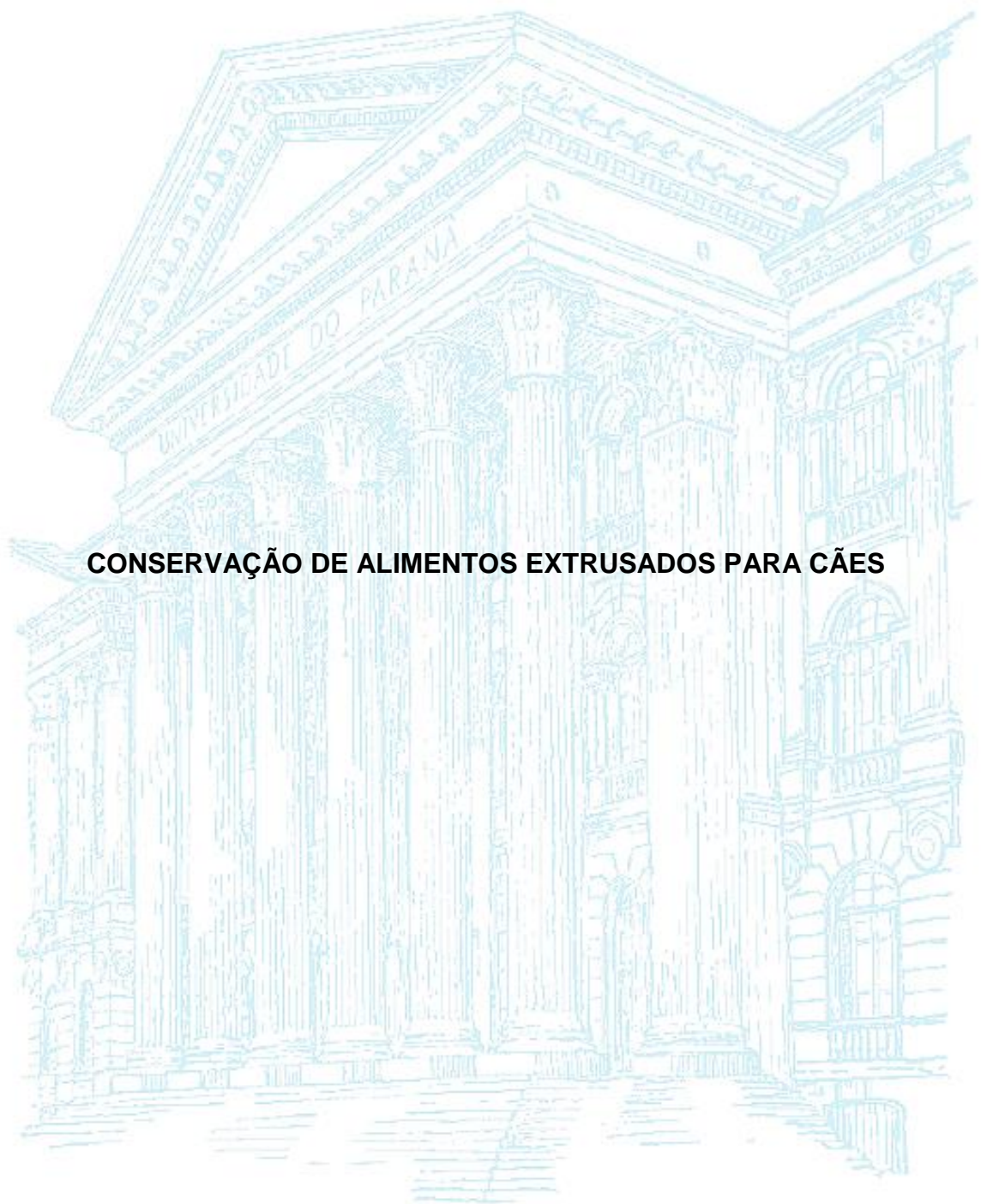


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
DANIELE CRISTINA DE LIMA



CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS EXTRUSADOS PARA CÃES

Curitiba, Fevereiro de 2015

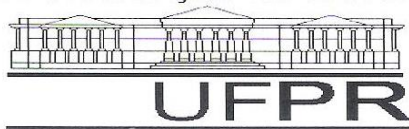
DANIELE CRISTINA DE LIMA

CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS EXTRUSADOS PARA CÃES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, ofertado no Setor de Ciências Agrárias na Universidade Federal do Paraná, como um dos requisitos à obtenção de Título de Mestre.

Orientador: Prof Dra. Simone Gisele de Oliveira
Co-orientadores: Prof Dra. Ananda P. Félix, Dr. Everton Luis Krabbe

Curitiba, Fevereiro de 2015

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**PARECER**

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada **“CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS EXTRUSADOS PARA CÃES”** apresentada pela Mestranda **DANIELE CRISTINA DE LIMA** declara ante os méritos demonstrados pela Candidata, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09–CEPE/UFPR, que considerou a candidata apta para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

Curitiba, 11 de fevereiro de 2015

Simone Gisele de Oliveira
Professora Dra. Simone Gisele de Oliveira
Presidente/Orientadora

APTella
Professora Dra. Ananda Portella Félix
Membro

Dr. Everton Luis Krabbe
Dr. Everton Luis Krabbe
Membro



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias
Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA SCA

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo no. 059/2013, referente ao projeto “Efeitos de diferentes tamanhos de extrusados e de locais de inclusão de gordura na conservação de dietas para cães”, sob a responsabilidade de Daniele Cristina de Lima, na forma em que foi apresentado (uso de 20 cães), foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias, em reunião realizada dia 06 de novembro de 2013.

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 059/2013, regarding the project “Effect of different sizes extruded and places of inclusion in the conservation of fat diets for dogs”, under Daniele Cristina de Lima’s supervision, in the terms it was presented (use of 20 dogs), was approved by the Animal Use Ethics Committee of the Agricultural Sciences Campus of the Universidade Federal do Paraná (Federal University of the State of Paraná, Southern Brazil) during session on November 06, 2013.

Curitiba, 25 de março de 2014.

Patrick Schmidt

Presidente

Ricardo Guilherme D'Otaviano
de Castro Vilani
Vice-Presidente

Comissão de Ética no Uso de Animais
Setor de Ciências Agrárias
Universidade Federal do Paraná.

Dedico:

A minha mãe Maria Eloisa

Ao meu irmão Matheus

Ao meu companheiro de vida Elton

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Eloisa, ao meu irmão Matheus e aos meus familiares que me dão força e carinho para seguir em frente.

Ao meu namorado, amigo, futuro marido Elton por me ajudar sempre que eu preciso, pela paciência e companheirismo.

Aos professores Dr. Alex Maiorka e Dra. Simone Gisele de Oliveira que me ensinam muito, não somente sobre o ofício mas também sobre a vida.

À Prof^a. Dra. Ananda Portella Félix, professora, co-orientadora, amiga, conselheira, pela amizade, confiança e por tudo que me ensinou até aqui.

Ao Everton, pela ajuda e boas ideias para a conclusão deste trabalho.

À minha grande amiga Marina, minha irmã que me deu força em todos os momentos desde o início da graduação e por estar sempre pronta a me apoiar, escutar e ajudar.

À todas as pós graduandas do LENUCAN que convivi durante essa jornada, em especial Cleusa, Karol e Taby, por toda a ajuda, amizade e por dividirem comigo tantos momentos.

À todas as estagiárias do LENUCAN que me ajudaram muito durante todo esse processo, com experimentos e análises, com muita dedicação e esforço.

À todos os pós graduandos e estagiários do LEPNAN, em especial, Lucas, Jean, Vini e Andréa, pela parceria nas festinhas, pelas risadas e pela ajuda nos momentos não tão bons.

Ao pessoal do LNA, Cleusa, Aldo, Rui, Hair, Marcelo e Janise pela ajuda e paciência nos dias em que passei no laboratório.

Ao Marcelo e equipe da VB Rações, pela ajuda nos experimentos e pela oportunidade de acompanhar a fabricação das dietas utilizadas neste estudo.

Ao Juarez e equipe da Dal Pet pela ajuda nos experimentos.

Aos cães do LENUCAN (1º e 2º geração) e aos meus cães Zeus e Cléo, pelo amor incondicional e por me ensinarem que é preciso pouco para ser feliz.

À Deus por iluminar sempre meus caminhos.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu chegasse até aqui!

Daniele Cristina de Lima

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.	xii
CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS EXTRUSADOS PARA CÃES	1
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
 CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS	 3
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 MERCADO DE NUTRIÇÃO PET.....	3
2.2 PROCESSAMENTOS DE ALIMENTOS PARA CÃES	4
2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS EXTRUSADOS PARA CÃES	8
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	15
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
 CAPÍTULO II – Estabilidade de alimentos extrusados para cães.....	 19
RESUMO.....	19
ABSTRACT.....	20
1. INTRODUÇÃO.....	21
2. MATERIAL E MÉTODOS	22
2.1 LOCAL	22
2.2 DIETAS EXPERIMENTAIS	22
2.3 EXPERIMENTO 1: ESTABILIDADE DE ALIMENTOS EXTRUSADOS PARA CÃES ARMAZENADOS EM EMBALAGENS ABERTAS E FECHADAS	23
2.3.1 Análises laboratoriais.....	23
2.3.2 Análise estatística	25
2.4 EXPERIMENTO 2: ESTABILIDADE DA ATIVIDADE DE ÁGUA.....	25
2.4.1 Análises Laboratoriais.....	25
2.4.2 Análises Estatísticas	25
3. RESULTADOS	26

3.1	EXPERIMENTO 1: ESTABILIDADE DE ALIMENTOS EXTRUSADOS PARA CÃES ARMAZENADOS EM EMBALAGENS ABERTAS E FECHADAS	26
3.2	EXPERIMENTO 2: ESTABILIDADE DE ATIVIDADE DE ÁGUA	27
4.	DISCUSSÃO	29
4.1	EXPERIMENTO 1: ESTABILIDADE DE ALIMENTOS EXTRUSADOS PARA CÃES ARMAZENADOS EM EMBALAGENS ABERTAS E FECHADAS	29
4.2	EXPERIMENTO 2: ESTABILIDADE DA ATIVIDADE DE ÁGUA	30
5.	CONCLUSÕES.....	31
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

