mocas nas peneiras com crivos circulares e oblongos, indica a necessidade de colocação, caso haja interesse na separação das

sementes mocas de lotes de sementes de café, de pelo menos uma peneira com crivos oblongos intercalada com as peneiras com crivos circulares, na máquina de ventiladores e peneiras, para evitar a mistura de sementes mocas com sementes chatas nas peneiras inferiores.

Considerando-se o interesse em analisar, separadamente, a qualidade dos tipos de sementes predominantes no lote, foram escolhidas peneiras com orifícios circulares e oblongos que proporcionaram, respectivamente, os maiores percentuais de retenção de sementes chatas e de sementes mocas no teste de retenção, ou seja, as peneiras 22, 20 e 18, para separação e classificação de sementes chatas, e as peneiras 15 x $\frac{3}{4}$ e 13 x $\frac{3}{4}$, para a separação e classificação de sementes mocas.

A quantidade de sementes obtida na Etapa 1, em cada fração do beneficiamento na máquina de pré-limpeza, está apresentada na tabela 3. Nesta etapa foram descartados: a) os materiais retidos na peneira superior (peneira 26), constituídos por frutos inteiros e sementes graúdas do tipo concha; b) os materiais que atravessaram a peneira inferior (peneira 9 x $\frac{3}{4}$),

tais como sementes miúdas, pedaços de sementes e outros fragmentos vegetais; e c) os materiais de baixa densidade removidos pelos ventiladores e aspiradores. Foram obtidos 614 kg de sementes na máquina de pré-limpeza, correspondente a um aproveitamento de 97% do lote original, excetuando as sementes retidas na base dos transportadores e elevadores.

As quantidades de sementes obtidas na Etapa 2, em cada fração do beneficiamento em mesa densimétrica, estão apresentadas na tabela 4. Para essa classificação, foi utilizada a porção do lote referente ao material retido na peneira $9 \times \frac{3}{4}$ da máquina de pré-limpeza, resultando em 56, 118, 333 e 107 kg de sementes nas frações superior (S), intermediária-superior (IS), intermediária-inferior (II)

e inferior (I) da mesa densimétrica, respectivamente, equivalentes a, aproximadamente, 9%, 19%, 54% e 17% do lote utilizado na alimentação da mesa densimétrica.

As quantidades de sementes obtidas na Etapa 3, em cada fração do beneficiamento em máquina de ventiladores e peneiras, a partir da massa de sementes proveniente da mesa densimétrica, estão apresentadas na tabela 5. O descarte das sementes que atravessaram a peneira 18 (sementes chatas e mocas miúdas) e dos resíduos separados pelos ventiladores proporcionou a obtenção de 592 kg de sementes beneficiadas, sendo 67, 180, 250, 28 e 67 kg nas peneiras $15 \times \frac{3}{4}$, 22, 20, $13 \times \frac{3}{4}$ e 18, respectivamente, equivalentes a, aproximadamente, 11%, 29%, 41%, 5% e 11% do lote utilizado na alimentação da máquina de ventiladores e peneiras.

Tabela 3. Quantidade de sementes de cada fração obtida no beneficiamento do lote de café 'Catuaí Amarelo IAC 62' em máquina de pré-limpeza, representando a Etapa 1

Frações obtidas na máquina de pré-limpeza	Quantidade de sementes	
	kg	%
Material retido na peneira superior (26)	6,5	1,0
Material retido na peneira inferior ($9 \times \frac{3}{4}$)	614	97,0
Material retido no fundo da peneira $9 \times \frac{3}{4}$	6,5	1,0
Material retido no transportador/elevador	3,5	2,1
Material eliminado pelo aspirador/ventilador	3,5	0,6
Total na máquina de pré-limpeza	634	100

Tabela 4. Quantidade de sementes de cada fração obtida no beneficiamento do lote de café 'Catuaí Amarelo IAC 62' em mesa densimétrica, representando a Etapa 2

Frações obtidas na mesa densimétrica	Quantidade de sementes	
	kg	%
Material retido na descarga superior	56	9,1
Material retido na descarga intermediária superior	118	19,2
Material retido na descarga intermediária inferior	333	54,2
Material retido na descarga inferior	107	17,5
Total na mesa densimétrica	614	100

Tabela 5. Quantidade de sementes de cada fração obtida no beneficiamento do lote de café 'Catuaí Amarelo IAC 62' em máquina de ventiladores e peneiras, representando a Etapa 3

