

ESTUDO DO ENCOLHIMENTO DO FRUTO DE CAFÉ DURANTE O PROCESSO DE SECAGEM¹

Paulo Cesar AFONSO JÚNIOR², Paulo Cesar CORRÊA³, Cristiane Pires SAMPAIO⁴ e Janayna Bhering CARDOSO⁵

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da variação do teor de umidade na redução da área superficial e do volume do fruto do café. Os resultados obtidos permitiram concluir que a redução do teor de umidade afeta as propriedades físicas do café provocando significativa diminuição da área superficial e volume dos frutos do café das variedades Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo, Mundo Novo, Catimor e Conilon, que não devem ser desprezadas durante o processo de secagem.

PALAVRAS-CHAVE: café, secagem, propriedades físicas, contração.

SUMMARY: The present work had as objective to evaluate the effect of the variation of the moisture content in the reduction of the superficial area and volume of the coffee fruit. The obtained results allowed to conclude that the reduction of the moisture content affects the physical properties of the coffee provoking significant decrease of the superficial area and volume of the coffee fruits of the varieties Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo, Novo Mundo, Catimor and Conilon, that should not be despised during the drying process.

KEY WORDS: coffee, drying, physical properties, shrinkage.

INTRODUÇÃO

A fim de minimizar os custos de produção para maior competitividade e melhoria da qualidade do produto processado, a determinação e o conhecimento do comportamento das propriedades físicas dos frutos do café são os principais fatores a contribuir para o adequado desenvolvimento de equipamentos, processos e simulações, que visem aperfeiçoar o sistema produtivo dessa cultura.

Informações referentes ao volume, área superficial, forma e tamanho, entre outras características físicas dos produtos agrícolas, são consideradas de grande importância para estudos envolvendo transferência de calor e massa e movimentação de ar em massas granulares. Juntamente com o teor de umidade, as dimensões, o volume e a área superficial são parâmetros utilizados para determinar as condições de secagem e armazenagem de grãos e cereais e, conseqüentemente, possibilitar a predição de perdas de qualidade do produto até o momento de sua comercialização. Alguns autores indicam ser a desconsideração do fenômeno de alteração volumétrica durante o processo de desidratação uma das principais fonte de erros no desenvolvimento de modelos matemáticos para simular o processo de secagem de produtos agrícolas (Brooker et al., 1992; Lang e Sokhansanj, 1993).

A remoção de água diminui a tensão exercida pelo líquido nas paredes celulares do produto, provocando uma contração volumétrica do material (Fortes e Okos, 1980). Segundo Weber (1995), uma massa de grãos de trigo com umidade inicial de 20% base úmida, submetida a secagem até se atingir o teor de umidade de 12% b.u., terá seu volume reduzido em 14,5% de seu volume original. Para as mesmas condições uma massa de grãos de arroz em casca sofrerá uma redução de aproximadamente 12,3% de seu volume inicial. Já Vilela (1977), verificou uma redução de 34% do volume inicial de frutos de café, variedade Mundo Novo, quando submetidos a secagem em silo-piloto para redução do teor de umidade de 67% b.u. para 19% b.u., o que afetou significativamente a massa específica aparente e a área superficial do produto.

Muitos pesquisadores têm utilizado aproximações e modelos empíricos na tentativa de melhor representar o complicado fenômeno de contração em produtos de natureza biológica (Lang et al., 1994; Krokida e Maroulis, 1997).

¹ CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ

² Eng. Agrícola, M.S., estudante de Doutorado no DEA-UFV, Viçosa-MG, CEP 36.571-000, pjunior@alunos.ufv.br

³ Eng. Agrônomo, D.S., professor adjunto no DEA-UFV, copace@mail.ufv.br

⁴ Eng. Agrícola, M.S., estudante de Doutorado em Engenharia Agrícola no DEA-UFV, csampaio@alunos.ufv.br

⁵ Estudante de Graduação em Engenharia de Alimentos no DTA-UFV

Os grãos e sementes, de modo geral, não apresentam um formato geométrico definido, tornando necessário para solução de problemas relacionados a sua geometria assumir para o produto uma forma conhecida, o que acarreta em aproximações e possíveis erros. De acordo com Agrawal et al. (1972) para maioria dos grãos muitas dessas soluções são obtidas assumindo-se para o produto as formas geométricas de um esferóide ou elipsóide composto por três dimensões características, que são os eixos maior, médio e menor.

Diante o exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da variação do teor de umidade na redução da área superficial e do volume do fruto do café de diferentes variedades.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Propriedades Físicas e Qualidade de Produtos Agrícolas pertencente ao CENTREINAR, localizado na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.