CAPÍTULO III – Efeito de diferentes tamanhos de extrusado e locais de inclusão de gordura na conservação, digestibilidade e palatabilidade de dietas para cães ...		33
RESUMO.....		33
ABSTRACT.....		34
1.	INTRODUÇÃO.....	35
2.	MATERIAL E MÉTODOS	35
2.1	DIETAS	35
2.2	EXPERIMENTO 1: INFLUÊNCIA NO TAMANHO DE EXTRUSADO E MODO DE INCLUSÃO DE GORDURA NA ESTABILIDADE DA ATIVIDADE DE ÁGUA DE DIETAS PARA CÃES.....	37
2.2.1	Análises Laboratoriais.....	37
2.2.2	Análise Estatística.....	37
2.3	EXPERIMENTO 2: DIGESTIBILIDADE	37
2.3.1	Animais, instalações e ensaios de digestibilidade	37
2.3.2	Características fecais.....	38
2.3.3	Delineamento Experimental e Análises Estatísticas	39
2.4	EXPERIMENTO 3: PREFERÊNCIA ALIMENTAR.....	39
2.4.1	Animais, instalações e testes.....	40
2.4.2	Delineamento Experimental e Análises Estatísticas	40
2.5	EXPERIMENTO 4: CONSERVAÇÃO DAS DIETAS	40
2.5.1	Análises Laboratoriais.....	40
2.5.2	Análises Estatísticas	41
3.	RESULTADOS	41

3.1	EXPERIMENTOS 1: INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE EXTRUSADO E MODO DE INCLUSÃO DE GORDURA NA ESTABILIDADE DA ATIVIDADE DE ÁGUA DE DIETAS PARA CÃES.....	42
3.2	EXPERIMENTO 2: DIGESTIBILIDADE.....	43
3.3	EXPERIMENTOS 3: PREFERÊNCIA ALIMENTAR	45
3.4	EXPERIMENTO 4: CONSERVAÇÃO DAS DIETAS	46
4.	DISCUSSÃO.....	50
4.1	EXPERIMENTO 2: INFLUÊNCIA DO TAMANHO DO EXTRUSADO E MODO DE INCLUSÃO DE GORDURA NA ESTABILIDADE DA ATIVIDADE DE ÁGUA DE DIETAS PARA CÃES.....	50
4.2	EXPERIMENTO 2: DIGESTIBILIDADE.....	51
4.3	EXPERIMENTO 3: PREFERÊNCIA ALIMENTAR.....	52
4.4	EXPERIMENTO 4: CONSERVAÇÃO DAS DIETAS	53
5.	CONCLUSÃO.....	54
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II – Estabilidade de alimentos extrusados para cães.....	19
Tabela 1 - Composição química analisada (% da matéria natural) de alimentos completos para cães contendo extrusados pequenos (PQ) e grandes (GR) e extrusados com altos (APE) e baixos (BPE) teores de proteína e lipídios.....	23
Tabela 2 - Correlação entre atividade de água (Aa), umidade (UM), acidez, peróxido, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), tamanho dos extrusados, tempo (semanas) e umidade relativa do ar (URA) de alimentos para cães em embalagens fechadas.	26
Tabela 3 - Correlação entre atividade de água (Aa), umidade (UM), acidez, peróxido, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), tamanho dos extrusados, tempo (semanas) e umidade relativa do ar (URA) de alimentos para cães em embalagens abertas.....	27
CAPÍTULO III – Efeito de diferentes tamanhos de extrusado e locais de inclusão de gordura na conservação, digestibilidade e palatabilidade de dietas para cães.....	33
Tabela 1 - Dietas avaliadas	36
Tabela 2 - Ingredientes e composição química na matéria seca das dietas contendo extrusado pequeno (PQ) com aplicação da metade da gordura no condicionador (PQCO); PQ com aplicação total da gordura no recobrimento (PQRE); extrusado grande (GR) com CO (GRCO) e GRRE.....	36
Tabela 3 - Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), energia metabolizável (EM) e matéria seca fecal (MSf) de dietas recém produzidas e após 11 meses de produção.	44
Tabela 4 - Medianas do escore fecal, pH e nitrogênio amoniacal (NH ₃) das fezes de cães alimentados com dietas contendo diferentes tamanhos de extrusado e locais de inclusão de gordura.....	44
Tabela 5 - Razão de Ingestão (RI) da dieta A em relação a dieta B (n=45) logo após a sua produção.	45
Tabela 6 - Razão de Ingestão (RI) da dieta A em relação a dieta B (n=45) após 11 meses de produção.	45
Tabela 7 - Composição química (matéria seca) de dietas com extrusado pequeno (PQ) com aplicação da metade da gordura no condicionador (CO) (PQCO); PQ com aplicação total da gordura no recobrimento (RE) (PQRE); extrusado grande (GR) com CO (GRCO) e GRRE armazenadas em câmara climática (75% URA e 30°C).	49
Tabela 8 - Composição química (matéria seca) de dietas com extrusado pequeno (PQ) com aplicação da metade da gordura no condicionador (CO) (PQCO); PQ com aplicação total da gordura no recobrimento (RE) (PQRE); extrusado grande (GR) com CO (GRCO) e GRRE armazenadas em temperatura ambiente.....	50

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II – Estabilidade de alimentos extrusados para cães.....	19
Figura 1 - Relação entre atividade de água e tempo após recobrimento com palatilizante em alimentos completos para cães com diferentes tamanhos de extrusados.....	28
Figura 2 - Relação entre atividade de água e tempo após recobrimento com palatilizante em alimentos completos para cães com alta proteína e extrato etéreo (APE) e baixa proteína e extrato etéreo (BPE)	29
CAPÍTULO III – Efeito de diferentes tamanhos de extrusado e locais de inclusão de gordura na conservação, digestibilidade e palatabilidade de dietas para cães.....	33
Figura 1 - Atividade de água de alimentos para cães com gordura por recobrimento (RE), com extrusados grandes (GRRE) e pequenos (PQRE).	42
Figura 2 - Atividade de água de alimentos para cães com extrusado grande (GR) com inclusão de gordura parcial no condicionador (GRCO) ou total por recobrimento (GRRE).	42
Figura 3 - Atividade de água de alimentos para cães com extrusado pequeno (PQ) e inclusão de gordura parcial no condicionador (PQCO) ou total por recobrimento (PQRE).....	43
Figura 4 - Atividade de água de alimentos para cães para os tratamentos: extrusado pequeno (PQRE) vs extrusado grande com aplicação total de gordura (GRRE), extrusados grandes com aplicação total de gordura no recobrimento (GRRE) vs aplicação parcial no condicionador (GRCO) e extrusados pequenos com aplicação total de gordura no recobrimento (PQRE) vs aplicação parcial no condicionador (PQCO). Dietas armazenadas em câmara climática (75% URA e 30°C).....	46
Figura 5 - Atividade de água de alimentos para cães para os tratamentos: extrusado pequeno (PQRE) vs extrusado grande com aplicação total de gordura (GRRE), extrusados grandes com aplicação total de gordura no recobrimento (GRRE) vs aplicação parcial no condicionador (GRCO) e extrusados pequenos com aplicação total de gordura no recobrimento (PQRE) vs aplicação parcial no condicionador (PQCO). Dietas armazenadas em temperatura ambiente.....	47
Figura 8 - Umidade de alimentos para cães para os tratamentos: extrusado pequeno (PQRE) vs extrusado grande com aplicação total de gordura (GRRE), extrusados grandes com aplicação total de gordura no recobrimento (GRRE) vs aplicação parcial no condicionador (GRCO) e extrusados pequenos com aplicação total de gordura no recobrimento (PQRE) vs aplicação parcial no condicionador (PQCO). Dietas armazenadas em câmara climática (75% URA e 30°C).....	48
Figura 9 - Umidade de alimentos para cães para os tratamentos: extrusado pequeno (PQRE) vs extrusado grande com aplicação total de gordura (GRRE), extrusados grandes com aplicação total de gordura no recobrimento (GRRE) vs aplicação parcial no condicionador (GRCO) e extrusados pequenos com aplicação total de gordura no recobrimento (PQRE) vs aplicação parcial no condicionador (PQCO). Dietas armazenadas em temperatura ambiente.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.

Aa	Atividade de água
ATM	Atmosfera
CDA	Coeficiente de Digestibilidade Aparente
UM	Umidade
EE	Extrato etéreo
EM	Energia Metabolizável
PB	Proteína bruta
MM	Matéria mineral
FB	Fibra bruta
RI	Razão da Ingestão
URA	Umidade relativa do ar

CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS EXTRUSADOS PARA CÃES

RESUMO

Objetivou-se avaliar a conservação, digestibilidade e a palatabilidade de diferentes alimentos para cães armazenados sob distintas condições. No segundo capítulo foram avaliadas quatro dietas, duas de mesma formulação e dois tamanhos: pequena (PQ) e grande (GR) e duas com formulações diferentes: baixa proteína e extrato etéreo (BPE) e alta proteína e extrato etéreo (APE). Foi mensurada a atividade de água (Aa) das dietas a cada meia hora após recobrimento com palatilizante. Para avaliar a conservação dessas dietas, estas foram armazenadas em pacotes abertos e fechados durante 60 dias. Foram observadas correlações positivas ($P < 0,05$) entre Aa e umidade (UM); tamanho do extrusado, UM e Aa; acidez, proteína (PB), extrato etéreo (EE) e UM; e entre a Aa e UM relativa do ar, para embalagens abertas e fechadas. Também houve correlações positivas ($P < 0,05$) para as embalagens abertas entre o tempo, Aa e peróxido. As dietas GR e BPE tiveram a Aa estabilizada em menor tempo. Dietas com extrusados maiores e elevados teores de PB e EE são mais instáveis. Alimentos secos extrusados com maiores teores de PB e EE e extrusados menores demoram maior tempo para estabilizar sua Aa. No terceiro capítulo foram avaliadas quatro dietas de mesma formulação sendo: extrusado PQ com aplicação da metade da gordura no condicionador (CO) (PQCO); PQ com aplicação total da gordura no recobrimento (RE) (PQRE); extrusado GR com CO (GRCO) e GRRE. A estabilidade da Aa foi avaliada conforme descrito anteriormente. Foi avaliada a digestibilidade dos nutrientes em duas etapas: a 1ª logo após a fabricação das dietas e a 2ª após 11 meses de armazenamento. Cada experimento utilizou oito cães da raça Beagle em delineamento quadrado latino duplo (4x4), em parcela subdividida no tempo. A palatabilidade das dietas foi avaliada utilizando 15 cães adultos da raça Beagle, distribuídos inteiramente ao acaso. Os três testes realizados foram: GRRE vs. PQRE, GRRE vs. GRCO e PQRE vs. PQCO. Cada teste (realizado em duas etapas: tempo 0 e após 11 meses de fabricação) foi realizado durante um período de três dias, totalizando 45 repetições por teste. Para avaliar a conservação das dietas, os alimentos foram armazenados em câmara (UM = 75% e temperatura = 30°C) ou em depósito fechado sujeito às variações de UM e temperatura ambientais. Alimentos com extrusado GR e com gordura por RE estabilizaram a Aa em menor tempo ($P < 0,05$). A digestibilidade sofreu influência pelo tempo de armazenamento, já que a energia metabolizável (EM) e CDAEE apresentaram-se menores em dietas armazenadas por 11 meses ($P < 0,05$). No primeiro ensaio de preferência alimentar houve diferença de consumo apenas para o teste GRRE vs. PQRE (UM diferentes), em que os cães preferiram a dieta GRRE por apresentar maior UM. Entretanto no segundo teste houve diferença para os ensaios GRRE vs. PQRE (UM iguais), GRRE vs. GRCO e PQRE vs. PQCO, na qual os cães preferiram os tratamentos PQRE, GRCO e PQCO respectivamente. A conservação dos tratamentos obteve comportamento parecido para os dois tipos de armazenamento. O tempo de armazenamento, extrusados de maior volume e níveis de inclusão de gordura total no recobrimento podem influenciar negativamente na qualidade das dietas destinadas a cães.

Palavras chave: atividade de água, extrusão, gordura, oxidação lipídica

FOOD PRESERVATION EXTRUDED FOR DOGS

ABSTRACT

This study aimed to assess the conservation, digestibility and palatability of different dog food stored under different conditions. In the second chapter were evaluated four diets, two same formulation and two sizes: small (PQ) and large (GR) and two with different formulations: low protein and ether extract (BPE) and high protein and ether extract (EPA). Water activity was measured (Aa) of the diets every half hour after coating with palatability. To assess the conservation of these diets, these packages were stored in open and closed for 60 days. Positive correlations were observed ($P < 0.05$) between Aa and humidity (A); size of extruded, A and Aa; acidity, protein (CP), ether extract (EE) and A; and between Aa and A of the air, for open and closed. There was also a positive correlation ($P < 0.05$) for the packaging open between the time and Aa peroxide. The GR and BPE diets had Aa stabilized in less time. Diets with higher extruded and high CP and EE levels are more unstable. Extruded dry foods with higher content of CP and EE and lower extruded take longer to stabilize your Aa. In the third chapter were evaluated four diets with the same formulation as follows: FP extruded with application of half the fat in conditioner (CO) (PQCO); PQ with full implementation of fat covering (RE) (PQRE); extruded GR CO (GRCO) and GRRE. The stability of Aa was assessed as described above. Nutrient digestibility was evaluated in two stages: 1st after the manufacture of the 2nd diets and after 11 months of storage. Each experiment used eight Beagle dogs in Latin square design (4x4), in split plot in time. The palatability of the diet was assessed using 15 adult Beagle dogs, a completely randomized design. The three tests were GRRE vs. PQRE, GRRE vs. GRCO and PQRE vs. PQCO. Each test (conducted in two stages: time 0 and after 11 months of production) was conducted over a period of three days, totaling 45 replicates per test. To evaluate the conservation of the diets, foods were stored in chamber (A = 75% and temperature = 30 ° C) or in closed warehouse subject to the variations of A and environmental temperature. Foods with extruded GR and fat by RE stabilized Aa in less time ($P < 0.05$). The digestibility was influenced by storage time, as the metabolizable energy (ME) and CADEE were lower in diets stored for 11 months ($P < 0.05$). In the first test of food preference was consumption difference only for GRRE test vs. PQRE (other than A), in which the dogs preferred the GRRE diet A showed the highest. However in the second test was no difference for GRRE trials vs. PQRE (UM equal), GRRE vs. GRCO and PQRE vs. PQCO in which the dogs preferred the PQRE treatments and GRCO PQCO respectively. The conservation of treatments obtained similar behavior for both types of storage. The storage time, extruded higher volume and total fat inclusion levels in the coating can negatively influence the quality of diets for dogs.

Keywords: water activity, extrusion, fat, lipid oxidation

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A população de animais de estimação vem crescendo ano após ano. Em 2011 a população de cães chegou a 35,7 milhões e de gatos a 19,8 milhões no Brasil. Tornando, assim, o Brasil o segundo maior país em população de animais de companhia, perdendo apenas para os Estados Unidos (ANFALPET, 2012). Além disso, o perfil dos responsáveis por estes animais está mudando.

Os responsáveis por cães e gatos estão tornando-se cada vez mais exigentes e dispostos a gastar com produtos para seus animais de estimação, os quais atualmente são considerados membros da família. Por isso, os alimentos para animais de companhia vêm ganhando maior atenção quanto ao seu processamento e controle de qualidade.

O controle de qualidade é algo que deve estar presente nas fábricas durante a recepção de matérias-primas, no processo produtivo e também no produto final. Dentre os fatores que afetam a estabilidade de alimentos extrusados para cães estão a atividade de água (Aa), peroxidação lipídica, embalagem, tamanho do extrusado, ingredientes, armazenamento, entre outros. Tendo um bom programa de controle dos fatores que influenciam a conservação de alimentos extrusados para cães é possível aumentar o tempo de prateleira e/ou garantir a qualidade no tempo de validade já existente dos alimentos destinados a esses animais.

Tendo em vista estes fatores importantes na indústria de alimentos destinados a cães, e a importância do controle de qualidade rigoroso dos alimentos consumidos para garantir saúde e longevidade a estes animais, estes fatores serão debatidos neste trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MERCADO DE NUTRIÇÃO PET

Em meados da década de oitenta, os animais de estimação eram alimentados basicamente com restos de comida de seus proprietários e poucas indústrias de ração

existiam no Brasil. Com a expansão dos grandes centros urbanos este quadro mudou. A população pôde aumentar seu poder aquisitivo e passou a ter maior preocupação com a alimentação dos animais de estimação. Começam a se preocupar em fornecer uma dieta balanceada para seus pets (PET BR, 2003). A partir daí o mercado *pet food* vem crescendo ano após ano.

Apesar disso, apenas 45% dos animais de estimação brasileiros são alimentados com dietas comerciais. Isso ocorre principalmente por causa da carga tributária que pode chegar a 50% do valor destes produtos (ZANI, 2011).

A população de animais pet no Brasil alcançou 35,7 milhões de cães e 19,8 milhões de gatos em 2011. Dessa maneira, o país continua sendo o segundo em população de cães e gatos e o quarto em população total de animais de estimação no mundo, com 98 milhões de animais. Isso fez o Brasil ter um faturamento de R\$ 12,5 milhões neste mesmo ano (ANFALPET, 2012).

Ainda de acordo com a ANFALPET (2012), o Brasil teve demanda de alimentos do setor de 4,5 milhões de toneladas, com volume de produção de 1,83 milhões de toneladas. Esses resultados indicam que o país está cada vez mais autossuficiente na produção de alimentos para animais de companhia, pois os números de importação estão caindo, passando de 13 milhões de toneladas registradas em 1998 para 4,2 milhões em 2010. Projeções realizadas pela Euromonitor International apontam que nosso país poderá ocupar o segundo lugar em vendas de alimentos para animais de estimação no varejo a partir do ano de 2013, perdendo apenas para os EUA.

2.2 PROCESSAMENTOS DE ALIMENTOS PARA CÃES

Processo de extrusão

A extrusão de alimentos é um processo no qual a matéria-prima utilizada é cozida em um tubo, com a presença de umidade, pressão, temperatura e fricção mecânica, adquirindo assim uma forma plástica. O processo de extrusão é composto por um silo de alimentação, condicionador, extrusor e conjunto de matriz e corte.

A extrusão é considerada um processo de alta temperatura e curto espaço de tempo (high temperature – short time – HTST), com período de residência do alimento no extrusor de 1 a 2 minutos. A extrusão aumenta a digestibilidade das proteínas, amido, energia e elimina fatores antinutricionais, microrganismos e enzimas (KRABBE, 2007).

O silo alimentador tem como função fazer com que a mistura seca tenha um fluxo contínuo e controlado de alimentação para o condicionador e, conseqüentemente, ao canhão extrusor. O condicionador é utilizado na produção de alimentos para animais de estimação desde 1960 e é responsável pelo aquecimento, hidratação e mistura do material seco. Este, contém 1 ou 2 elementos transportadores e misturadores, que consistem em eixos rotativos com batedores ou pás em linhas ou radiais, fixados nestes eixos (SOUZA, 2010).

Enquanto a mistura está no condicionador, água e vapor são adicionados. A água é introduzida na parte superior do condicionador com o auxílio de aspersores, enquanto o vapor é adicionado pela parte inferior do corpo do condicionador. O objetivo é aumentar a temperatura e umidade da mistura para aumentar a estabilidade da extrusora e a qualidade do produto final. A umidade da matéria prima fica em torno de 10 a 25% e a temperatura entre 70 e 90°C (RIAZ, 2003).