Frações obtidas na máquina de ventiladores e peneiras	Quantidade de sementes	
	kg	%
Peneira superior de $15 \times \frac{3}{4}$ (sementes mocas graúdas)	67	10,9
Peneira intermediária de 22 (sementes chatas graúdas)	180	29,3
Peneira intermediária de 20 (sementes chatas médias)	250	40,7
Peneira intermediária de $13 \times \frac{3}{4}$ (sementes mocas miúdas)	28	4,6
Peneira inferior de 18 (sementes chatas miúdas)	67	10,9
Fundo na peneira de 18 (sementes chatas e mocas miúdas)	20	3,3
Material retido no transportador-elevador	2	0,3
Total na máquina de ventiladores e peneiras	614	100

O uso de peneiras com diferentes tipos de crivos, intercaladas na máquina de ventiladores e peneiras na seqüência 15 x $\frac{3}{4}$, 22, 20, 13 x $\frac{3}{4}$ e 18, permitiu a total separação das sementes mocas e chatas, que ficaram retidas, respectivamente, nas peneiras com orifícios oblongos e com orifícios circulares. Assim, na peneira 15 x $\frac{3}{4}$, colocada na posição superior, foi retida a maior parte das sementes mocas graúdas do lote, enquanto na peneira 13 x $\frac{3}{4}$, colocada em posição inferior, ficou retido o restante desse tipo de semente, impedindo que atravessassem para a peneira 18 e fossem misturadas com as sementes chatas miúdas.

As quantidades de sementes obtidas na Etapa 4, em cada fração do beneficiamento em mesa densimétrica após a máquina de ventiladores e peneiras, estão apresentadas nas tabelas 6 e 7. Ressalta-

se, nessa etapa, a ausência de descarte de sementes, uma vez que os materiais indesejáveis já tinham sido eliminados nas etapas anteriores. Além disso, não ocorreram perdas consideráveis de sementes, devido à alimentação manual da mesa densimétrica, resultando em 180 e 250 kg, respectivamente, para as peneiras 22 e 20, onde aproximadamente 78% das sementes de ambas as peneiras foram direcionadas para as descargas intermediária-superior e intermediária-inferior. As frações obtidas nesta etapa ficaram com melhor aparência que aquelas obtidas nas etapas anteriores, certamente devido à classificação prévia das sementes pelo tamanho. Portanto, a mesa densimétrica complementou o trabalho realizado pela máquina de ventiladores e peneiras, indicando seu grande potencial para o aprimoramento da qualidade das sementes de café.

Tabela 6. Quantidade de sementes de cada fração obtida no beneficiamento do lote de café 'Catuaí Amarelo IAC 62', peneira 22, em mesa densimétrica, representando a Etapa 4

Frações obtidas na mesa densimétrica para a peneira 22	Quantidade de sementes	
	kg	%
Material retido na descarga superior	19	10,6
Material retido na descarga intermediária-superior	29	16,1
Material retido na descarga intermediária-inferior	112	62,2
Material retido na descarga inferior	20	11,1
Total da peneira 22	180	100

Tabela 7. Quantidade de sementes de cada fração obtida no beneficiamento do lote de café 'Catuaí Amarelo IAC 62', peneira 20, em mesa densimétrica, representando a Etapa 4

Frações obtidas na mesa densimétrica para a peneira 20	Quantidade de sementes	
	kg	%
Material retido na descarga superior	26	10,4
Material retido na descarga intermediária-superior	51	20,4
Material retido na descarga intermediária-inferior	146	58,4
Material retido na descarga inferior	27	10,8
Total da peneira 20	250	100

Os valores do teor de água das sementes, apresentados na tabela 8, indicam tendência de deslocamento, no sentido da descarga inferior da mesa densimétrica, das frações em cujas sementes havia menor teor de água, tanto após o beneficiamento na máquina de pré-limpeza quanto após a máquina de ventiladores e peneiras. Assim, os teores de água inferiores verificados nas sementes coletadas na descarga inferior da mesa densimétrica (I, P22I e P20I), em relação aos das sementes obtidas nas descargas superior e intermediária-superior (S, IS, P22S e P20S), indicaram que esta característica física pode ter sido

um importante componente da massa específica dessas sementes, com interferência direta na estratificação e no direcionamento das sementes às diferentes seções de descarga da mesa densimétrica.

Esses resultados revelam a eficiência da mesa densimétrica em deslocar as sementes de café com menor teor de água para a descarga inferior, como consequência da sua menor massa específica em relação às sementes com maior teor de água, corroborando resultados obtidos por GIOMO et al. (2001), GIOMO et al. (2004) e GIOMO et al. (2005). Aparentemente, as sementes de café comportaram-se

de maneira semelhante às sementes palhentas, com redução de massa específica proporcional ao decréscimo do teor de água, confirmando as observações feitas por POPINIGIS (1985). Já em sementes não palhentas ocorre, normalmente, o oposto, como verificado por ALEXANDRE e SILVA (2000), em trabalhos com ervilhaca-comum.

