

ISOTERMAS DE ADSORÇÃO DE ÁGUA POR BLENDS DE CAFÉ

**GABRIEL H. H. OLIVEIRA¹, MAGNO V. C. SOUZA², ANA P. L. R. OLIVEIRA³,
PAULO C. CORRÊA⁴, FERNANDA M. BAPTESTINI⁵**

¹ Eng^o Agrícola e Ambiental, Prof. Doutor, Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – *Campus* Manhuaçu, Manhuaçu, MG, Fone: (0XX33) 3333.0102, gabriel.oliveira@ifsudestemg.edu.br.

² Estudante, Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – *Campus* Manhuaçu, Manhuaçu – MG.

³ Bacharel e Licenciada em Química, Prof^a Doutora, Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – *Campus* Manhuaçu.

⁴ Eng^o Agrônomo, Prof. Doutor, Universidade Federal de Viçosa.

⁵ Eng^a Agrícola e Ambiental, Prof^a Doutora, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – ES.

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar e modelar as isotermas de adsorção de café torrado e moído, em função de diferentes formulações de *blends* e temperaturas de armazenamento, ao longo do armazenamento. Foram utilizados grãos de café cru de duas espécies: arábica (*Coffea arabica*) e conilon (*Coffea canephora*), já descascados e secos, adquiridos de comércio regional da Zona da Mata de Minas Gerais e do Espírito Santo. Os grãos foram torrados ao nível média clara (número Agtron SCAA#65) e processados em moinho Mahlkönig, na granulometria média (0,84 mm). A formulação dos *blends* se deu nas seguintes proporções de arábica e conilon: 80:20; 60:40 e 40:60. As amostras foram armazenadas em câmaras BOD, durante 2 meses, e mantidos às temperaturas de 10 e 30 °C, com teor de água inicial de cerca de 2,0 ± 0,3 % (b.s.). No início do armazenamento (tempo zero) e aos 30 e 60 dias de armazenamento foram determinadas o teor e a atividade de água. Os valores de atividade de água e teor de água variaram entre 0,1912 e 0,5295; 2,20 e 4,96 % (b.s.), respectivamente. O modelo de Oswin modificado foi o que melhor representou a adsorção de *blends* de café.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica* L.; *Coffea canephora* Pierre; modelagem matemática

WATER ADSORPTION ISOTHERMS OF COFFEE BLENDS

ABSTRACT: This work aimed to evaluate and model the adsorption isotherms of roasted and grinded coffee, as a function of different blends and storage temperatures, throughout storage. Crude grain coffee from two species were used: “arábica” (*Coffea arabica*) and “conilon” (*Coffea canephora*), dehulled and dried, acquired from regional commerce of “Zona da Mata” region of Minas Gerais state and Espírito Santo state. Coffee grain were roasted at medium light level (Agtron number SCAA#65) and processed in a Mahlkönig milling, at medium particle size (0.84 mm). Blends were formulated at the following proportions of “arábica” and “conilon” coffee: 80:20; 60:40 and 40:60. Samples were stored at BOD chambers, during 2 months, and kept at temperatures of 10 and 30 °C, with initial moisture content of 2.0 ± 0.3 % (d.b.). Moisture content and water activity were determined at the beginning of storage (time zero) and at 30 and 60 days of storage. Values of water activity and moisture content varied between 0.1912 and 0.5295; 2.20 and 4.96 % (d.b.), respectively. The Modified Oswin was the model that best represented the adsorption of coffee blends.