Além disso, o condicionador promove textura mais plástica à mistura antes da extrusão. Dessa maneira, auxilia no cozimento e reduz drasticamente o desgaste das peças do extrusor por abrasão. Nesta fase do processo de extrusão podem ser adicionados gorduras, óleos, carne fresca, corantes e outros aditivos líquidos. Isso assegura completa mistura de todos os ingredientes da fórmula antes de entrarem no canhão extrusor. Normalmente as gorduras são adicionadas ao fim do processo no condicionador. Isso acontece porque as gorduras podem encapsular as partículas dos cereais e isso pode comprometer a absorção de umidade e transferência térmica, requeridas para realizar a gelatinização do amido. Alimentos com teor alto de gordura podem permanecer por maior tempo e intensidade de mistura no condicionador para garantir maior gelatinização (ROKEY et al., 2012).

Após o período em que o material atravessa o condicionador este passa para o canhão extrusor. O extrusor tem a finalidade de realizar a maior parte do processo de extrusão e, conseqüentemente, a gelatinização do amido contido no produto. O extrusor é dividido em três fases: setor de alimentação, setor de cisalhamento e setor final ou cocção. O setor de alimentação tem a função de transportar o material condicionado para o interior do canhão. Já o setor de cisalhamento é responsável pela transformação da mistura em uma massa amórfica. Por fim, o setor de cocção é a parte imediatamente anterior ao sistema de matriz e ao corte. No extrusor intercorre a maior alteração do material que foi parcialmente cozido no condicionador. Esta transformação determina as características finais do produto (ROKEY et al., 2012).

O canhão é um tubo com sistema de rosca-sem-fim. Este sistema de rosca tem o intuito de comprimir a massa e dessa maneira gerar energia mecânica. A ação da rosca, que pode ser simples ou dupla, criará energia térmica por meio do atrito. Quando isso acontece, a temperatura da massa é elevada e ocorre a gelatinização do amido (CHUANG & YEH, 2004). Para auxiliar o aumento da temperatura é possível realizar injeção de vapor direto na massa (ABECASSIS et al., 1994).

Quando vapor é injetado no canhão extrusor há grande contribuição para o cozimento do alimento, pois, esta energia térmica adicional pode aumentar a capacidade da extrusão e melhorar a qualidade de fórmulas com maior teor de gordura. A correta adição de umidade e configuração dos elementos do extrusor proporcionará pressão de 34 a 37 atm, temperatura entre 125 a 150°C e umidade entre 23 a 28% do material (ROKEY et al., 2012).

Como já citado anteriormente, o extrusor pode possuir sistema mono rosca ou dupla rosca. O extrusor mono rosca é o mais utilizado para produção de alimentos secos para animais de companhia e rações para animais de produção (ROKEY et al., 2012). A dupla rosca por sua vez, pode hidrolisar e modificar o amido, diminuir fatores antinutricionais de algumas matérias primas (soja, sorgo, por exemplo), reduzir a quantidade de microrganismos e melhorar a qualidade sensorial dos alimentos (HEIDENREICH & MICHAELSEN, 1994).

Por fim, o processo de extrusão apresenta o sistema de matriz e corte. A matriz possui duas funções: restringir a saída da mistura para criar a pressão necessária para a aplicação da energia mecânica e alterar o formato final do extrusado através do formato do orifício da matriz e da velocidade de corte das facas (COWELL et al., 2000).

Secagem

A secagem de alimentos extrusados para animais de companhia é utilizada para reduzir a umidade do produto. Produtos secos devem possuir umidade final menor ou igual a 10%, a fim de evitar o crescimento de microrganismos indesejáveis, como fungos e leveduras. Para que o crescimento bacteriano seja inibido, a A_w do alimento extrusado precisa ser menor que 0,650 e para evitar o desenvolvimento fúngico, menor que 0,600. Este parâmetro pode ser controlado com a secagem do produto.

A secagem é uma etapa crítica no processamento de alimentos extrusados, já que apresenta custo expressivo na produção, além de interferir na qualidade da dieta. Um dos maiores desafios da indústria é manter a umidade homogeneia entre os extrusados,

pois apenas 3% de variação na umidade entre amostras pode gerar grande perda econômica em produções de larga escala (MURAKAMI, 2010).

Logo que o alimento é extrusado a umidade está em torno de 23 a 28%. Entretanto, parte desta umidade é perdida antes do alimento chegar ao secador. Durante a expansão do produto uma parcela é perdida como energia evaporativa. Outra parcela de umidade é perdida durante o transporte pneumático até o secador. Esta perda pode corresponder a, aproximadamente, 2 a 3% da umidade total do produto (ROKEY et al., 2012).

Há dois tipos de secadores utilizados pela indústria: secadores de fluxo vertical e secadores de fluxo horizontal. Esses possuem menor espaço físico, menor contaminação cruzada de produtos e menor retenção de finos, sendo o secador de fluxo horizontal o mais utilizado pela indústria, apresentando vantagens, como melhores controles de fluxo de ar, zonas com temperaturas específicas e possibilidades de inspeção de produto (KRABBE, 2007). De acordo com ROKEY et al. (2012), o secador horizontal resulta em secagem uniforme, pois o ar é aquecido em 90 a 180°C e a ração passa em uma esteira a velocidade de 40 a 60 metros por minuto. Estes secadores normalmente possuem passe duplo, entretanto podem possuir passe simples ou triplo.

Dentro do secador o alimento úmido apresenta alta pressão de vapor no início da secagem e ao final do processo o extrusado apresenta baixa pressão de vapor. Logo, quando a massa e o ar que a envolve apresentam pressões de vapor desiguais, a umidade se movimenta do ponto de maior pressão para o de menor pressão. Isso significa que a umidade se movimenta do alimento para o ar presente dentro do secador até atingir o equilíbrio. Assim é dado o processo de secagem do produto.

A secagem mecânica pode apresentar várias vantagens, entre elas estão: pode ser realizada independente das condições do tempo; possibilidade de estabelecer um programa de operação com maior facilidade; maior velocidade do processo; reduz o tempo em que o produto permanece úmido e isso pode impedir o desenvolvimento microbiano. Entretanto, a secagem excessiva pode resultar em perdas de ingredientes como antioxidantes, antifúngicos e outros alimentos termolábeis (KRABBE, 2007), além de reduzir a palatabilidade da dieta (BRITO et al, 2010).

Além disso, alguns fatores podem afetar o resultado final da secagem, como: densidade do alimento; área específica do alimento e uniformidade de fluxo do alimento no secador (o ar dentro do secador sempre buscará o caminho de menor resistência). Quando a secagem não é realizada de maneira adequada, a umidade interna da

partícula não é totalmente removida e isso acarreta em maior risco de desenvolvimento microbiano. Para compensar esta umidade interna, as temperaturas de secagem são aumentadas, e isso implica em alteração da textura da ração, as quais podem afetar negativamente a palatabilidade do alimento (KRABBE, 2007).

Recobrimento

Após a secagem a ração recebe o recobrimento por aspersão de óleos e aromas em cilindros rotativos. No processo de extrusão para alimentos destinados a animais de companhia é mais interessante que os equipamentos de secagem e resfriamento sejam separados, pois é importante que o banho de óleo seja realizado com os extrusados ainda quentes. Assim, a gordura adicionada é mais bem absorvida pelo produto. A gordura que será colocada no produto fica armazenada em tanques intermediários aquecida a 60°C (quando forem utilizadas gorduras saturadas, as quais são sólidas em temperatura ambiente) e servem de tanques pulmões para o sistema de aplicação. Dois tipos de injetores podem ser utilizados para realizar o banho de óleo. Para aplicação de até 5% de gordura pode ser utilizado um injetor tipo nebulizador. Para aplicação de 6% ou mais, deve-se utilizar injetor tipo inundador. Em outro sistema de aplicação de coberturas o alimento extrusado seco flui através de uma cortina de líquidos, gerada por um disco rotativo. Este sistema elimina os injetores (ROKEY et al., 2012). Depois deste banho é realizado o resfriamento do alimento.

Além da aplicação de óleo realizada durante o banho de óleo, a mesma pode ser realizada em parte no condicionador. Segundo SOUZA et. al, (2012) a extrusão pode promover complexações lipoproteicas e diminuir os teores de extrato etéreo em hidrólise ácida. Quando a gordura é adicionada na massa esta complexação pode ser ainda maior, o que reduziria a deterioração da ração por oxidação.

Alimentos para animais de companhia recebem ainda o banho de palatilizante imediatamente após o resfriamento, também por aspersores. O banho de palatilizante é realizado após o resfriamento para que o mesmo fique na parte mais externa do produto. Assim, o alimento fica mais atrativo para o cão (FELIX et al., 2010).

2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS EXTRUSADOS PARA CÃES

Atividade de água e umidade

A água está presente na maioria dos alimentos (BELITZ et al., 2004). Nos alimentos extrusados para animais de companhia não é diferente, e confere um elemento extremamente importante nesses produtos. A água define os procedimentos a serem adotados para a fabricação de extrusados, atuando como palatilizantes e melhorando a textura do alimento (BONE & SHANNON, 1977). Esta água presente nos alimentos pode ser definida como a porcentagem de água em relação à porcentagem da matéria seca do produto analisado (KRABBE, 2009), sendo chamada de umidade.

A umidade, dentro de um alimento apresenta-se sob duas formas: água ligada ou água livre. A primeira apresenta-se combinada às moléculas do produto. Assim, esta dificilmente será removida ou utilizada para reações. Dessa maneira, reduz o metabolismo dos microrganismos e não há desenvolvimento ou reprodução destes. Já a segunda, encontra-se disponível para utilização em reações físicas (evaporação, cristalização e retrogradação), químicas (escurecimento não enzimático e oxidação de lipídeos) e enzimáticas (desnaturação). Além disso, esta água ainda pode estar disponível para o crescimento de microrganismos, favorecendo a deterioração do produto (UBOLDI EIROA, 1981).