Os resultados de pureza física indicaram a escolha manual (EM) e a pré-limpeza (PL) como igualmente eficazes para a separação e eliminação de materiais indesejáveis do lote, de maneira semelhante ao observado na seqüência completa do beneficiamento, possibilitando a obtenção de frações com elevadas percentagens de sementes puras. A pureza física das sementes aumentou significativamente, após o beneficiamento, passando de 99,1%, no lote original (O), para valores próximos ou iguais a 100%, nos demais tratamentos, como conseqüência do aprimoramento da qualidade das sementes em relação ao lote original. Valor intermediário de pureza física foi verificado nas sementes coletadas na descarga inferior da mesa densimétrica (I) que, embora significativamente superior ao das sementes do lote original, foi inferior ao das sementes da pré-limpeza (PL), utilizadas na alimentação da mesa densimétrica, e ao das sementes dos demais tratamentos.

Cabe ressaltar a elevada pureza física do lote utilizado neste experimento, previamente ao beneficiamento (99,1%), em razão do método utilizado para a extração das sementes contemplar cuidados esmerados no seu preparo, e conseqüentes reduções significativas de impurezas e de material indesejável. O beneficiamento é benéfico não só pelo aprimoramento da pureza física, mas também, pela padronização e uniformização do tamanho e da massa das sementes do lote. Considerando-se o padrão mínimo de 98% de pureza física para sementes de café no Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1997), as sementes de todos os tratamentos, inclusive do lote original, estariam adequadas para comercialização.

Os valores de pureza física, obtidos na mesa densimétrica (S, IS, II e I), após a pré-limpeza (PL) e antes da classificação das sementes por tamanho (Etapa 2), revelaram que a mesa densimétrica proporcionou, de modo geral, o deslocamento de impurezas para a descarga inferior, de maneira semelhante aos resultados obtidos por VIEIRA et al. (1995) com sementes de arroz. No entanto, a utilização de frações com 100% de pureza física na alimentação da mesa densimétrica, após a classificação das sementes por tamanho na máquina de ventiladores e peneiras (Etapa 4), não resultou em diferenças significativas entre as diversas descargas da mesa

densimétrica (P22S, P20S, P22IS, P20IS, P22II, P20II, P22I e P20I), à semelhança dos resultados obtidos por BUITRAGO et al. (1991), com sementes de feijão, e por ALEXANDRE e SILVA (2000), com sementes de ervilhaca-comum.

Em relação ao peso hectolétrico, foram verificados valores mais elevados nas sementes classificadas por tamanho e/ou massa específica, provenientes das descargas superior (S, P22S e P20S) e intermediária-superior (IS) da mesa densimétrica na Etapa 2 do beneficiamento, os quais foram significativamente superiores aos das sementes provenientes dos demais tratamentos. Valor intermediário foi obtido nas sementes da descarga intermediária-inferior (II, P22II e P20II), porém sem diferir significativamente das sementes dos tratamentos O e P22. Valores inferiores foram verificados em sementes da descarga inferior (I, P22I e P20I), quando comparadas às sementes da fração PL, utilizada na alimentação da mesa densimétrica. Em sementes classificadas somente por tamanho, na máquina de ventiladores e peneiras (P15, P22, P20, P13 e P18), foram constatados valores semelhantes ao da escolha manual (EM) e ao da pré-limpeza (PL), indicando menor eficiência desses equipamentos para separação de sementes quando comparados com a mesa densimétrica.

De maneira geral, observou-se que a classificação do lote em mesa densimétrica tendeu a separar as sementes em frações com redução de peso hectolétrico no sentido da descarga superior para a inferior, igualando-se aos resultados constatados por BUITRAGO et al. (1991), com sementes de feijão, por BAUDET e MISRA (1991), com sementes de milho, por VIEIRA et al. (1995) e BICCA et al. (1998), com sementes de arroz, e por ALEXANDRE e SILVA (2000), com sementes de ervilhaca-comum, que sugeriram a mesma tendência de separação das sementes, independentemente de classificação prévia pelo tamanho.