Foram utilizados frutos de café das variedades da espécie *Coffea arabica* Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo, Mundo Novo, Catimor e da espécie *Coffea canephora* o Conilon, colhidos com teor de umidade de aproximadamente 60% base úmida, e posteriormente secos em estufa com ventilação forçada com temperatura do ar de aproximadamente $35 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$, até diferentes níveis de teores de umidade. Os teores de umidade do produto foram determinados pelo método da estufa, $103 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$, durante 72 h, em três repetições. O volume (V) do produto foi determinado, com dez repetições para cada tratamento, pelas medições dos três eixos ortogonais do fruto do café, considerando-se o fruto um esferóide tri-axial oblato (Figura 1), aplicando-se a equação (Mohsenin, 1970).

$$V = \frac{\pi \cdot a \cdot b \cdot c}{6} \quad (\text{m}^3) \quad (1)$$

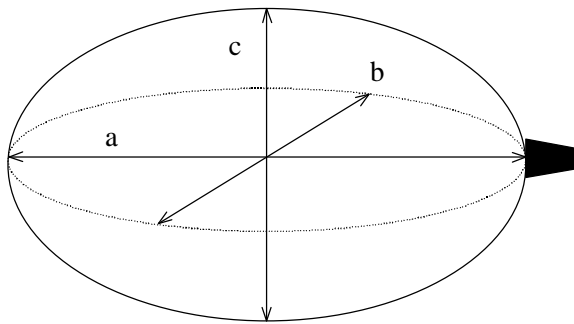


FIGURA 1- Desenho esquemático de um fruto de café considerado como um esferóide tri-axial oblato e suas dimensões características.

Para todas as variedades estudadas a área superficial do grão de café foi determinada, assumindo-se a forma de um esferóide tri-axial oblato, pela equação (Mohsenin, 1970):

$$A = \frac{\pi a^2}{2} + \pi \frac{[(b+c)/4]^2}{\epsilon} \cdot \ln \left(\frac{1+\epsilon}{1-\epsilon} \right) \quad (2)$$

em que

$$\epsilon = \left\{ 1 - \left[\frac{((b+c)/2)}{a} \right]^2 \right\}^{1/2}$$

A = área superficial do produto, m^2 .

Os dados foram submetidos à análise de regressão e seleção do modelo matemático que melhor representa-se a relação entre as variáveis estudadas. O modelo matemático adequado para a descrição da relação das variáveis estudadas em função do teor de umidade dos frutos é da forma:

$$Y = \beta + \beta_1 \cdot X + \beta_2 \cdot X^2 \quad (3)$$

em que

- \underline{Y} = representa os valores das propriedades físicas área superficial e volume;
- X = variável teor de umidade, decimal base seca;
- β = constante da regressão;
- β_1, β_2 = coeficientes da regressão.

Para o ajuste dos modelos matemáticos aos dados experimentais, utilizando-se o programa computacional TableCurve (versão 2.12) e STATISTICA (versão 5.0), estimou-se os valores dos parâmetros do modelo em função da variável independente teor de umidade do produto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se nas Figuras 2 e 3, que a área superficial diminui com a redução do teor de umidade dos frutos do café, acompanhando o comportamento do volume. Segundo Macminn e Magee (1997), tal fato ocorre em consequência das modificações estruturais associadas as alterações celulares do produto, devido a retirada de água durante o processo de secagem. A desidratação dos grãos reduz os espaços intercelulares e entre constituintes modificando as suas dimensões e, por conseguinte, o seu volume, reduzindo a área da superfície do produto e fazendo com que os espaços anteriormente ocupados por água sejam agora completados pela matéria seca do grão. Verifica-se, ainda nas Figuras 2 e 3, que a variedade Conilon, cujo os frutos apresentam uma menor parcela de mucilagem, apresentaram alterações menos significativas de suas características físicas, área superficial e volume.

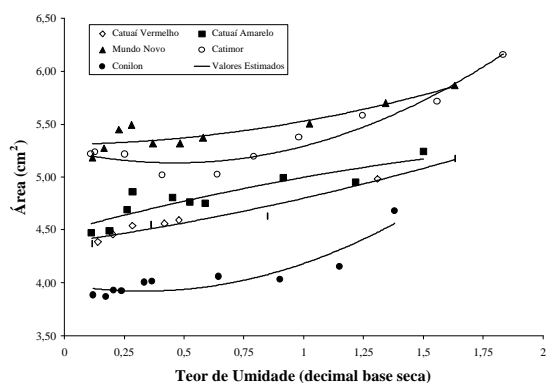


FIGURA 2- Valores estimados e calculados da área superficial, em função do teor de umidade dos frutos do café para as diferentes variedades analisadas.

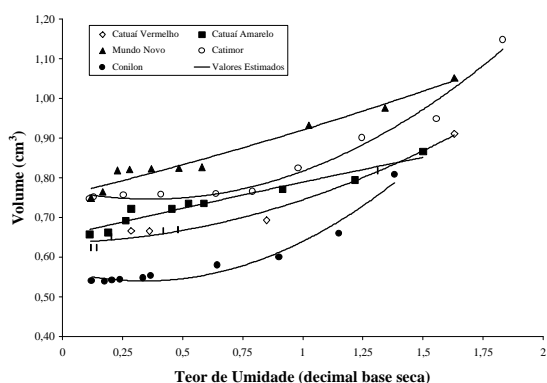


FIGURA 3- Valores estimados e calculados volume, empregando-se os valores experimentais, em função do teor de umidade dos frutos do café para as diferentes variedades analisadas.

