



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013  
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE FRUTOS E GRÃOS DE CAFÉ ARÁBICA**

Josiane Turato da Silva **Pereira**<sup>1,2a</sup>; Gerson Silva **Giomo**<sup>1b</sup>; Reni **Saath**<sup>1,2c</sup>; Golbery Rudolf Oliveira **Rodrigueiro**<sup>2d</sup>

<sup>1</sup>Instituto Agrônômico (IAC), Centro de Café 'Alcides Carvalho'. <sup>2</sup>Faculdades Integradas de Bauru – FIB

**Nº 13148**

**RESUMO** - Tamanho e formato dos grãos constituem parâmetros físicos que determinam os índices qualitativos e quantitativos do café no momento de sua comercialização, e podem afetar a eficiência dos equipamentos nas operações de pós-colheita que visam aprimorar a qualidade. A diversificação de cultivares é uma necessidade para aumentar a competitividade da cafeicultura e representa um aporte para a produção de cafés especiais, com qualidade superior e diferenciada. Considerando que há variabilidade genética para tamanho e formato de frutos e grãos entre genótipos de cafeeiro e que essas características são de extrema importância para a definição de procedimentos pós-colheita que contribuam para a preservação da qualidade do café, este estudo teve o objetivo de determinar algumas propriedades físicas de frutos de café em coco e de café beneficiado em grão cru provenientes de pré-cultivares e progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em seleção no programa de melhoramento genético do IAC. Para verificar a influência do genótipo sobre as características físicas foram utilizados frutos e grãos de cafés de plantas provenientes de diversos híbridos entre cultivares elites e acessos do banco de germoplasma do IAC. Verificou-se variação no formato, tamanho, densidade, porosidade e velocidade terminal de frutos e grãos de café entre os tratamentos. Quanto à classificação por tipo verificou-se que híbridos de Obatã x Acesso<sub>1</sub> tendem a produzir grãos de tamanho semelhante ao da cultivar Obatã, enquanto que híbridos de Mundo Novo x Acesso<sub>1</sub> tendem a produzir grãos de tamanho mais parecido ao das plantas do Acesso<sub>1</sub>.

**Palavras-chaves:** Cultivar, propriedades físicas dos grãos, beneficiamento, qualidade.

<sup>a</sup> Bolsista CNPq: Graduanda em Agronomia - josi\_tsp@yahoo.com.br; <sup>b</sup> Orientador: Engenheiro Agrônomo, Pesquisador Científico; <sup>c</sup> Colaboradora: Engenheira Agrícola, Pós-Doutoranda, Bolsista/PNPD/CAPES e Docente; <sup>d</sup> Colaborador: Graduando em Agronomia.



## VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

**ABSTRACT** - Size and shape are physical parameters that determine the qualitative and quantitative indices of the coffee quality at the time of sale and can affect the efficiency of equipment in processing operations aiming to improve the coffee quality. The diversification of cultivars constitutes needs for better agronomical performance in coffee cultivation and represents a contribution to the specialty coffees production with superior and differentiated quality. Considering that there is genetic variability for size and shape of fruit and grain which are so important characteristics for the definition of appropriated post-harvest procedures that contribute to improve the coffee quality, this study aimed to evaluate some physical properties of coffee fruits and green beans from several *Coffea arabica* cultivars under selection at IAC breeding program. The experiment was carried out with fruits and coffee beans from hybrids, cultivars and accessions of germplasm bank of the IAC. There was variation in the shape, size, density, porosity and terminal speed of fruit and coffee grains among treatments. As the classification by type, Obatã x Acesso<sub>1</sub> hybrids tend to produce grain size closer to the Obatã cultivar, while Mundo Novo x Acesso<sub>1</sub> hybrids tend to produce grain size closer to the Acesso<sub>1</sub> plants.

**Key-words:** Variety, bean physical quality, processing, quality.

### 1 INTRODUÇÃO

A modernização da cafeicultura impõe constantes desafios aos cafeicultores brasileiros a fim de torná-la uma atividade sustentável e permitir a produção de cafés com qualidade para atender aos mercados consumidores cada vez mais exigentes. Nesse sentido, deve ser considerado que a qualidade do café é influenciada tanto por características intrínsecas das plantas (constituição genética) como pelo ambiente de produção, esteja ele relacionado às características edafoclimáticas ou às condições de colheita e processamento pós-colheita.