Embora a mesa densimétrica tenha possibilitado a obtenção de frações de sementes com peso hectolétrico mais elevado, na descarga superior, ressalta-se que as diferenças observadas entre as diversas descargas não ocorreram apenas em função da massa da semente, mas também em função do teor de água, uma vez que os menores valores de peso hectolétrico foram verificados nas frações cujas sementes possuíam, também, menor teor de água no momento do beneficiamento, independentemente da classificação das sementes pelo tamanho (I, P22I e P20I). Portanto, houve tendência de deslocamento, para a descarga inferior da mesa densimétrica, das frações de sementes com menor teor de água e menor massa e, paralelamente, menor massa específica.

Tabela 8. Valores médios de teor de água (%), pureza física (%), peso hectolítrico (kg/hl) e massa de mil sementes (g), obtidos no beneficiamento de sementes de café 'Catuaí Amarelo IAC 62'

Tratamentos	Teor de água	Pureza física	Peso hectolítrico	Massa de mil sementes
	%		kg/hl	g
T ₀₁ (O)	31,6 cde	99,1 c	48,7 c	193,3 gh
T ₀₂ (EM)	35,9 abc	99,9 a	51,0 bc	201,4 efgh
T ₀₃ (PL)	33,4 bcde	99,9 a	50,1 bc	196,2 fgh
T ₀₄ (S)	39,7 a	100 a	56,7 a	236,4 bc
T ₀₅ (IS)	38,3 ab	100 a	54,9 ab	213,1 defg
T ₀₆ (II)	31,9 cde	100 a	49,1 c	191,4 gh
T ₀₇ (I)	25,4 f	99,6 b	43,2 d	165,6 ij
T ₀₈ (P15)	33,5 bcde	100 a	50,1 bc	218,8 cdef
T ₀₉ (P22)	33,0 bcde	100 a	48,8 c	229,0 bcd
T ₁₀ (P20)	33,4 bcde	100 a	50,3 bc	196,5 fgh
T ₁₁ (P13)	36,6 abc	100 a	50,4 bc	164,2 ij
T ₁₂ (P18)	35,9 abc	100 a	51,8 abc	157,5 j
T ₁₃ (P22S)	39,4 a	100 a	54,9 ab	260,9 a
T ₁₄ (P22IS)	36,0 abc	100 a	51,5 bc	242,0 ab
T ₁₅ (P22II)	28,9 ef	100 a	46,7 cd	219,2 cde
T ₁₆ (P22I)	25,7 f	99,9 a	42,6 d	196,4 fgh
T ₁₇ (P20S)	38,4 ab	100 a	54,4 ab	214,0 cdefg
T ₁₈ (P20IS)	34,9 abcd	100 a	50,8 bc	200,9 efgh
T ₁₉ (P20II)	29,5 def	100 a	47,6 cd	186,2 hi
T ₂₀ (P20I)	25,6 f	99,9 a	43,1 d	165,1 ij
MÉDIA	33,35	99,92	49,84	202,41
CV (%)	6,42	0,06	3,92	4,27

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

T₁ (O): sementes do lote original; T₂ (EM): sementes escolhidas a mão; T₃ (PL): sementes da máquina de pré-limpeza; T₄ (S), T₅ (IS), T₆ (II) e T₇ (I): sementes coletadas nas descargas superior, intermediária-superior, intermediária-inferior e inferior da mesa densimétrica respectivamente; T₈ (P15), T₉ (P22), T₁₀ (P20), T₁₁ (P13) e T₁₂ (P18): sementes coletadas nas peneiras 15 x ¾, 22, 20, 13 x ¾ e 18 da máquina de ventiladores e peneiras respectivamente; T₁₃ (P22S), T₁₄ (P22IS), T₁₅ (P22II) e T₁₆ (P22I): sementes da peneira 22 coletadas nas descargas superior, intermediária-superior, intermediária-inferior e inferior da mesa densimétrica respectivamente; T₁₇ (P20S), T₁₈ (P20IS), T₁₉ (P20II) e T₂₀ (P20I): sementes da peneira 20 coletadas nas descargas superior, intermediária-superior, intermediária-inferior e inferior da mesa densimétrica respectivamente.

A variação da massa específica das sementes de café pode ser explicada, em parte, pelo fato do endocarpo ser constituído por materiais de alta rigidez (DEDECCA, 1957) que possibilitam pequena variação no volume da semente à medida que ocorrem oscilações do teor de água, limitando-se ao espaço interno livre existente entre o endocarpo e o endosperma. Já na massa da semente pode ocorrer grande variação, tanto em função do teor de água quanto da quantidade de componentes químicos armazenados no endosperma. Assim, para um volume pouco variável do endosperma, delimitado pelo tamanho do endocarpo, a diminuição de massa do endosperma pode levar a uma redução de massa específica da semente, de forma proporcional à diminuição do teor de água do endosperma, à semelhança do que ocorre em sementes palhentas, conforme citado por TOLEDO e MARCOS FILHO (1977).