Esta água ativa também pode ser chamada de atividade de água (Aa). Este termo foi inserido por Scoot, em 1953. Segundo ele, Aa é a “relação entre a pressão do vapor de água no ar e a pressão do vapor de água no ar saturado, medidas à mesma temperatura”. O que significa a relação entre a pressão de vapor de água existente no alimento (p) e a pressão de vapor de água pura (p_o), segundo a equação:

$$Aa = p/p_o$$

Porém, para FENNEMA (1996), seria mais adequado a aproximação em vez de igualdade ($Aw \approx p/p_o$). O nome dado a p/p_o é Pressão de vapor relativo (RPV), termo que melhor explicaria o fenômeno de trocas de pressões de vapores. A Aa varia de 0 a 1.

Análises de Aa são muito importantes durante o processo de produção de uma ração extrusada, por meio destas análises pode-se controlar a reprodução microbiana, reações enzimáticas, oxidativas e hidrolíticas do alimento. Assim, é possível garantir maior qualidade, preservação e tempo de prateleira do produto comercializado (BRITO, 2009).

Alimentos que apresentam Aa menor que 0,600 apresentam boa preservação, já que microrganismos dificilmente se propagam nestas condições (UBOLDI EIROA, 1981). Entretanto, quanto maior a Aa, maior será o risco de crescimento microbiano. Os fungos

exigem menor Aa para sobrevivência, seguidos de leveduras e bactérias (KRABBE, 2009).

Dois alimentos podem apresentar o mesmo teor de umidade e Aa diferentes. Isso significa que um alimento com alta umidade não tem necessariamente alta Aa. Por isso, vários produtos com o mesmo teor de água podem diferir em perecibilidade. Sendo assim, a umidade não é um indicador confiável do grau de perecibilidade destes alimentos (FENNEMA, 1996). Segundo ZANATTA et al. (2011), a Aa deve ser utilizada como parâmetro de controle de qualidade, em detrimento da umidade. Já que em experimento realizado pelos autores, não foi observada correlação entre Aa e umidade. Estes dados não corroboram com os dados obtidos por LIMA et. al. (2013a), os quais apresentaram correlação positiva entre Aa e umidade para dietas destinadas a cães armazenadas tanto em embalagens fechadas quanto em embalagens abertas.

Entretanto, a umidade do produto pode ser importante para outras características. Segundo MURAKAMI (2010), a umidade do extrusado pode afetar características da dieta e está relacionada com a sua estabilidade, qualidade e composição. Por isso, sua determinação é uma das medidas mais importantes e utilizadas na análise de alimentos extrusados. A autora supracitada revela que a adição de umidade no condicionador pode melhorar a textura e dureza dos extrusados, entretanto resulta em Aa e umidade final elevadas, não sendo estas características apreciadas pela indústria.

BRITO et. al. (2010), observaram maior preferência de cães por dietas contendo 10% de umidade em relação a dietas contendo 8% de umidade. Isso comprova que a umidade é importante para a palatabilidade e textura do alimento. Porém, os autores supracitados não identificaram diferenças na digestibilidade dessas dietas em cães.

A Aa ainda pode apresentar variações durante o processo de fabricação de alimentos extrusados. Por isso, sua mensuração deve ser realizada durante as várias fases do processo. Desta forma, a Aa torna-se importante também após o recobrimento do produto acabado com o palatilizante líquido, uma vez que este agrega água ao produto, após o processo de secagem.

LIMA et al. (2013b) estudaram o impacto dos nutrientes sobre a Aa de alimentos extrusados para cães. Os autores observaram que a Aa estabilizou mais rapidamente em extrusados contendo menores níveis de lipídios e proteínas e maior teor de amido. Ainda, os autores observaram que um alimento seco extrusado recheado apresentou estabilidade da Aa mais rápida, em relação a um alimento seco completo extrusado, provavelmente pela presença de antiumectantes no recheio deste alimento. Assim,

maiores cuidados devem ser tomados com a armazenagem de alimentos secos extrusados para cães contendo altos teores de proteínas e lipídios e que não contenham antiumectantes.

Peroxidação Lipídica e Acidez

A peroxidação lipídica é um processo iniciado com a reação de um radical livre e um ácido graxo insaturado e propagada por radicais peroxilas. Este processo resulta na formação de hidroperóxidos lipídicos e aldeídos, tais como o malondialdeído, 4-hidroxinonenal e isopropanos (LIMA, 2001). Os hidroperóxidos podem originar outros dois radicais livres capazes de atacar outras moléculas e formar ainda mais radicais livres (BELLAYER, 2001).

A oxidação, ou rancidez oxidativa, ocorre comumente em farinhas de origem animal, já que estas farinhas possuem altos níveis de gordura. Entretanto, a oxidação pode estar presente também em produtos acabados armazenados por um longo período de tempo ou quando armazenados incorretamente. Esta oxidação pode tornar-se mais crítica quando há existência de peróxidos no alimento, pois leva a formação de mais radicais livres, acetonas, aldeídos e álcoois. Isto pode tornar o alimento inadequado para animais que o consomem. A oxidação ocorre principalmente quando a ração é armazenada em locais com presença de luz, umidade, altas temperaturas e presença de oxigênio.

Tanto altos níveis de Aa, quanto baixos níveis, podem acarretar em oxidação lipídica em produtos acabados (FONTANA, 1998). De acordo com ROOS (2001), alimentos com teor menor de 0,600 de Aa podem apresentar reações químicas e mudanças enzimáticas, tais como catalise de enzimas, escurecimento não enzimático e oxidação lipídica.

GROSS et al., (2013) testaram três alimentos secos completos para cães contendo diferentes programas de conservação, sendo: uma dieta contendo etoxiquim e BHA (antioxidantes artificiais), outra contendo tocoferóis e ascorbil palmitato (antioxidantes naturais) e ainda, uma dieta contendo apenas tocoferóis. Estas dietas foram submetidas a análises semanais de índice de peróxido, tanto em alta temperatura (48,8°C), quanto em temperatura ambiente (22,2°C). Nos alimentos que permaneceram armazenados em alta temperatura durante 16 semanas, os autores observaram aumento do índice de peróxido na quarta semana para alimentos conservados com ascorbil palmitato e tocoferóis e apenas tocoferóis. Já nos alimentos completos que

permaneceram armazenados em temperatura ambiente durante 60 semanas, os autores observaram aumento do índice de peróxido apenas na quadragésima semana também para os alimentos conservados com ascorbil palmitato e tocoferóis e apenas tocoferóis. Tanto para as dietas armazenadas em temperatura ambiente quanto para as que sofreram aumento de temperatura, os índices de peróxido permaneceram dentro do aceitável para alimentos conservados com antioxidantes artificiais.

Os autores supracitados relataram ainda, consumo menor pelos cães das dietas contendo maiores níveis de peróxido (alimentos conservados com ascorbil palmitato e tocoferóis e apenas tocoferóis) e submetidas a altas temperaturas. O mesmo aconteceu para as dietas armazenadas em temperatura ambiente durante 12 meses.

A acidez está associada à rancidez hidrolítica e é formada devido a presença de ácidos graxos livres, estes são formados a partir da hidrólise das gorduras de farinhas de origem animal, fontes de lipídeos ou dos produtos acabados. Muitas vezes a acidez está associada à contaminação bacteriana e este processo pode ser acelerado com a presença de fatores como umidade, temperatura e oxigênio (BELLAYER & ZANOTTO, 2004).

Em análise realizada com arroz cru, parbolizado e extrusado, Lacerda (2008), relata estabilidade na formação de ácidos graxo de cadeia livre para o alimento que recebeu processamento térmico em relação ao alimento cru. Indicando assim, menores níveis de rancidez hidrolítica. Níveis estes, com diferença estatística já no terceiro dia de armazenamento. Ainda, na maior parte do tempo de armazenamento, o arroz extrusado apresentou-se com menores níveis de rancidez hidrolítica em relação ao ingrediente parbolizado.

Entretanto, o autor supracitado relata aumento do índice de peróxido para o arroz com tratamento térmico (parbolizado e extrusado) e o mesmo não é observado para o alimento cru.

Segundo LIMA et al. (2013a), a peroxidação lipídica apresenta correlação positiva em relação ao tempo em que as dietas permanecem abertas. Sendo este, portanto, um fator de risco em alimentos para cães armazenados a granel. Já a acidez apresentou correlação positiva com a Aa, umidade e maiores níveis de proteína e gordura da dieta. Assim, maiores cuidados durante o processo e armazenamento devem ser tomados em dietas para cães com elevada Aa e níveis proteicos e lipídicos.

Tamanho do extrusado

O tamanho do extrusado pode ser fator determinante para a conservação da dieta. Segundo LIMA et al. (2013a), quando foram avaliadas dietas de diferentes tamanhos de extrusado, sendo pequeno ($0,537 \text{ cm}^3$) e grande ($0,925 \text{ cm}^3$), em embalagens abertas e fechadas, observou-se correlação positiva entre o tamanho e a Aa, umidade e acidez da dieta. Tanto para embalagens abertas quanto para embalagens fechadas durante um período de 60 dias. Em razão disto, pode-se afirmar que quanto maior é o tamanho do extrusado de uma dieta para cães, maior será a probabilidade desta dieta apresentar problemas de conservação. Tendo em vista que, a maior Aa das dietas pode acarretar em maior probabilidade de desenvolvimento fúngico e oxidação lipídica. Provavelmente extrusados maiores demoram mais tempo para perder água durante o processo de secagem, uma vez que apresentam menor superfície de contato. Assim, é necessário maior tempo de secagem para extrusados maiores.

Por outro lado, avaliando o tempo para estabilidade da Aa em extrusados grandes e pequenos após a aplicação de palatilizante, LIMA et al. (2013b) observaram que em extrusados de maior volume a Aa é estabilizada mais rapidamente (em 5,5 horas após aplicação), em relação à extrusados de tamanho menor (em 6,7 horas após a aplicação). Neste caso é possível que a Aa de extrusados menores demore mais para estabilizar, devido ao maior efeito da umidade relativa do ar sobre estes, em função da sua maior superfície de contato. Assim, apresentando maior taxa de sorção e desorção do que extrusados grandes.