O tamanho e a forma dos grãos de café são características específicas definidas geneticamente e influenciadas pelo ambiente durante e após o período de sua formação, apresentando importância nas demais propriedades físicas do produto que interessam à tecnologia de processamento pós-colheita. Considera-se que as técnicas de colheita e processamento apresentam efeitos marcantes no condicionamento da qualidade dos grãos de café (GIOMO; BORÉM, 2011), por isso, conhecer as características físicas dos frutos e grãos é necessário para uma melhor seleção de cultivares, tendo em vista a obtenção de cafés de melhor qualidade.

As propriedades físicas dos grãos são critérios empregados na avaliação da qualidade do café (GIOMO et al., 2011) e na definição de procedimentos apropriados para o beneficiamento e



## VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

classificação dos grãos (CORRÊA et al., 2002; RIBEIRO et al., 2001). As operações de pós-colheita causam mudanças nas características dimensionais dos grãos, especialmente devido a redução do teor de água durante a secagem, e são relatadas como as primeiras causas das alterações de forma, tamanho e densidade dos grãos, com influência na velocidade terminal dos produtos agrícolas (COUTO et al., 1999; 2003; 2004). Contudo, a contração volumétrica durante a secagem não é função exclusiva do teor de água, mas também dependentes do processo e da geometria do produto, onde o dimensionamento de peneiras em equipamentos destinados a separação e classificação dependem do tamanho e formato dos grãos (MOHSENIN, 1986).

Algumas progênies de café arábica têm apresentado variabilidade genética para tamanho e formato de frutos e grãos, características de extrema importância para a definição de procedimentos pós-colheita que contribuam para a preservação da qualidade do café. Visando identificar as principais características físicas que possam auxiliar na seleção de cultivares com melhor qualidade de grãos, bem como a indicação de procedimentos específicos para o processamento e beneficiamento do café, este estudo teve como objetivo principal determinar algumas propriedades físicas de frutos de café em coco e de grãos crus provenientes de cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em seleção no programa de melhoramento genético do Instituto Agrônomo (IAC).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Centro de Café 'Alcides Carvalho' do Instituto Agrônomo - IAC, em Campinas – SP e no laboratório de processamento de produtos agrícolas da Faculdade Integradas de Bauru, no ano agrícola 2012/2013. Foram avaliados cafés em coco e café beneficiado em grão cru provenientes de acessos, progênies e pré-cultivares de *Coffea arabica* L. em seleção no programa de melhoramento genético do IAC. Foram conduzidos dois experimentos em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com nove genótipos e dez repetições, totalizando nove tratamentos para cada tipo de café, em coco e grão beneficiado, respectivamente. Na avaliação do tamanho dos grãos, pela classificação em peneiras, foi utilizada apenas uma planta de cada genótipo, sem repetição.

Os cafés foram obtidos em plantas híbridas de geração  $F_1$  e  $F_2$  de Obatã  $\times$  Acesso<sub>1</sub> ( $T_1$  e  $T_2$ ) e de Mundo Novo  $\times$  Acesso<sub>1</sub> ( $T_3$  e  $T_4$ ), plantas de dois acessos do banco de germoplasma ( $T_5$  e  $T_6$ ), plantas do Acesso<sub>1</sub> ( $T_7$ ), plantas de Obatã ( $T_8$ ) e plantas de Mundo Novo ( $T_9$ ). Após o beneficiamento retiraram-se, ao acaso, grãos de café de cada amostra para análise. A



## VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

circularidade e esfericidade dos cafés foram determinadas a partir da medição de seus eixos ortogonais (a, b e c) com paquímetro digital e foram calculadas pelas equações e métodos propostos por Mohsenin (1986).