Em relação à massa de mil sementes, constatou-se tendência de concentração de sementes mais pesadas nas descargas superior e intermediária-superior da mesa densimétrica, principalmente para as sementes da peneira 22 (P22S e P22IS), e, também, na descarga superior, para as sementes não classificadas por tamanho (S), com valores significativamente superiores aos dos demais tratamentos, inclusive ao da fração PL utilizada na alimentação da mesa densimétrica. As frações com menor massa de mil sementes concentraram-se nas peneiras inferiores da máquina de ventiladores e peneiras (P13 e P18) e na descarga inferior da mesa densimétrica, tanto para as sementes não classificadas pelo tamanho (I) quanto para as sementes classificadas na peneira 20 (P20I). Valores intermediários, semelhantes entre si, foram verificados nas sementes dos tratamentos P22II, P15, P20S e IS,

enquanto nos demais tratamentos (O, EM, PL, P20, P20IS, II e P22I) os valores foram inferiores.

Mesmo que o teor de água possa ter interferido na massa específica das sementes e, paralelamente, na estratificação durante o beneficiamento em mesa densimétrica, os resultados demonstraram a eficiência desse equipamento em deslocar as sementes mais leves para as descargas inferiores, separando frações de sementes com massas específicas distintas. Portanto, a resposta positiva do trabalho da mesa densimétrica, em relação à massa de mil sementes, quando sementes com maior massa tenderam à concentração na fração da descarga superior, corrobora os resultados citados por POPINIGIS (1985).

Conforme os resultados da tabela 9, não se observou adequada separação de sementes chatas e de sementes mocas, quando empregadas apenas a pré-limpeza (Etapa 1) e a classificação do lote em mesa densimétrica (Etapa 2), de maneira que em todas as frações obtidas nessas etapas do beneficiamento houve alta porcentagem de sementes mocas, igualando-se ao lote original (O) e à escolha manual (EM). Por outro lado, a classificação das sementes pelo tamanho, em máquina de ventiladores e peneiras (Etapa 3), possibilitou remoção quase completa de sementes mocas do lote pela utilização de peneiras com orifícios oblongos de $15 \times \frac{3}{4}$ e $13 \times \frac{3}{4}$, da ordem de 69 % (P15) e 87 % (P13) respectivamente.

Tabela 9. Valores médios da porcentagem de sementes chatas (CH), sementes mocas (MO), sementes com endocarpo danificado (ED), sementes sem endocarpo (SE) e sementes com exocarpo (CE), obtidos no beneficiamento de sementes de café 'Catuaí Amarelo IAC 62'

Tratamentos	CH	MO	%		
			ED	SE	CE
T ₀₁ (O)	75,2 g	13,7 cd	8,0 cde	1,7 bc	0,5 cd
T ₀₂ (EM)	85,8 cdef	11,0 cd	3,0 de	0,1 d	0 d
T ₀₃ (PL)	78,1 fg	11,5 cd	7,8 cde	1,6 bcd	0,9 bcd
T ₀₄ (S)	82,8 defg	13,1 cd	1,9 e	2,0 b	0,3 d
T ₀₅ (IS)	79,3 fg	14,9 c	3,8 de	1,6 bcd	0,4 d
T ₀₆ (II)	76,6 g	13,7 cd	7,5 cde	1,4 bcd	0,8 bcd
T ₀₇ (I)	66,5 h	9,6 d	19,9 a	1,6 bcd	1,9 b
T ₀₈ (P15)	11,2 i	69,3 b	15,3 abc	0,5 bcd	3,6 a
T ₀₉ (P22)	90,1 abcd	0 e	8,9 cde	0,4 cd	0,5 cd
T ₁₀ (P20)	93,6 abc	0 e	5,8 de	0,3 cd	0,1 d
T ₁₁ (P13)	3,2 i	87,0 a	6,9 cde	1,2 bcd	1,7 bc
T ₁₂ (P18)	88,8 abcde	0,1 e	4,8 de	6,0 a	0,1 d
T ₁₃ (P22S)	97,1 a	0 e	1,7 e	1,0 bcd	0,1 d
T ₁₄ (P22IS)	93,8 abc	0 e	5,5 de	0,4 cd	0,2 d
T ₁₅ (P22II)	88,2 bcde	0 e	11,2 bcd	0,2 cd	0,4 d
T ₁₆ (P22I)	74,6 gh	0 e	23,1 a	0,3 cd	1,9 b
T ₁₇ (P20S)	96,4 ab	0,2 e	2,4 e	0,9 bcd	0 d
T ₁₈ (P20IS)	93,3 abc	0,2 e	5,8 de	0,5 bcd	0,2 d
T ₁₉ (P20II)	90,0 abcd	0,1 e	9,1 cde	0,4 cd	0,3 d
T ₂₀ (P20I)	80,4 efg	0,2 e	18,3 ab	0,4 cd	0,7 cd
MÉDIA	77,26	12,23	8,54	1,14	0,75
CV (%)	4,24	13,89	16,68	12,6	13,55

