ENERGIA TÉRMICA, MACROESTRUTURA DOS KIBBLES E DIGESTIBILIDADE *IN VITRO* DE RAÇÕES PARA CÃES

PETERSON D. G. PACHECO[1], JÚLIA G. PEZZALI[2], THAILA C. PUTAROV[1], MARIANA MONTI[1], MAYARA A. BALLER[1], FRANCINE M. PERES[1], BRUNA A. LOUREIRO[1], SAJID ALAVI[3], AULUS C. CARCIOFI[1]

[1] Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV - UNESP, Campus de Jaboticabal. [2] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS. [3] Kansas State University, K-STATE.
E-mail: aulus.carciofi@gmail.com

Resumo: Foi avaliada a aplicação de seis quantidades de energia térmica específica (ETE) no condicionador, mediante modulação da quantidade de vapor, em dois sistemas de extrusão, sobre os parâmetros de processo, macroestrutura dos kibbles e digestibilidade *in vitro* de ração para cães. Uma dieta foi formulada e desdobrada em seis tratamentos, constituídos por seis aplicações de ETE. As variáveis independentes foram mantidas constantes. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por contrastes polinomiais (P<0,05). O aumento da aplicação de ETE no condicionador resultou em aumento linear do cozimento do amido no condicionador, redução linear da aplicação de energia mecânica específica (EME), aumento linear da aplicação de energia específica total (EET), melhora da macroestrutura com redução da densidade, aumento da expansão e redução da força de ruptura, aumento do cozimento na extrusora e da digestibilidade *in vitro* das rações (P<0,01). Pôde-se concluir que aplicação de ETE no condicionador é importante para que a EET seja suficiente, com ganhos em redução do consumo de energia elétrica, melhor formação e digestibilidade in vitro dos kibbles.
Palavras-chave: energia mecânica; extrusão; gelatinização do amido.

THERMAL ENERGY, KIBBLE MACROSTRUCTURE, AND *IN VITRO* DIGESTIBILITY OF DOG FOODS

Abstract: Implementation of six amounts of specific thermal energy (STE) on extruder preconditioner was evaluated by modulation of steam addition, in two extrusion systems, studying extrusion parameters, kibble macrostructure, and *in vitro* digestibility of a dog food. A food was formulated, and unfolded in six treatments, constituted by six amounts of STE. Results was submitted to variance analysis and compared by polynomial contrasts (P<0.05). The increased implementation of STE on preconditioner promoted linear increase on starch cooking on preconditioner, linear reduction on specific mechanical energy (SME) implementation, linear increase of total specific energy (TSE) implementation, improved the kibbles macrostructure with higher expansion, lower density, and lower cutting force, increased linearly the starch cooking on the extruder, and the *in vitro* digestibility of the diet (P<0.01). Is was concluded that enough transference of STE on preconditioner is important for TSE implementation, reducing electric energy consumption, and resulting in better kibble formation and digestibility.
Keywords: mechanical energy; extrusion; starch gelatinization.

Introdução: Nos sistemas modernos de extrusão, a aplicação de energia térmica é, geralmente, a principal fonte de energia, mais prevalente do que a aplicação de energia mecânica. Embora haja informações sobre o efeito da aplicação de energia térmica sobre a eficiência energética e redução do desgaste mecânico no sistema de extrusão, pouco se sabe sobre suas implicações à macroestrutura dos kibbles, ao cozimento do amido e a digestibilidade dos nutrientes de alimentos para cães. Desta forma, foi avaliada a aplicação de seis quantidades de ETE no condicionador, mediante modulação da quantidade de vapor, sobre os parâmetros de processo, a macroestrutura dos kibbles e a digestibilidade *in vitro* de ração para cães.

Material e Métodos: Uma ração para cães, a base de milho e farinha de vísceras de frango, foi formulada. Esta foi empregada em estudo conduzido no Extrusion Laboratory da K-STATE (Manhattan, KS, EUA) e na Fábrica de Rações da FCAV/Unesp, Jaboticabal. Os tratamentos se constituíram em seis aplicações de ETE no condicionador, modulando-se a adição de vapor e água para que a umidade de processamento fosse

a mesma. Nos EUA foi utilizada extrusora Wenger X-20 (Wenger Manufacturing, Sabetha, KS, USA) e no Brasil extrusora MEX-250 (Manzoni Industrial Ltda, Campinas, BR). Os parâmetros de processo e amostras à saída do condicionador, extrusor e secador foram coletados a cada 10 minutos, durante 4 vezes, após estabilização da extrusora. A unidade experimental foi considerada a amostragem a cada 10 min, com 4 repetições por tratamento. A ETE foi calculada pelo balanço de massa e energia do condicionador e da extrusora (RIAZ, 2000). A macroestrutura dos kibbles foi determinada como descrito por Karkle et al. (2012). A gelatinização do amido foi realizada pelo método enzimático (SÁ et al., 2013). A digestibilidade *in vitro* foi determinada segundo Hervera et al. (2007). A força de corte foi analisada em texturômetro (TA-XT2, Stable Micro Systems, Godalming, UK). Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x6, sendo 2 extrusoras e 6 níveis de ETE no pré-condicionador. Os dados foram submetidos a análise de variância, considerando-se os efeitos de extrusora, ETE e suas interações, sendo as médias comparadas por contrastes polinomiais (P<0,05).