A massa específica aparente dos cafés ( $\text{g cm}^{-3}$ ) foi determinada pelo peso hectolitro; a massa específica real ( $\text{g cm}^{-3}$ ) foi determinada pelo método de complementação de volume (MOREIRA et al., 1985) e a porosidade (%) pela relação massa específica real e massa específica aparente, e a velocidade terminal ( $\text{m s}^{-1}$ ) segundo método descrito por Couto et al. (2003). Para a classificação física e avaliação do tamanho dos grãos foram retirados 100 g de grãos de cada amostra, e classificados quanto ao tamanho a partir da porcentagem de grãos retidos em peneiras com crivos circulares de diâmetro 19, 18, 17, 16, 15 e 14/64 de polegada para grãos chatos e com crivos oblongos de 12, 11, 10 e  $9 \times \frac{3}{4}$  de polegada para grãos mocas (BRASIL, 2003).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a forma, com base nas dimensões características do fruto e grãos do café e os eixos ortogonais maior (a), médio (b) e menor (c), e os valores de esfericidade e circularidade calculados, verificou-se que os frutos de café, de modo geral, não apresentam um formato geométrico perfeitamente definido. Porém, analisando os eixos ortogonais para o café em coco observou-se um grau de aproximação da forma com a esfera. Já, para o café beneficiado a projeção dos eixos ortogonais do grão evidenciou tendência de área circular, pois a esfericidade calculada sempre apresenta valor menor em relação à circularidade.

De modo geral, as variações nos valores de esfericidade e circularidade, devido às alterações não homogêneas das características dimensionais do fruto do café, devem-se à interação entre as condições edafoclimáticas. No entanto, considerando-se que no presente estudo os cafés foram provenientes de um mesmo ambiente de produção, portanto sujeito às mesmas condições edafoclimáticas, infere-se que o formato dos frutos e grãos do café das cultivares ou progênies analisadas são decorrentes de sua constituição genética. Notou-se que, entre os genótipos estudados, a geometria dos frutos (café em coco) do tratamento 1 foi a que mais se aproximou da forma esférica antes do beneficiamento. Entretanto, quando beneficiado, o formato geométrico do grão aproximou-se mais da forma circular, o que também foi observado para os demais tratamentos (Tabela 1). As variações observadas nos valores de esfericidade e circularidade dos cafés justificam, provavelmente, a variação entre os valores da velocidade



## VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

terminal (VT) e massa específica aparente (Mpa), massa específica real (Mpr) e porosidade (P) apresentados na Tabela 1.

A variação dos valores da massa específica aparente (Mpa) e real (Mpr) e da porosidade (P) observada neste estudo corrobora com Silva et al. (2006) que, trabalhando com a cultivar Catuaí, obtiveram valores médios para Mpa de 353,1 a 456 kg m<sup>-3</sup>, Mpr de 724,7 a 930,9 kg m<sup>-3</sup> e P de 47,5 a 51,9 %, justificando a variação nas modificações estruturais associadas às alterações celulares do produto, devido a retirada de água durante o processo de secagem. Ressalta-se que a porosidade influencia a pressão de fluxo de ar na passagem pelos grãos, influenciando no dimensionamento dos ventiladores dos sistemas de secagem, na operação dos equipamentos de classificação dos grãos e na utilização adequada da potência dos motores (CORRÊA et al., 2002; RIBEIRO et al., 2001).

**Tabela 1.** Dimensões médias dos eixos ortogonais (a, b e c), índices de esfericidade (E) e circularidade (C) e valores médios da velocidade terminal (VT), massa específica aparente (Mpa) e real (Mpr) do café em coco e do café beneficiado (grão cru), e os respectivos desvios padrões (DP) para diferentes cultivares e progênies de *Coffea arabica* L.

Tratamento	Café em Coco																	
	Eixos Ortogonais (mm)						E	DP	C	DP	VT	DP	Mpa	DP	Mpr	DP	P	DP
	a	DP	b	DP	c	DP	(%)		(%)		(m s <sup>-1</sup> )		(g cm <sup>-3</sup> )		(g cm <sup>-3</sup> )		(%)	
1	12,104	0,28	9,076	0,22	11,469	0,16	89,23	0,018	74,99	0,011	11,48	0,19	0,387	0,17	0,699	0,11	43,98	0,19
2	13,416	0,54	9,908	0,33	11,469	0,21	85,79	0,014	73,83	0,012	11,75	0,13	0,393	0,11	0,721	0,10	44,03	0,13
3	13,561	0,45	9,026	0,27	10,422	0,22	79,97	0,016	66,56	0,016	10,88	0,17	0,384	0,14	0,698	0,09	45,46	0,17
4	12,408	0,45	8,630	0,24	11,304	0,17	85,89	0,019	66,06	0,016	11,17	0,16	0,401	0,12	0,712	0,10	44,06	0,16
5	12,258	0,67	8,987	0,45	10,999	0,32	86,97	0,012	71,84	0,018	12,68	0,17	0,392	0,13	0,702	0,12	45,45	0,17
6	13,056	0,68	8,889	0,39	10,789	0,29	82,55	0,019	66,98	0,019	10,82	0,14	0,364	0,12	0,689	0,13	44,63	0,14
7	12,817	0,40	8,760	0,32	11,202	0,17	84,22	0,008	68,35	0,017	10,98	0,11	0,396	0,11	0,701	0,09	46,03	0,11
8	12,103	0,28	8,781	0,24	10,557	0,42	85,85	0,012	72,55	0,016	11,89	0,14	0,409	0,14	0,722	0,08	47,91	0,14
9	12,956	0,22	9,197	0,25	10,707	0,30	83,71	0,014	70,99	0,012	11,45	0,12	0,414	0,11	0,713	0,07	48,23	0,12