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

T₁ (O): sementes do lote original; T₂ (EM): sementes escolhidas a mão; T₃ (PL): sementes da máquina de pré-limpeza; T₄ (S), T₅ (IS), T₆ (II) e T₇ (I): sementes coletadas nas descargas superior, intermediária-superior, intermediária-inferior e inferior da mesa densimétrica respectivamente; T₈ (P15), T₉ (P22), T₁₀ (P20), T₁₁ (P13) e T₁₂ (P18): sementes coletadas nas peneiras $15 \times \frac{3}{4}$, $22 \times \frac{3}{4}$, $20 \times \frac{3}{4}$ e $18 \times \frac{3}{4}$ da máquina de ventiladores e peneiras respectivamente; T₁₃ (P22S), T₁₄ (P22IS), T₁₅ (P22II) e T₁₆ (P22I): sementes da peneira 22 coletadas nas descargas superior, intermediária-superior, intermediária-inferior e inferior da mesa densimétrica respectivamente; T₁₇ (P20S), T₁₈ (P20IS), T₁₉ (P20II) e T₂₀ (P20I): sementes da peneira 20 coletadas nas descargas superior, intermediária-superior, intermediária-inferior e inferior da mesa densimétrica respectivamente.

A seqüência de peneiras utilizadas na máquina de ventiladores e peneiras possibilitou a total separação das sementes mocas e chatas, que ficaram retidas, respectivamente, nas peneiras com orifícios oblongos e nas peneiras com orifícios circulares. Os tratamentos O, P15, P13, S, IS e II proporcionaram, respectivamente, 13,7%, 69,3%, 87%, 13,1%, 14,9% e 13,7% de sementes mocas superior, portanto, aos 12% aceito como limite para lotes de sementes de café arábica.

As sementes com endocarpo danificado (ED), sem endocarpo (SE) e com exocarpo (CE), embora constituintes da fração "sementes puras", contribuem para redução da qualidade física uma vez que prejudicam a aparência dos lotes de sementes. Dentre essas categorias, mereceu destaque a classe sementes com endocarpo danificado, cuja participação média no lote foi de aproximadamente 8,5%.

As frações correspondentes aos tratamentos obtidos na descarga inferior da mesa densimétrica (I, P22I e P20I) tiveram elevadas porcentagens de sementes com endocarpo danificado, significativamente superiores às dos demais tratamentos; nos tratamentos obtidos na descarga superior (S, P22S e P20S) as porcentagens foram reduzidas. Esses resultados demonstraram a eficácia da mesa densimétrica em separar sementes de café com endocarpo danificado, cuja porcentagem média foi reduzida de 8%, no lote original (O), para cerca de 2% nos tratamentos obtidos na descarga superior da mesa densimétrica.

Verificou-se, adicionalmente, que as frações do lote com as mais altas porcentagens de sementes com endocarpo danificado foram deslocadas para a descarga inferior da mesa densimétrica (I, P22I e P20I). Considerando que essas frações tinham, também, os mais baixos valores de teor de água, pode ter ocorrido uma possível relação entre essas duas características e a massa específica das sementes. Assim, embora a constituição química do endosperma das sementes de café seja um fator que interfere na massa específica da semente, infere-se que a eficiência da mesa densimétrica em separar as sementes com endocarpo danificado possa ter ocorrido, pelo menos parcialmente, devido às diferenças de teor de água entre estas e as sementes com o endocarpo intacto.

Esses resultados indicaram que pode existir alguma relação entre a integridade do endocarpo e a velocidade de perda de água das sementes. Assim, durante o processo de secagem, a perda de água mais

acentuada em sementes com endocarpo parcial ou totalmente danificado determina, individualmente, menor teor de água que, conseqüentemente, confere-lhes menor massa específica e, portanto, deslocamento para a descarga inferior da mesa densimétrica, como apontado por ILLY⁽¹⁰⁾. Desse modo, assume relevância a adoção de procedimentos que possam minimizar a ocorrência de danificações mecânicas ao endocarpo, durante a extração das sementes de café, e de rigoroso monitoramento do teor de água durante a secagem, para evitar perda de qualidade das sementes decorrente do processo de secagem, conforme demonstrado por BACCHI (1955).