Ainda, de acordo com BOURGEOIS (2004), a preferência por tamanhos de extrusados pode variar de acordo com o porte ou raça do cão. Para um alimento de mesma formulação, mas de diâmetros diferentes, o autor relata que cães de porte grande preferem alimentos de maior diâmetro.

Temperatura e umidade relativa do ar

Produzir alimentos extrusados em um período de 24 horas pode ser um desafio para a indústria sem que sejam realizados ajustes na secagem dos extrusados. A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar (URA) variam inversamente ao longo do dia. Ou seja, quando a temperatura se eleva a URA reduz e vice-versa. Portanto, quando ajustes não são realizados na secagem e resfriamento do alimento, este pode apresentar distintas Aa em um mesmo lote. Além disso, embalagens após abertas para

consumo sofrem um processo chamado equilíbrio higroscópico e por isso sofrem rápida hidratação. Esta hidratação pode acarretar em um aumento de Aa e, conseqüentemente, desenvolvimento microbiano (KRABBE, 2009).

LIMA et al., (2013a) observaram correlação positiva entre URA e Aa do alimento extrusado, tanto para embalagens abertas, quanto para embalagens fechadas, caracterizando, assim, o equilíbrio higroscópico e a hidratação de dietas extrusadas em relação ao meio. Nesse sentido, a qualidade da embalagem e as condições de armazenamento são essenciais para se evitar trocas de umidade entre o meio e o alimento embalado.

Proteína e gordura

Dentre os nutrientes utilizados em formulações de dietas destinadas a cães, as que devem ter maior atenção são principalmente a proteína e gordura. Dietas contendo mais proteína e gordura geralmente são alimentos de melhor qualidade, ditas premio e super premio. Principalmente nestas dietas é preciso ter cuidado especial com o controle de qualidade já que entre os compostos alimentares que mais facilmente se oxidam estão os lipídeos, principalmente os ácidos graxos insaturados e poli-insaturados.

Além disso, a acidez da dieta aumenta com a inclusão de farinhas de origem animal, já que está associada à rancidez hidrolítica e é formada devido a presença de ácidos graxos livres, estes, formados a partir da hidrólise das gorduras de farinhas de origem animal ou dos produtos acabados.

Dessa forma, é mais difícil conservar uma ração com maiores níveis de proteína e gordura e por isso, é importante escolher com cuidado, aditivos como antioxidantes e antifúngicos, principalmente para alimentos premio e super premio.

Embalagens

Tão importante quanto o controle dos parâmetros de qualidade de dietas extrusadas é como estas dietas serão embaladas. Alimentos completos destinados a cães pode ficar armazenadas por um longo período de tempo, e por essa razão tanto o local de armazenamento quanto o material em que o alimento será embalado devem ter atenção especial por parte dos fabricantes, revendedores e proprietários dos animais de companhia.

As embalagens destinadas a alimentos extrusadas para cães devem apresentar barreira contra a luz, gordura, umidade e gases, tudo isso para garantir as propriedades nutricionais e manter o alimento protegido de micro-organismos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo dos fatores que influenciam a conservação de alimentos extrusados é fator determinante para manter a qualidade dos mesmos pelo período de validade destes produtos. De modo geral, quanto maior a Aa, teores de proteínas e lipídios e tamanho do extrusado e mais exposto o alimento estiver ao ambiente, maiores são os riscos de crescimento fúngico e oxidação lipídica. Entretanto, ainda, deve-se relacionar a conservação dos alimentos extrusados com a digestibilidade e palatabilidade da dieta.

Já o controle de qualidade deve ser realizado em todas as fases do processamento de rações extrusadas, desde a recepção de matérias-primas até a data de validade do produto acabado. Isso garante qualidade do alimento comercializado, desde o empacotamento até a chegada do produto aos animais. Mesmo produtos que passaram por rigoroso controle de qualidade durante o processo devem ter cuidado especial a partir do momento em que o pacote do alimento é aberto, para que as características do produto sejam conservadas.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABECASSIS, J. et al. Influence of extrusion conditions on extrusion speed, temperature and pressure in the extruder and on pasta quality. **Cereal Chemistry**, v. 71, n. 3, p. 247-253, 1994.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO - Anfal Pet. Disponível em: <http://www.anfalpet.org.br>. Acesso em 15 de Janeiro de 2013.

BELLAVER, C. Ingredientes de origem animal destinados à fabricação de rações. In: Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal, 2001a, Campinas. Anais... Campinas, SP: CBNA, 2001. Disponível em: <<http://ciencialivre.pro.br/media/f8cce8e6e8c1a368ffff8083ffffd524.pdf>> Acesso em 23 de janeiro de 2013.

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos protéicos de origem animal. Santos: Apinco, 2004. **Anais...** Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_k9r8d4m.pdf> Acesso em 23 de janeiro de 2013.

BELITZ, H.D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**, 3 Ed., Germany: Springer, 2004, p. 1071.

BONE, D.P.; SHANNON, E.L. Process for making a dry *pet food* have a hard component and a soft component. **United States Patent**. Fevereiro de 1977.

BOURGEOIS, H. **O Livro da palatabilidade em cães e gatos**. Royal Canin, n.24, 2004.

BRITO, C.B.M., FELIX, A.P., JESUS, R. M., FRANÇA, M. I., KRABBE, E.L., OLIVEIRA, S.G., MAIORKA, A., 2010. Digestibility and palatability of dog foods containing different moisture levels, and the inclusion of a mould inhibitor. **Animal Feed Science and Technology**, v.159, p.150-155, 2010.

BRITO, C.B.M. Efeito de diferentes níveis de umidade com e sem utilização de antifúngico em dietas para cães. **Dissertação de mestrado em Ciências Veterinárias**, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

CHUANG, G. C.; YEH, A. Effect of screw profile residence time distribution and starch gelatinization of rice flour during single screw extrusion cooking. **Journal of Food Engineering**, v. 63, p. 21-31, 2004.

COWELL, C. S. et al Making commercial pet food. In: HAND, M. et al. **Small animal clinical nutrition**, 4ed Kansas: Mark Morris Institute, p. 127-146, 2000.

CYPRIANO L. Decomposição da matéria crua e sua ação sobre a qualidade das farinhas e óleos de origem animal. **Pet Food Brasil**. Ano 2, Edição 7, p 42-50. Março- Abril, 2010.

FELIX, A.P., OLIVEIRA, S.G., MAIORKA, A. Fatores que interferem no consumo de alimentos em cães e gatos. In: Vieira, S. Consumo e preferência alimentar de animais domésticos. 1ed. Phytobiotics Brasil: Londrina. Cap. 3. p. 162-199, 2010.

FENNEMA, O.R. **Food chemistry**. 3° Ed., Marcel Dekker, Inc.: New York 1996, 1262p.

FONTANA, A.J. Water activity: why it is important for food safety. **In:** First NSF International Conference on Food Safety. Decagon Devices, Inc. November, Albuquerque, NM. 1998, p 16-18.

GROSS, K. L., BOLINGER, R., THAWNGHMUNG, P., COLLINGS, G. F., Effect of Three Different Preservative Systems on the Stability of Extruded Dog Food Subjected to Ambient

and High Temperature Storage. **Nutrition Through the Life Cycle**, p. 2638-2642, 2013.

HEIDENREICH, E. MICHAELSEN, T. Manufacture of special feeds with a twin extruder (Spezialfutterherstellung mit einem Zweiwellenextruder). **Kraftfutter**, n. 12, p. 468 – 488. 1994.

KRABBE, E.L. Aspectos críticos do processo de secagem de pet food, 2007. Disponível em < <http://www.abz.org.br>>, acesso em: 20 de janeiro de 2013.

KRABBE, E.L. Controle da atividade de água e produção de alimentos secos e semi-úmidos. **In:** I Congresso Internacional e VIII Simpósio sobre nutrição de animais de estimação - CBNA. Campinas – SP, Anais...Maio de 2009.

LIMA, E. S., ABDALLA, D. S. P. Peroxidação Lipídica: mecanismos e avaliação em amostra microbiológica. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, vol 37, nº 3. p. 293-303, 2001.

LIMA, D. C., FELIX, A. P., SILVA J. R., SANTOS L., FERNANDES, R., OLIVEIRA, S.G. Estabilidade de Alimentos Extrusados para Cães Armazenados em Embalagens Abertas e Fechadas. **In:** V Congresso Internacional e XII Simpósio sobre nutrição de animais de estimação - CBNA. Campinas – SP, Maio de 2013.

LIMA, D. C., FELIX, A. P., SILVA J. R., ANTICO, L. P., GARBELLOTTI, A., OLIVEIRA, S.G. Estabilidade da atividade de água em alimentos extrusados para cães e gatos. **In:** V Congresso Internacional e XII Simpósio sobre nutrição de animais de estimação - CBNA. Campinas – SP, Maio de 2013.

Congresso Internacional e XII Simpósio sobre nutrição de animais de estimação - CBNA. Campinas –SP, Maio de 2013b.

MURAKAMI, F.Y. Impacto da adição de água no processo de extrusão sobre a digestibilidade e propriedades físico-químicas da dieta para cães. Curitiba - PR: Universidade Federal do Paraná, 2010. 40p. **Dissertação de mestrado em Ciências Veterinárias** - Universidade Federal do Paraná, 2010.

PETBR, A força dos nutrientes. Disponível em: <http://www.petbrasil.com.br>, Acesso em: 10 de janeiro de 2013.

RIAZ, M. N. Extrusion basics. **In:** KVAMME, J. L.; PHILLIPS, T. D. **Pet Food technology**. Illinois Mt Morris, p. 347-360, 2003.

ROKEY, G.J., PLATTNER B., SOUZA E. M. Descrição do processo de extrusão do alimento. **In:** IV Congresso Internacional e XI Simpósio sobre nutrição de animais de estimação - CBNA. São Paulo – SP, Maio de 2012.

ROOS, Y.H. Water activity and plasticization. **Food Shelf Life Stability: chemical, biochemical and microbiological changes**. Chapter 1. United States of America, 2001. 3 – 36p.