  

Tratamento	Café Beneficiado																	
	Eixos Ortogonais (mm)						E	DP	C	DP	VT	DP	Mpa	DP	Mpr	DP	P	DP
	a	DP	b	DP	c	DP	(%)		(%)		(m s <sup>-1</sup> )		(g cm <sup>-3</sup> )		(g cm <sup>-3</sup> )		(%)	
1	8,123	0,65	6,012	0,38	3,069	0,23	65,39	0,08	74,01	0,08	9,48	0,10	0,678	0,10	0,962	0,07	36,98	0,10
2	8,083	0,67	7,134	0,32	3,807	0,30	74,63	0,06	88,26	0,07	9,75	0,09	0,672	0,08	0,969	0,08	37,03	0,09
3	7,890	0,41	6,320	0,32	3,560	0,19	71,23	0,05	80,10	0,09	9,88	0,12	0,688	0,09	0,919	0,09	37,46	0,12
4	8,318	0,51	6,711	0,49	3,621	0,36	70,55	0,05	80,68	0,07	9,17	0,13	0,638	0,10	1,002	0,04	38,06	0,13
5	7,387	0,65	6,078	0,52	3,029	0,21	69,62	0,9	82,28	0,08	8,68	0,11	0,589	0,12	0,899	0,04	35,45	0,11
6	9,520	0,66	6,500	0,23	3,220	0,24	61,35	0,09	68,28	0,09	8,82	0,10	0,611	0,13	0,988	0,05	34,63	0,10
7	8,352	0,43	6,318	0,32	3,583	0,17	68,72	0,07	75,65	0,04	8,98	0,11	0,645	0,05	1,023	0,06	36,03	0,11
8	8,770	0,42	6,701	0,23	3,242	0,25	65,61	0,06	76,41	0,04	8,89	0,06	0,632	0,08	1,001	0,04	37,91	0,06
9	8,557	0,46	7,126	0,25	3,886	0,23	72,32	0,04	83,28	0,05	8,45	0,09	0,672	0,07	1,021	0,05	38,23	0,09

A variação da velocidade terminal deve-se ao formato irregular do café em coco e do grão cru, pois em razão da forma irregular dos grãos, sempre há uma tendência à rotação das partículas, acarretando a obtenção de valores superestimados. Os valores obtidos para o café em coco são maiores que os observados no café beneficiado e semelhantes aos valores observados



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013  
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

por Couto et al. (2003) para a cultivar Catuaí empregando a mesma metodologia. A superfície de contato e a rugosidade da casca podem justificar os maiores valores da VT obtidos para o café em coco comparado aos verificado para o café beneficiado.

Correlacionando-se as propriedades físicas esfericidade ( $E$ ), circularidade ( $C$ ), velocidade terminal ( $VT$ ), massa específica aparente ( $Mpa$ ) e real ( $Mpr$ ) e porosidade ( $P$ ), verificou-se que a circularidade apresentou correlação positiva com a  $VT$  e com a  $Mpa$  e  $Mpr$  para o café em coco. Entretanto, para o café beneficiado a correlação foi negativa com a  $Mpa$  (Tabela 2).