Resultados e Discussão: O aumento da aplicação de ETE no condicionador resultou em aumento linear do cozimento do amido no condicionador, redução linear da aplicação de EME, aumento linear da aplicação de EET, melhora da macroestrutura com redução da densidade, aumento da expansão e redução da força de ruptura, aumento linear do cozimento na extrusora e da digestibilidade *in vitro* das rações (P<0,01).

Tabela 1. Parâmetros de processo e qualidade de uma mesma formulação para cães, extrusada com diferentes aplicações de energia térmica específica no pré-condicionador.

Parâmetros de Processo	Extrusora[1]	Temperatura do Pré-Condicionador, ºC						Média	EPM[2]	P valor			Contraste	
		45	55	65	75	85	95			Ext[3]	ETE[4]	Ext x ETE	L[5]	Q[6]
Gelatinização do amido, %[7]	A	18,4	19,3	19,1	20,8	21,7	25,1	20,7	0,11	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
	B	26,1	28,0	29,0	31,1	33,6	30,8	29,8	0,11				<,0001	<,0001
	Média	22,3	23,7	24,0	25,9	27,7	28,0		0,19					
EME, kW-h/ton	A	44,0	43,6	40,7	40,9	37,9	36,4	40,6	0,43	<,0001	<,0001	0,6076		
	B	18,5	16,9	14,2	12,5	9,7	10,8	13,8	0,44					
	Média	31,3	30,2	27,4	26,7	23,8	23,6		0,75				<,0001	0,5922
ETE, kW-h/ton	A	10,6	22,6	29,7	36,0	45,8	53,5	33,0	1,77	0,0204	<,0001	0,7963		
	B	19,6	23,7	35,2	44,0	47,2	64,7	39,1	1,73					
	Média	15,1	23,2	32,4	40,0	46,5	59,1		3,03				<,0001	0,6881
EET, kW-h/ton	A	53,7	66,5	70,4	77,3	83,7	89,8	73,6	1,64	<,0001	<,0001	0,5381		
	B	38,1	40,6	49,3	56,5	56,9	75,5	52,8	1,60					
	Média	45,9	53,5	59,8	66,9	70,3	82,7		2,81				<,0001	0,6503
Parâmetros de Qualidade do Extrusado Seco														
Índice de expansão	A	2,1	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	0,01	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
	B	2,1	2,2	2,4	2,5	2,5	2,6	2,4	0,01				<,0001	0,0002
	Média	2,1	2,2	2,3	2,4	2,4	2,4		0,01					
Densidade aparente, g/L	A	346	361	342	321	340	310	336	1,42	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	0,0598
	B	444	426	405	391	376	355	400	1,46				<,0001	0,6811
	Média	395	393	373	356	358	332		2,50					
Força de ruptura, kgf	A	11,1	13,2	9,9	8,9	9,6	7,8	10,1	0,23	<,0001	<,0001	0,0032	<,0001	0,6221
	B	5,1	4,4	4,0	3,8	3,7	3,6	4,1	0,23				<,0001	0,0031
	Média	8,1	8,8	7,0	6,4	6,6	5,7		0,40					
Gelatinização do amido, %	A	78,0	82,8	85,9	86,1	89,7	86,1	84,8	0,25	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
	B	69,0	72,2	77,8	80,1	85,3	89,4	79,0	0,26				<,0001	0,6724
	Média	73,5	77,5	81,8	83,1	87,5	87,8		0,44					
Digestibilidade *in vitro*, %	A	81,1	80,1	81,4	81,8	82,0	81,9	81,4	0,10	<,0001	<,0001	0,0525		
	B	84,9	85,6	86,0	86,2	86,4	86,8	86,0	0,10					
	Média	83,0	82,9	83,7	84,0	84,2	84,3		0,17				<,0001	0,4453

[1]Extrusora: A = Wenger X-20; B = Manzoni MEX-250. [2]Erro padrão da média. [3]Ext = extrusora. [4]ETE = energia térmica específica. [5]L = linear. [6]Q = quadrático. [7]Determinada em amostras do pré-condicionador.

Conclusões: Maior aplicação de ETE no condicionador é importante para que a EET seja suficiente, com ganhos em redução do consumo de energia elétrica, melhor formação, gelatinização e digestibilidade *in vitro* dos kibbles.

Agradecimentos: Ao CNPq (447751/2014-0); À FAPESP; Manzoni Industrial Ltda e Guabi PetCare.