SCOTT, W.J. Water relations of *Staphylococcus aureus* at 30°C. **Aust. J. Biol. Sci.** 6:549–556. 1953

SOUZA E. Importância do condicionador na produção de extrusados. **In:** II Congresso Internacional e IX Simpósio sobre nutrição de animais de estimação - CBNA. Campinas – SP, Maio de 2010.

SOUZA, D. F., PEDROZA, L. G., SA, F. C., SILVA, JEREMIAS, J. T., ROBERTI FILHO, F. O., CARCIOFI, A. C., Efeito do Processamento na Recuperação do Extrato Etéreo de Rações Extrusadas para Gatos. **In:** IV Congresso Internacional e XI Simpósio sobre nutrição de animais de estimação - CBNA. Campinas – SP, Maio de 2012.

UBOLDI EIROA, M.N. Atividade de água: influência sobre o desenvolvimento de microrganismos e métodos de determinação em alimentos. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos - Bol. ITAL**, Campinas - SP, V. 18, nº 3, p.353- 383. Julho/Setembro, 1981.

ZANATTA, C. P., FELIX, A. P., BRITO, C. B., DOMINGUES, L., OLIVEIRA, S. G., MAIORKA A. Atividade de água na produção de alimentos secos extrusados para cães e gatos. **In:** III Congresso Internacional e X Simpósio sobre nutrição de animais de estimação - CBNA. Campinas – SP, Maio de 2011.

ZANNI, A. Indústria de ração cresceu mais de 5% em 2010. **Boletim Informativo do Setor de Alimentação Animal**, São Paulo, março de 2011. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Aves_e_suinos/16RO/Boletim_Sindira%C3%A7%C3%B5es.pdf>. Acesso em: 10 janeiro de 2013.

CAPÍTULO II – ESTABILIDADE DE ALIMENTOS EXTRUSADOS PARA CÃES

RESUMO

Objetivou-se avaliar a relação entre a atividade de água (Aa), umidade (UM), acidez, peroxidação lipídica, teores de proteína (PB) e extrato etéreo (EE) e tamanho de extrusado de alimentos completos para cães armazenados em embalagens fechadas e abertas durante 60 dias (Experimento 1). Ainda, avaliou-se a estabilidade da Aa de alimentos completos para cães em até 6,5 horas após o recobrimento com palatilizante líquido (Experimento 2). Para os experimentos 1 e 2 foram fabricados quatro alimentos secos extrusados para cães: alta PB e EE (APE); baixa PB e EE (BPE); extrusado pequeno (PQ) e extrusado grande (GR). No experimento 1 os alimentos foram armazenados em embalagens de 1 kg fechadas e embalagens de 10 kg abertas, por um período de 60 dias. Foram mensuradas a Aa, UM, acidez, peróxido, PB e EE dos alimentos e a umidade relativa do ar (URA) diariamente. Os dados foram submetidos à análise de correlação. Para o experimento 2, foram coletadas amostras de 1 kg logo após o recobrimento com palatilizante. Sub amostras foram coletadas a cada meia hora para mensuração da Aa. No experimento 1 foram observadas correlações positivas ($P < 0,05$) entre Aa e umidade (UM); tamanho do extrusado, UM e Aa; acidez, proteína (PB), extrato etéreo (EE) e UM; e entre a Aa e UM relativa do ar, para embalagens abertas e fechadas. Também houve correlações positivas ($P < 0,05$) para as embalagens abertas entre o tempo, Aa e peróxido. Já no experimento 2, extrusados GR e alimentos BPE tiveram a Aa estabilizada em menor tempo. Dietas com extrusados maiores e elevados teores de PB e EE são mais instáveis, principalmente se mantidos em embalagens abertas. Alimentos secos extrusados com maiores teores de proteína e lipídios e extrusados menores apresentam maior tempo para estabilizar sua Aa.

Palavras-chave: Acidez, atividade de água, palatilizante, peróxido.

STABILITY OF EXTRUDED DOG FOOD

ABSTRACT

The objective was to evaluate the relationship between water activity (A_w), moisture (A), acidity, lipid peroxidation, protein (CP) and ether extract (EE) and extruded full size dog food stored in sealed containers and open for 60 days (Experiment 1). Also evaluated the stability of the Aa complete dog food for up to 6.5 hours after coating with liquid flavor agent (Experiment 2). For the experiments 1 and 2 were manufactured four extruded dry dog food: High CP and EE (EPA); low CP and EE (BPE); small extruded (PQ) and large extruded (GR). In experiment 1 the foods were stored in closed containers 1 kg to 10 kg open packaging, for a period of 60 days. Were measured Aa, A, acidity, peroxide, CP and EE of the food and the relative humidity (RH) daily. The data were subjected to correlation analysis. For experiment 2, samples were collected 1 kg immediately after coating with palatability. Sub samples were collected every half hour to measure Aa. In experiment 1 positive correlations were observed ($P < 0.05$) between Aa and humidity (A); size of extruded, A and Aa; acidity, protein (CP), ether extract (EE) and A; and between Aa and A of the air, for open and closed. There was also a positive correlation ($P < 0.05$) for the packaging open between the time and Aa peroxide. In the experiment 2, extruded GR and BPE food had Aa stabilized in less time. Diets with higher extruded and high CP and EE levels are more unstable, especially if kept in open containers. Extruded dry food with higher protein and lower lipid and extruded have more time to stabilize its Aa.

Keywords: acidity, water activity, flavor agent, peroxide.

1. INTRODUÇÃO

Diferente dos animais de produção, o alimento destinado aos animais de companhia possui maior tempo entre a fabricação e o consumo do animal, caracterizado como tempo de prateleira. Com a maior procura de alimentos extrusados para animais de companhia, alguns *pet shops* e agropecuárias comercializam estes produtos a granel, com o intuito de facilitar a venda aos clientes. Esse tipo de comercialização pode reduzir o tempo de prateleira dos alimentos extrusados, uma vez que o alimento fica exposto à luz, oxigênio e umidade, os quais aceleram reações de oxidação lipídica e desenvolvimento microbiano.

Para que estes alimentos possam chegar aos animais de estimação com qualidade, alguns fatores devem ter cuidado especial por parte da indústria. Entre eles estão os teores de atividade de água (Aa), umidade (UM), acidez e peróxido dos produtos.

A UM está presente em praticamente todos os alimentos por meio da água (BELITZ et al., 2004) e é elemento fundamental para a palatabilidade. Entretanto, é um fator que propicia o crescimento de microrganismos no alimento e por isso deve ser controlada pelo fabricante. A água está presente na dieta como água livre e água ligada. Sendo a primeira comprometida com as moléculas do alimento, e a segunda está disponível para a formação de reações químicas, físicas e aos microrganismos, tais como fungos e bactérias (KRABBE, 2009), podendo acelerar a deterioração do produto.

Desta forma, a Aa torna-se importante também após o recobrimento do produto acabado com o palatabilizante líquido, uma vez que este agrega água ao produto, após o processo de secagem. Assim, o controle da Aa antes e após a aplicação do palatabilizante é importante para garantir a estabilidade do alimento.

Outro ponto importante para a qualidade dos alimentos é o processo de deterioração lipídica, por peroxidação ou hidrólise bacteriana. A peroxidação ocorre quando radicais livres entram em contato com um ácido graxo insaturado (LIMA, 2001), podendo tornar o alimento tóxico aos animais. Já, a hidrólise dos triglicerídeos por bactérias pode ser mensurada pelo teor de acidez da ração. A acidez determina a quantidade de ácidos graxos livres na gordura presente no alimento (CYPRIANO, 2010). Ambos os processos, de peroxidação e hidrólise dos lipídios deprimem o valor nutricional da dieta e podem causar a recusa do alimento pelo animal (FELIX et al., 2010).

Difícilmente trabalhos relacionam a Aa, UM, acidez e peróxido como indicadores da qualidade dos alimentos fabricados para cães e gatos. Principalmente avaliando esses elementos em produtos embalados e vendidos a granel.

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a relação entre a Aa, UM, acidez, peroxidação lipídica, teores de proteína e lipídios e tamanho de extrusado de quatro alimentos completos para cães mantidos em pacotes fechados e abertos durante o período de 60 dias. Ainda, objetivou-se avaliar a estabilidade da Aa de alimentos completos para cães em até 7 horas após o recobrimento com palatilizante líquido.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL

As dietas experimentais foram fabricadas e os experimentos conduzidos na unidade fabril da empresa Dal Pet pertencente ao Grupo Dalquim Indústria e Comércio Ltda, Três Barras – SC.

2.2 DIETAS EXPERIMENTAIS

Quatro alimentos completos secos extrusados para cães foram produzidos durante o período de sete dias para a realização do experimento. Dois alimentos apresentavam tamanhos de extrusado diferentes, sendo: grande (GR), com 0,925 cm³ e pequeno (PQ), com 0,537 cm³, ambos com mesma formulação. Os demais alimentos apresentavam diferentes teores de proteína bruta (PB) e extrato etéreo em hidrólise ácida (EEA), sendo: altos teores (APE) ou baixos (BPE). A composição química dos alimentos encontra-se na Tabela 1.

Os alimentos PQ e GR eram compostos por: milho, quirera de arroz, farinha de vísceras de aves, farelo de arroz integral, gordura de frango, hidrolisado de carne de frango, cloreto de sódio, cenoura desidratada, espinafre desidratado, polpa de beterraba branca, ácido propiônico, antioxidante (BHT), vitamina A, vitamina D3, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B6, vitamina B12, Vitamina K3, ácido fólico, ácido pantotênico, niacina, biotina, magnésio, cobre, ferro, iodo, manganês, selênio, zinco, colina.