**Tabela 2.** Correlações entre as variáveis estudadas.

	Café em Coco						Café Beneficiado					
	E	C	VT	Mpa	Mpr	P	E	C	VT	Mpa	Mpr	P
E	1,0000	0,7175	0,6049	0,2558	0,2922	-0,2453	1,0000	0,9528	0,2906	0,4421	-0,1154	0,5183
C	0,7175	1,0000	0,6571	0,2833	0,4192	0,0705	0,9528	1,0000	0,2147	0,2912	-0,2080	0,4919
VT	0,6049	0,6571	1,0000	0,3635	0,4190	0,1613	0,2906	0,2147	1,0000	0,6217	-0,3747	0,1869
Mpa	0,2558	0,2833	0,3635	1,0000	0,7926	0,6357	0,4421	0,2912	0,6217	1,0000	0,1305	0,6136
Mpr	0,2922	0,4192	0,4190	0,7926	1,0000	0,3463	-0,1154	-0,2080	-0,3747	0,1305	1,0000	0,2876
P	-0,2453	0,0705	0,3463	0,1613	0,6357	1,0000	0,5183	0,4919	0,1869	0,6136	0,2876	1,0000

Analisando-se a massa específica real e a velocidade terminal, como a aproximação do grão do café de um esferoide ou elipsoide, a massa específica real aumenta a superfície de contato com o fluxo de ar, o que afeta a velocidade terminal. As variações das características físicas dos cafés entre as variáveis avaliadas (Tabela 1) evidenciam que os grãos, individualmente, apresentam forma e tamanho variado, sendo a variação no formato função exclusiva da origem genética (genótipo) e as diferenças do tamanho dos grãos entre os tratamentos, além da genética, dos efeitos de interação Genótipo x Ambiente. Já as variações do tamanho podem estar associadas tanto ao fator genético quanto à condução e manejo da lavoura, bem como, as condições edafoclimáticas. A diferença quanto à forma e tamanho dos grãos pode ser confirmada pelo resultado do teste de peneiras apresentado na Tabela 3.

As propriedades físicas dos grãos são importantes atributos empregados na diferenciação e na determinação da qualidade do produto (GIOMO et al., 2011). Naturalmente os lotes de café são constituídos por diferentes tipos e tamanhos de grãos (chatos, mocas, conchas e triangulares), e também por diversos tipos de materiais indesejáveis (grãos mal formados, deteriorados, quebrados, brocados) que podem afetar a qualidade do café, por isso recomenda-se a separação dos grãos por tamanho a fim de aprimorar a qualidade física e a homogeneização dos lotes de café (GIOMO et al., 2004). Quanto à classificação por tipo de grão, a variação dos eixos ortogonais dos grãos (Tabela 1) reflete as diferenças no tamanho e formato dos grãos verificado pela porcentagem de retenção em peneiras (Tabela 3), onde a variação entre os percentuais de grãos chatos e grãos



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013  
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

moças retidos para cada tratamento pode ser atribuída em grande parte à constituição genética dos híbridos, cultivares e progênies analisadas.

Apesar das variações observadas no tamanho dos grãos chatos entre os tratamentos, nota-se elevados valores de grãos chatos graúdos para os tratamentos T<sub>8</sub> e T<sub>1</sub>, correspondentes à cultivar Obatã e à geração F<sub>1</sub> de Obatã x Acesso<sub>1</sub>, respectivamente, evidenciando que as gerações derivadas de cruzamentos intervarietais podem apresentar as mesmas características genéticas dos parentais quanto ao tamanho predominante de grão. Considerando que os grãos graúdos podem apresentar maior valor comercial no mercado, essas informações são bastante úteis ao programa de melhoramento genético do cafeeiro, pois podem auxiliar na seleção de cultivares com melhores características de grãos.

**Tabela 3.** Valores médios da porcentagem de retenção de grãos em peneiras com perfurações circulares para grãos chatos e com perfurações oblongas para grãos moças

Tratamento	Grãos Chatos (%)			Grãos Moças (%)		
	Graúdo <sup>(1)</sup>	Médio <sup>(2)</sup>	Miúdo <sup>(3)</sup>	Graúdo <sup>(4)</sup>	Médio <sup>(5)</sup>	Miúdo <sup>(6)</sup>
1	61,12	24,48	1,33	8,63	4,17	0,28
2	45,03	39,96	5,53	3,72	4,84	0,92
3	31,51	54,47	7,76	2,12	3,38	0,76
4	17,27	45,67	28,38	0,58	4,47	3,63
5	2,37	43,83	37,68	1,50	6,18	8,44
6	20,47	38,62	28,45	1,23	5,59	5,65
7	43,80	44,32	3,75	5,44	2,60	0,10
8	71,00	14,18	1,50	7,42	5,55	0,35
9	54,02	37,08	2,46	3,58	2,44	0,42