De modo geral, para todas as variedades analisadas, observa-se nas Figuras 2 e 3 que a redução do teor de umidade dos frutos do café de aproximadamente 1,60 para 0,11 base seca promoveu uma diminuição de cerca de 30 a 40% do volume do produto, quando comparado com seu volume inicial, provavelmente devido a menor presença de água e reestruturação dos elementos que compõem o fruto durante o processo de secagem. Fato esse diretamente refletido na redução de aproximadamente 15 a 20% da área superficial do

produto, para a mesma faixa de redução de umidade. Verifica-se, ainda nessas figuras, que as variedades Mundo Novo e Catimor apresentaram maiores alterações de área e volume, indicando uma tendência mais acentuada de encolhimento durante a secagem de seus frutos.

Na Tabela 1 são apresentados os valores estimados dos parâmetros β , β_1 e β_2 do modelo matemático selecionado para descrever as propriedades físicas estudadas.

TABELA 1- Parâmetros do modelo matemático para descrição da variação da área superficial (A) e volume (V) dos frutos de café em função do teor de umidade.

Variedade	Propriedade Física	Parâmetros do Modelo			R ²
		β	β_1	β_2	
Catuaí Vermelho	A	4,3825	0,3194	0,0979	0,9653
	V	0,6361	0,0163	0,0921	0,9783
Catuaí Amarelo	A	4,4931	0,6084	-0,1043	0,8029
	V	0,6534	0,1429	-0,0072	0,9389
Mundo Novo	A	5,3062	0,0368	0,1844	0,8328
	V	0,7552	0,1457	0,0197	0,9661
Catimor	A	5,2505	-0,5064	0,5473	0,9453
	V	0,7690	-0,1275	0,1752	0,9756
Conilon	A	3,9835	-0,3804	0,5789	0,8499
	V	0,5661	-0,1547	0,2281	0,9658

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesse trabalho permitiram concluir que:

1. A redução do teor de umidade afetou significativamente as dimensões dos frutos do café das variedades Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo, Mundo Novo, Catimor e Conilon,, provocando redução da área superficial e do volume do produto;
2. A variedade Conilon foi a que apresentou as menores alterações de suas características físicas com a perda de água de seus frutos durante o processo de secagem, enquanto as variedades Mundo Novo e Catimor foram as que apresentaram as maiores modificações ao longo do processo de redução de umidade;
3. As expressões ajustadas nesse trabalho para estimar a área superficial e o volume, em função do teor de umidade, representaram de forma satisfatória o fenômeno de encolhimento dos frutos do café, independente da variedade estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRAWAL, K.K.; CLARY, B.L.; SCHROEDER, E.W. Mathematical models of peanut pod geometry. *ASAE*, St. Joseph, 1972, 30p. (Paper nº 72-315).
- BROOKER, D. B., BAKKER-ARKEMA, F. W., HALL, C. W. **Drying and storage of grains and oilseeds**. Westport: AVI, 1992. 450p.
- FORTES, M.; OKOS, M.R. Changes in physical properties of corn during drying. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v.23, n.4, p.1004-1008, 1980.
- KROKIDA, M.K.; MAROULIS, Z.B. Effect of drying method on shrinkage and porosity. **Drying Technology**, New York, v.15, n.10, p.2441-2458, 1997.
- LANG, W.; SOKHANSANJ, S. Bulk volume shrinkage during drying of wheat and canola. **Journal of Food Process Engineering**, Trumbull, v.16, n.4, p.305-314, 1993.
- LANG, W.; SOKHANSANJ, S.; ROHANI, S. Dynamic shrinkage and variable parameters in Bakker-Arkema's mathematical simulation of wheat and canola drying. **Drying Technology**, New York, v.12, n.7, p.1687-1708, 1994.
- MCMINN, W.A.M.; MAGEE, T.R.A. Physical characteristics of dehydrated potatoes – part I. **Journal of Food Engineering**, London, v.33, n.1-2, p.37-48, 1997.
- MOSHENIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Science, 1970. v.1, 734p.
- VILELA, E.R. **Secagem de café em terreiro e silo com energia solar**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1977. 107p. Dissertação Mestrado.
- WEBER, E.A. **Armazenagem agrícola**. Porto Alegre: Gráfica e Editora La Salle, 1995. 395p.

AVISO

ESTA PUBLICAÇÃO PODE SER ADQUIRIDA NOS
SEGUINTE ENDEREÇOS:

FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES

Edifício Sede, s/nº. - Campus Universitário da UFV
Viçosa - MG
Cep: 36571-000
Tels: (31) 3891-3204 / 3899-2485
Fax : (31) 3891-3911

EMBRAPA CAFÉ

Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte (Final)
Edifício Sede da Embrapa - sala 321
Brasília - DF
Cep: 70770-901
Tel: (61) 448-4378
Fax: (61) 448-4425