Os equipamentos utilizados não causaram danos mecânicos externos visíveis às sementes, uma vez que os valores percentuais de sementes com endocarpo danificado nas diversas etapas do beneficiamento foram semelhantes aos apresentados pelo lote original (O) e pela escolha manual (EM). Considerando a importância da integridade física do endocarpo, seria benéfico o descarte das frações correspondentes aos tratamentos P22I e P20I, pois, apresentando alta porcentagem de sementes com endocarpo danificado, poderiam influenciar negativamente na aparência do lote.

O tratamento P15, constituído por 69% de sementes mocas, proporcionou alta porcentagem de sementes com endocarpo danificado, provavelmente em função de danos mecânicos ocorridos durante o processo de extração das sementes. Como a regulagem do descascador é feita em vista do tamanho médio dos frutos normais do cafeeiro (frutos com duas sementes chatas) e, portanto, com base na espessura das sementes chatas recobertas pelo endocarpo, é possível que tenha ocorrido algum esmagamento das sementes mocas graúdas durante o descascamento, uma vez que possuem, normalmente, maior tamanho e, principalmente, maior espessura que as sementes chatas.

Quanto às sementes desprovidas de endocarpo, verificou-se maior proporção na peneira inferior da máquina de ventiladores e peneiras (P18), basicamente em função da menor largura dessas sementes em relação às sementes com endocarpo. Embora a escolha manual (EM) tenha sido a forma mais eficiente para a separação de sementes sem endocarpo, ela apenas diferiu significativamente dos tratamentos O, S e P18.

⁽¹⁰⁾ ILLY, E. A visão do importador do café brasileiro. In: 2.º Simpósio Internacional de Café. Instituto Agrônomo, Campinas (SP), 2002.

As frações com maiores proporções de sementes com casca foram verificadas nas peneiras com orifícios oblongos e na descarga inferior da mesa densimétrica, em valores percentuais significativamente superiores aos das frações utilizadas na alimentação da máquina de ventiladores e peneiras e da mesa densimétrica, comprovando o efeito positivo desses equipamentos para sua separação. Nessa categoria, estão incluídos os frutos graúdos e miúdos cujos exocarpos não foram completamente removidos, durante a extração das sementes, e que foram retidos nas peneiras $15 \times \frac{3}{4}$ e $13 \times \frac{3}{4}$ respectivamente. Assim, verificou-se maior porcentagem de sementes com casca no tratamento P15, cerca de 4%, significativamente superior à dos demais tratamentos. O tratamento P13 e os tratamentos obtidos na descarga inferior da mesa densimétrica (I e P22I) proporcionaram aproximadamente 2% de sementes com casca, significativamente superior aos valores observados nos demais tratamentos, com quantidade inferior a 1% de sementes com casca.

4. CONCLUSÕES

1. A máquina de pré-limpeza, a máquina de ventiladores e peneiras e a mesa densimétrica foram eficazes para a homogeneização do lote de sementes de café, proporcionando obtenção de melhor qualidade física na seqüência operacional em que foram utilizadas de forma conjugada;

2. O uso de peneiras com crivos oblongos e crivos circulares, intercaladas na máquina de ventiladores e peneiras, possibilitou a separação de sementes mocas, de sementes com resíduos de exocarpo aderidos ao endocarpo e de sementes desprovidas de endocarpo, melhorando a aparência do lote;

3. A mesa densimétrica foi o equipamento que efetuou melhor separação de sementes com endocarpo danificado, proporcionando alterações favoráveis à qualidade física do lote;

d) As sementes pequenas, retidas nas menores peneiras da máquina de ventiladores e peneiras, e as sementes de menor massa específica, classificadas ou não por tamanho e coletadas na descarga inferior da mesa densimétrica, foram de baixa qualidade física.