<sup>(1)</sup> Porcentagem de grãos chatos retidos nas peneiras 17, 18 e 19/64; <sup>(2)</sup> Porcentagem de grãos chatos retidos nas peneiras 15 e 16/64; <sup>(3)</sup> Porcentagem de grãos chatos retidos nas peneiras ≤14/64; <sup>(4)</sup> Porcentagem de grãos moças retidos nas peneiras 11, 12 e 13/64 x ¾ de polegada; <sup>(5)</sup> Porcentagem de grãos moças retidos na peneira 10/64 x ¾ de polegada; <sup>(6)</sup> Porcentagem de grãos moças retidos na peneiras ≤ 9/64 x ¾ de polegada.

Embora os resultados tenham apontado bom desempenho de alguns parentais na definição do tamanho dos grãos em cultivares híbridas, a sua indicação depende de mais avaliações, inclusive da comparação entre as características físicas dos grãos com a qualidade sensorial do café. Portanto, é necessário que o estudo seja repetido outras vezes para um melhor embasamento técnico, haja vista que as características físicas dos grãos de café, especialmente o tamanho, pode sofrer forte interferência das condições ambientais, principalmente climáticas e de manejo da lavoura cafeeira, normalmente conhecido como “efeito de safra”.



## VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

### 4 CONCLUSÃO

a) Geometricamente um esferoide é mais adequado para representar a forma dos cafés em coco;  
b) Há variação no formato, tamanho, densidade, porosidade e velocidade terminal de frutos e grãos de café entre os genótipos avaliados; c) Híbridos de Obatã x Acesso<sub>1</sub> tendem a produzir grãos de tamanho semelhante ao da cultivar Obatã, enquanto que híbridos de Mundo Novo x Acesso<sub>1</sub> tendem a produzir grãos de tamanho mais parecido ao das plantas do Acesso<sub>1</sub>.

### 5 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Iniciação Tecnológica (PIBITI) e Centro de Café 'Alcides Carvalho' pela oportunidade de estágio.

### 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa número 8, 11/06/03. Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. Brasília: MAPA. 2003.

Corrêa, P. C.; Afonso Júnior, P. C.; Queiroz, D. M.; Sampaio, C. P.; Cardoso, J. B. Variação das dimensões características e da forma dos frutos de café durante o processo de secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p.466-470, 2002.

Couto, S. M.; Santos, A. E. O. dos; Vieira, S. M. J.; Silva, D. J. P. da Determinação da força de arrasto e da velocidade terminal de frutos de café pela técnica de elementos finitos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v 8, n 2/3, p 274-283, 2004.

Couto, M. S.; Magalhães, A. C.; Queiroz, D. M. de; Bastos, I. T. Parâmetros relevantes na determinação da velocidade terminal de frutos de café. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V 7, n 1, Campina Grande, jan./abr. 2003.

Couto, M. S.; Magalhães, A.C.; Queiroz, D. M.; Bastos, I. T. Massa específica aparente e real e porosidade de grãos de café em função do teor de umidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v 3, n 1, p.61-68, 1999.

Giomo, G. S.; Silvarolla, M. B.; Saath, R.; Iobbi, A. de C. Qualidade física de grãos de genótipos, cultivares e híbridos de cafeeiro arábica em seleção no Instituto Agronômico. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. 2011. Araxá/MG. **Anais...** Simpósio de Pesquisa do Café, 2011.

Giomo, G. S.; Borém, F. M. Cafés especiais no Brasil: opção pela qualidade. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 32, n. 261, p 7-16, mar./abr. 2011.

Giomo, G. S.; Razera, L. F.; Gallo, P. B. Beneficiamento e qualidade de sementes de café arábica. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.2, p291-297, 2004

Mohsenin, N. N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Publishers, 1986. 841 p.

Ribeiro, R. C. M. S; Borém, F. M; Corrêa, P. C.; Ribeiro, D. M; Resende, O. Porosidade e massa específica de cinco variedades de café cereja descascado. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.3, p.54-61, 2001. Especial – Café.