KEYWORDS: *Coffea arabica* L.; *Coffea canephora* Pierre; mathematical modelling

INTRODUÇÃO: No Brasil, o café arábica é o mais produzido, mas o café conilon vem aumentando sua participação, sendo muito utilizado em *blends* com o arábica. Porém, dados do equilíbrio higroscópico de *blends* de café torrado e moído são escassos, sendo imprescindível para armazenar esse produto com qualidade. A predição do ganho ou da perda de umidade durante o armazenamento impacta diretamente nos procedimentos pós-colheita para o armazenamento seguro do produto, afetando seu custo final. Ademais, possibilita ao profissional do setor a planejar ações para prevenir e mitigar possíveis ataques de insetos e microrganismos, bem como assegurar o melhor momento de comercialização. A armazenagem de café torrado e moído não é indicada devido à moagem promover uma maior perda dos constituintes e da qualidade deste produto. Porém, essa armazenagem pode ocorrer em razão as possíveis dificuldades de mercado, como a necessidade de armazenar o produto já processado devido à falta de transporte, preços que inviabilizem a comercialização imediata e também a necessidade de formulação de *blends*. Os resultados auxiliarão na tomada de decisão nas operações de pós-colheita, especialmente na armazenagem do produto e na comercialização. Uma das alternativas para a obtenção de cafés especiais é com o uso da mistura de variedades/espécies ou *blends*. Há trabalho que relata as isotermas de adsorção de café arábica (OLIVEIRA et al., 2017), entretanto, não há na literatura especializada informações acerca do impacto do *blend* sobre o armazenamento desse produto. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades higroscópicas da sorção da água em *blends* de café torrado e moído, em diferentes condições de temperatura, durante o armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS: Este trabalho foi realizado no Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* Manhuaçu. Foram utilizados grãos de café cru de duas espécies: arábica (*Coffea arabica*) e conilon (*Coffea canephora*), já descascados e secos, adquiridos de comércio local da cidade de Manhuaçu-MG. Os grãos foram submetidos a uma triagem para eliminar os grãos deteriorados, danificados e brocados, a fim de se obter uma matéria-prima homogênea e isenta de defeitos. Posteriormente, os grãos de café foram encaminhados para o processo de torrefação, em que foram torrados ao nível média clara (número Agtron SCAA#65). Após o processo de torrefação, os grãos foram processados em moinho Mahlkönig, na granulometria média (0,84 mm). A formulação dos *blends* se deu nas seguintes proporções de arábica e conilon: 80:20; 60:40 e 40:60. As amostras foram armazenadas em sacos de polipropileno e estocadas em câmaras BOD durante 2 meses, mantidos às temperaturas de 10 e 30 °C. No início do armazenamento (tempo zero) e aos 30 e 60 dias de armazenamento foram determinadas o teor de água e a atividade de água. O teor de água foi determinado utilizando uma estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 105 ± 1 °C por 24 horas em três repetições (BRASIL, 2009). O teor de água das amostras de café obtido em cada tempo de armazenamento utilizado (0, 30 e 60 dias) foi considerado como o teor de água de equilíbrio. Uma vez que as amostras foram armazenadas em sacos plásticos permeáveis e que o tempo para se atingir o equilíbrio, em cada período de análise, foi avaliado como suficiente. As alterações da atividade de água foram realizadas com o auxílio do analisador de atividade de água AquaLab, modelo 4TE. Aos dados do equilíbrio higroscópico, foram ajustados modelos matemáticos comumente utilizados para descrição dos fenômenos de sorção em produtos agrícolas (Copace, GAB Modificado, Halsey, Oswin Modificado e Sigma-Copace). Para o ajuste dos modelos matemáticos, foi realizada análise de regressão não-linear pelo método Gauss Newton, utilizando-se do software STATISTICA 8.0[®]. Para análise do grau de adequabilidade dos modelos, foram utilizados os valores de desvio padrão da estimativa (SDE), o erro médio relativo (MRE) e o coeficiente de determinação ajustado (R^2) (variância explicada). Em adição, análise dos resíduos geradas pelos modelos foi levada em consideração. Os valores de SDE e MRE foram calculados de acordo com Oliveira et al. (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Menores magnitudes do erro médio relativo (MRE) e do desvio padrão da estimativa (SDE), indicam um melhor ajuste do modelo aos dados observados experimentalmente. Os valores residuais do modelo devem formar distribuições aleatórias (CORRÊA et al., 2014). De acordo com estes parâmetros estatísticos, o modelo que melhor se ajustou foi o de Oswin Modificado. Na Tabela 1 estão apresentados os coeficientes do modelo de Oswin Modificado ajustado aos dados observados do equilíbrio higroscópico dos *blends* de café, com seus respectivos valores do coeficiente de determinação (R^2), desvio padrão da estimativa (SDE), erro médio relativo (MRE) e análise de resíduos.

TABELA 1. Estimativas dos parâmetros dos modelos de equilíbrio higroscópico de *blends* de café torrado média clara, com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), desvio padrão da estimativa (SDE), erro médio relativo (MRE) e análise de resíduos, para a faixa de temperatura de 10 a 30 °C.

Blend (arábica:conilon)	Parâmetros de ajuste			MRE (%)	SDE (% b.s.)	R^2 (%)	Resíduos
	a	b	c				
80:20	3,4454	0,0652	1,4547	7,74	0,37	93,67	Aleatório
60:40	4,0636	0,0349	1,7291	4,53	0,25	97,41	Aleatório
40:60	3,8529	0,0503	1,9576	5,32	0,26	97,32	Aleatório

Na Figura 1 são apresentadas as médias dos dados observados do teor de água de equilíbrio dos *blends* de café, bem como suas isotermas de sorção determinadas pelo modelo de Oswin Modificado, para as temperaturas de 10 e 30 °C.