REFERÊNCIAS

- AHRENS, D.C.; EL TASSA, S.O.M. Avaliações do beneficiamento de sementes de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.27-31, 1999.
- AHRENS, D.C.; KRZYZANOWSKI, F.C. Efeito do beneficiamento de sementes de tremoço azul sobre as qualidades física, fisiológica e sanitária. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n.2, p.242-248, 1998.
- ALEXANDRE, A.D.; SILVA, W.R. da. Mesa gravitacional e qualidade física de sementes de ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.2, p.223-230, 2000.
- ARAÚJO, E.F.; MEIRELES, R.C.; REIS, L.S. dos; MAURI, A.L.; DAVID, A.M.S.S. Uso de peneiras e da mesa gravitacional na classificação e na qualidade de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, Especial Café, n.8, p.24-28, 2004.
- BACCHI, O. Seca da semente de café ao sol. **Bragantia**, Campinas, v.14, p.226-236, 1955.
- BAUDET, L.; MISRA, M. Atributos de qualidade de sementes de milho beneficiadas em mesa gravitacional. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.2, p.91-97, 1991.
- BICCA, F.M.; BAUDET, L.; ZIMMER, G.J. Separação de sementes manchadas de lotes de sementes de arroz, utilizando a mesa gravitacional e sua influência na qualidade sanitária. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.106-111, 1998.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BUITRAGO, I.C.; VILLELA, F.A.; TILLMANN, M.A.A.; SILVA, J.B. da. Perdas e qualidade de sementes de feijão beneficiadas em máquina de ventiladores e peneiras e mesa gravitacional. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.2, p.99-104, 1991.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CARVALHO, A.; COSTA, W.M.; FAZUOLI, L.C. Auto-incompatibilidade, produtividade, ocorrência de sementes tipo moca e mudas anormais no café Icatu. **Bragantia**, Campinas, v.42, p.157-169, 1983.
- CASTILLO, J.Z. Influencia de algunos tratamientos culturales sobre la calidad del grano de café. **Cenicafé**, Chinchiná, v.8, n.11, p.333-346, 1957.
- CASTRO, F.S. de. Escogencia y tratamiento de la semilla de café. **Agricultura Tropical**, Costa Rica, v.16, n.11, p.715-724, 1960.
- DEDECCA, D.M. Anatomia e desenvolvimento ontogenético de *Coffea arabica* L. var. *Typica* Cramer. **Bragantia**, Campinas, n.16, p.315-355, 1957.
- DIAS, M.C.L.L.; BARROS, A.S.R. Avaliação de métodos para remoção da mucilagem de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.2, p.191-195, 1993.
- GIOMO, G.S., RAZERA, L.F.; GALLO, P.B. Beneficiamento de sementes de café (*Coffea arabica* L.) em máquina de ar e peneiras e mesa gravitacional. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DE CAFÉS DO BRASIL, 2, 2001, Vitória. **Anais...** Brasília: MAA/CBPDC/EMBRAPA, 2001. p.1648-1658. 1 CD-ROM.

GIOMO, G.S.; RAZERA, L.F.; GALLO, P.B. Beneficiamento e qualidade de sementes de café arábica. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.2, p.291-297, 2004.

GIOMO, G.S.; NAKAGAWA, J.; GALLO, P.B. Beneficiamento de sementes de café arábica e efeitos na qualidade física. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4, 2005. **Anais...** Londrina: MAA/CBPDC/EMBRAPA, 2005. np. 1 CD-ROM.

GREGG, B.R.; FAGUNDES, S.R.F. **Manual de operações da mesa gravitacional**. Brasília: Ministério da Agricultura/AGIPLAN, 1975. 78p.

HEYDECKER, W. Vigour. In: ROBERTS, E.H. (Ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman & Hall, 1972. p.209-252.

OSORIO, B.J.; CASTILLO, Z.J. Influencia del tamaño de la semilla en el crecimiento de las plántulas de café. **Cenicafé**, Chinchiná, v.20, n.1, p.20-40, 1969.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: (s.n.), 1985. 289p.

SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **Normas e padrões para produção de sementes e mudas de café no Estado de São Paulo**. Campinas: CESM/Subcomissão Técnica de Café, 1997. 30p.

SIERRA, G.F.; FERNANDEZ, Q.F.; ROA, M.G.; ARCILA, P.J. Evaluación de la pérdida de calidad de la semilla de café durante su beneficio. **Cenicafé**, Chinchiná, v.41, n.3, p.69-79, 1990.

SILVA, R.F. da. Extração de sementes de frutos carnosos. In: CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. (eds.). **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. p.458-484.

TOLEDO, F.F. de; MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: CERES, 1977. 224p.

VAUGHAN, C.E.; GREGG, B.R.; DELOUCHE, J. **Beneficiamento e manuseio de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura/AGIPLAN, 1976. 195p.

VIEIRA, A.R.; OLIVEIRA, J.A.; VIEIRA, M. das G.G.C.; REIS, M. de S. Avaliação da eficiência de máquinas utilizadas no beneficiamento de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.2, p.187-192, 1995.