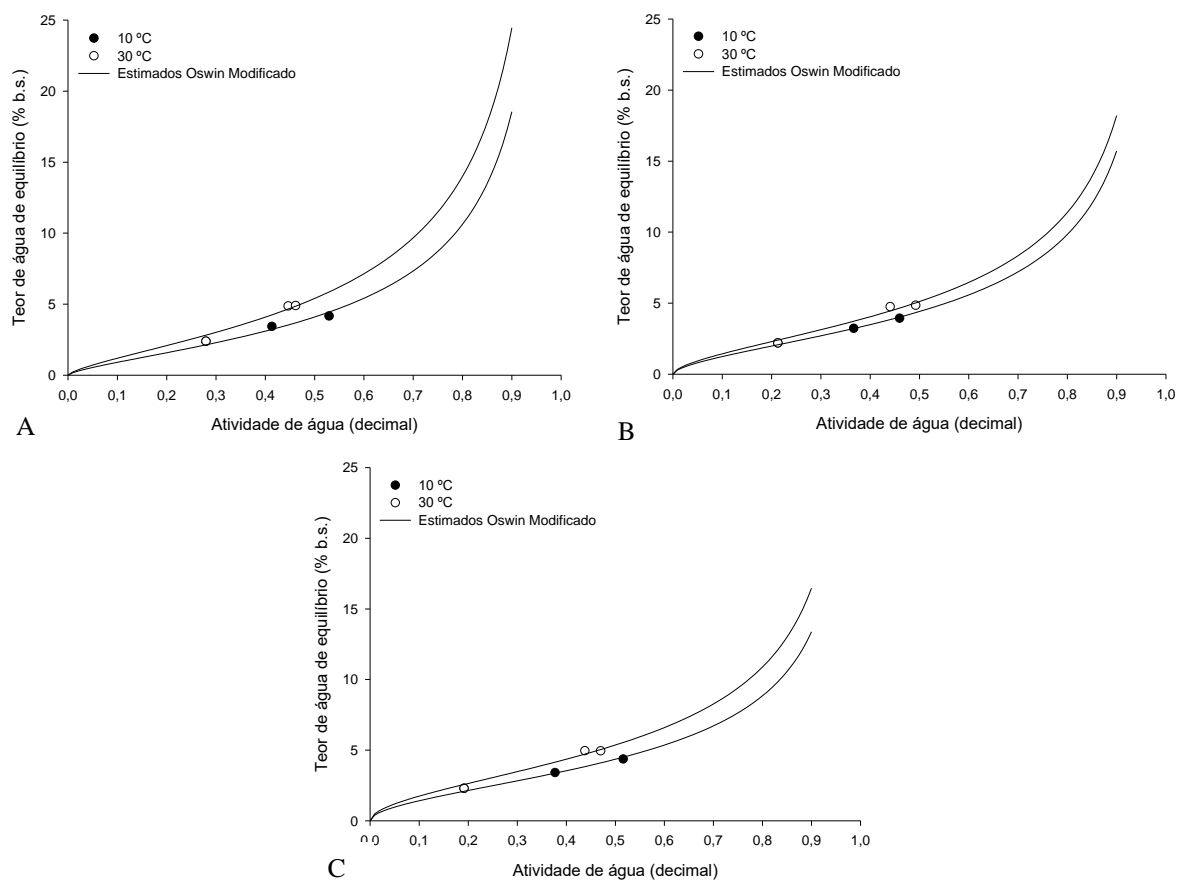


FIGURA 1. Valores observados e estimados, pelo modelo Oswin Modificado, do teor de água de equilíbrio dos *blends* de café (A – 80:20; B – 60:40; C – 40:60), armazenados a 10 °C e 30 °C.

Analisando as isotermas da Figura 1, pode-se verificar que há influência da temperatura na higroscopicidade nas amostras de *blends* de café, independentemente das proporções de arábica e conilon. Para uma dada atividade de água constante, o teor de água de equilíbrio aumenta com o aumento da temperatura. Segundo Mohsenin (1986), ao passo que ocorre um incremento na temperatura, a vibração das moléculas sofre um aumento, elevando a distância entre estas, diminuindo assim a atração entre as moléculas, fazendo com que a quantidade de água sorvida mude à medida que ocorre variação na temperatura a uma dada umidade relativa. Verificou-se que há um aumento da atividade de água ao longo do armazenamento, passando de 0,1912 no início do armazenamento para 0,5295 ao final dos 60 dias de armazenamento, independentemente dos *blends* de café. Não houve diferença significativa, durante o armazenamento, entre as isotermas de adsorção em função dos *blends*, indicando que a composição química final não alterou o equilíbrio higroscópico do café torrado e moído. Em sua porção final, correspondente às atividades de água mais elevadas, as isotermas apresentaram um incremento pronunciado da curva. Esse incremento da curva também foi observado por Oliveira et al. (2017).

CONCLUSÕES: A temperatura de armazenamento impacta na higroscopicidade nas amostras de *blends* de café, independentemente das proporções de arábica e conilon. A composição dos *blends* não interferiu no comportamento das isotermas de adsorção, apresentando incremento do teor de água e atividade de água ao longo do armazenamento.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa PIBIC Jr. e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo financiamento do projeto (CAG-APQ-02120-16).

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Regras para análise de sementes;** Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de defesa Agropecuária, Brasília, 2009.

CORRÊA, P.C.; BOTELHO, F.M.; BOTELHO, S.C.C.; GONELI, A.L.D. Isotermas de sorção de água de frutos de *Coffea canephora*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, p.1047-1052, 2014.

OLIVEIRA, G. H. H.; CORRÊA, P. C.; OLIVEIRA, A. P. L. R.; BAPTESTINI, F. M.; VARGAS-ELIAS, G. A. Roasting, grinding, and storage impact on thermodynamic properties and adsorption isotherms of arabica coffee. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, p. 1-12, 2017.

MOHSENIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials.** Gordon and Breach Publishers, New York. 1986.