O alimento APE continha: farinha de vísceras de aves, quirera de arroz, milho integral, óleo de frango, óleo de peixe refinado, glúten de milho, farelo de trigo, ovo em pó, farinha de peixe, hidrolisado de carne, polpa de beterraba, extrato de levedura de cerveja, mananoligossacarídeos, extrato de yucca, cloreto de sódio, minerais quelatados, ácido propiônico, antioxidante (BHT), vitamina A, vitamina D3, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B6, vitamina B12, Vitamina K3, ácido fólico, ácido pantotênico, niacina, biotina, magnésio, cobre, ferro, iodo, manganês, selênio, zinco, colina.

O alimento BPE continha os seguintes ingredientes: milho, farelo de trigo, farinha de carne e ossos, farelo de arroz integral, sebo bovino, hidrolisado de fígado de frango, cloreto de sódio, calcário calcítico, ácido propiônico, antioxidante (BHT), vitamina A, vitamina D3, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B6, vitamina B12, Vitamina K3, ácido fólico, ácido pantotênico, niacina, biotina, magnésio, cobre, ferro, iodo, manganês, selênio, zinco, colina.

Tabela 1 - Composição química analisada (% da matéria natural) de alimentos completos para cães contendo extrusados pequenos (PQ) e grandes (GR) e extrusados com altos (APE) e baixos (BPE) teores de proteína e lipídios.

Item (%)	PQ	GR	APE	BPE
Umidade	8,15	11,53	6,00	11,53
Proteína Bruta	19,54	19,79	26,79	19,86
Extrato Etéreo	11,07	10,11	16,46	12,57
Fibra Bruta	5,53	5,56	4,20	5,87
Matéria Mineral	5,97	5,64	5,37	8,58
Cálcio	0,91	1,08	0,91	1,67
Fósforo	0,89	0,84	1,01	1,45

2.3 EXPERIMENTO 1: ESTABILIDADE DE ALIMENTOS EXTRUSADOS PARA CÃES ARMAZENADOS EM EMBALAGENS ABERTAS E FECHADAS

2.3.1 Análises laboratoriais

Pacotes Fechados:

Para mensurar a estabilidade das dietas foram realizadas análises em pacotes fechados, os quais permaneceram no estoque da fábrica sobre estrados, longe de umidade excessiva e luz. Os tratamentos foram separados em 42 pacotes selados de 1

kg para cada tratamento. As análises começaram no dia em que as dietas foram produzidas.

Foram analisadas 42 amostras durante um período de 60 dias. As análises foram realizadas durante cinco dias seguidos, com pausa de dois dias (finais de semana). Também foram anotados dados de temperatura ambiente e URA com o auxílio de um termo higrômetro digital interno (Incoterm, modelo: 7663.02.0.00, Porto Alegre, Brasil)

As análises de UM, PB, EE por hidrólise ácida, FB, MM, cálcio e fósforo foram realizadas ao início do experimento e analisados segundo a AOAC (1995).

Foram realizadas análises diárias de Aa e UM. A Aa foi medida com o aparelho BrasEq - Brasileira de Equipamentos Ltda. Esta análise foi realizada a partir de amostras coletadas dos pacotes de ração. A amostra foi colocada em uma cápsula e a Aa do alimento foi dada segundo a técnica de determinação do ponto de orvalho em espelho encapsulado.

Já a UM foi obtida a partir de um aparelho medidor de umidade halógeno (GEHAKA, São Paulo, Brasil). A mensuração da UM (%) foi realizada com as mesmas amostras moídas para mensurar a Aa. As amostras foram pesadas no aparelho que mensurava a UM em quantidade de $1,000\text{ g} \pm 0,100\text{ g}$. As análises de Aa e UM foram realizadas todos os dias em duplicata.

Também foram realizadas análises de acidez e índice de peróxido a frio de acordo com o Compêndio Brasileiro de Nutrição Animal (1998). Estas últimas realizadas uma vez por semana, totalizando nove semanas.

Os pacotes os quais permaneciam fechados até o momento das mensurações eram levados para a sala de análises todos os dias e abertos apenas no momento em que as mesmas eram realizadas. Cada dia levava-se quatro pacotes fechados, sendo um de cada tratamento.

Pacotes abertos:

Os mesmos quatro tratamentos foram separados em um pacote de 10 kg para cada alimento, os quais permaneceram durante todo o período abertos no chão para simulação de venda de produtos a granel. As análises das dietas armazenadas em pacotes abertos começaram a ser mensuradas no dia em que os pacotes foram abertos, aproximadamente uma semana após a fabricação. Dentro dos pacotes de 10 kg eram retiradas sub amostras. Foram realizadas as mesmas análises que as realizadas para os pacotes fechados

2.3.2 Análise estatística

Foram realizadas análises de correlação de Pearson no pacote SAS utilizando o procedimento CORR entre os alimentos PQ, GR, APE e BPE em relação à Aa, UM, PB, EE, acidez, peróxido, tamanho, temperatura ambiente, tempo e URA para os pacotes abertos e fechados. Com exceção dos dados de acidez e peróxido, que totalizaram em nove repetições, os demais dados totalizaram em 42 repetições por tratamento. Foi considerado 5% de probabilidade.

2.4 EXPERIMENTO 2: ESTABILIDADE DA ATIVIDADE DE ÁGUA

2.4.1 Análises Laboratoriais

Para medir o tempo de estabilização da Aa das dietas foram coletadas amostras de 1,00 kg dos quatro alimentos extrusados para cães após recobrimento com palatilizante líquido (hidrolisado de fígado de aves). Foram coletadas sub amostras a cada meia hora para realização de análise de Aa por um período de 6,5 horas.

Foram mensuradas a temperatura ambiente e a URA nos dias em que estas análises foram realizadas.

2.4.2 Análises Estatísticas

As amostras foram submetidas à análise de regressão pelo excel (Office, 2010). Foram feitas as derivadas das equações, igualando-se y a zero, para estimativa do tempo de estabilização da Aa das diferentes dietas após aplicação do palatilizante.

3. RESULTADOS

3.1 EXPERIMENTO 1: ESTABILIDADE DE ALIMENTOS EXTRUSADOS PARA CÃES ARMAZENADOS EM EMBALAGENS ABERTAS E FECHADAS

A correlação para os alimentos mantidos em embalagens fechadas está apresentada na Tabela 2 e dos alimentos mantidos em embalagens abertas na Tabela 3.

Para os alimentos armazenados em embalagens fechadas pode-se observar que a Aa e a UM apresentaram correlação positiva ($P < 0,01$). Ou seja, quanto maior a UM durante o período de 60 dias, maior foi a Aa do alimento seco extrusado para cães. A mesma característica é observada nas correlações entre Aa e acidez, tamanho do extrusado ($P < 0,01$) e URA ($P < 0,05$). Isso significa que quanto maior a Aa dos alimentos, maiores serão os valores de acidez. E quanto maior a URA do dia e maior o tamanho do extrusado, provavelmente maior será a Aa do alimento, mesmo este fechado e em boas condições de armazenamento.

Tabela 2 - Correlação entre atividade de água (Aa), umidade (UM), acidez, peróxido, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), tamanho dos extrusados, tempo (semanas) e umidade relativa do ar (URA) de alimentos para cães em embalagens fechadas.

	UM	Aa	Acidez	Peróxido	PB	EE	Tamanho	Tempo	URA
UM	NA	-	-	-	-	-	-	-	-
Aa	0,931**	NA	-	-	-	-	-	-	-
Acidez	0,776**	0,722**	NA	-	-	-	-	-	-
Peróxido	0,0	0,0	0,0	NA	-	-	-	-	-
PB	-0,903**	-0,682**	0,592**	0,0	NA	-	-	-	-
EE	-0,903**	-0,682**	0,592**	0,0	NA	NA	-	-	-
Tamanho	0,951**	0,844**	0,834**	0,0	NA	NA	NA	-	-
Tempo	0,03	-0,149	0,276	0,0	NA	NA	NA	NA	-
URA	0,225	0,509*	-0,009	0,0	NA	NA	NA	-0,134	1,0

** $P < 0,01$

* $P < 0,05$

NA= não avaliado

A acidez dos alimentos completos também apresentou correlação positiva com a PB e EE ($P < 0,01$). Desta forma, quanto mais PB e EE na formula do alimento completo, maior será o valor de acidez para estes alimentos.

Não houve correlação entre peróxido e Aa ($P>0,05$), já que as rações apresentavam-se devidamente fechadas e bem armazenadas. Também não houve correlação entre URA e UM da ração e tempo em que o alimento permaneceu armazenado com Aa e UM para as embalagens fechadas ($P>0,05$).

Tabela 3 - Correlação entre atividade de água (Aa), umidade (UM), acidez, peróxido, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), tamanho dos extrusados, tempo (semanas) e umidade relativa do ar (URA) de alimentos para cães em embalagens abertas.

	UM	Aa	Acidez	Peróxido	PB	EE	Tamanho	Tempo	URA
UM	NA	-	-	-	-	-	-	-	-
Aa	0,873**	NA	-	-	-	-	-	-	-
Acidez	0,850**	0,755**	NA	-	-	-	-	-	-
Peróxido	-0,193	0,428	0,354	NA	-	-	-	-	-
PB	-0,808**	-0,09	0,862**	0,347	NA	-	-	-	-
EE	-0,808**	-0,09	0,862**	0,347	NA	NA	-	-	-
Tamanho	0,953**	0,773**	0,851**	-0,242	NA	NA	NA	-	-
Tempo	0,134	0,680**	0,09	0,826**	NA	NA	NA	NA	-
URA	0,216	0,688**	0,09	0,334	NA	NA	NA	0,208	NA

** $P<0,01$

NA= não avaliado

Em embalagens abertas a Aa apresentou correlação positiva com a UM, acidez, tamanho do extrusado e tempo de armazenamento ($P<0,01$). Do mesmo modo, a acidez apresentou correlação positiva com as variáveis supracitadas ($P<0,01$), com exceção do tempo de armazenamento ($P>0,05$). Portanto, quanto maior a Aa, UM e tamanho do extrusado, maior será o valor de acidez do alimento.

A acidez também apresentou correlação positiva com a PB e EE ($P<0,01$). Assim como em embalagens fechadas, nas embalagens abertas dietas formuladas com níveis maiores de PB e EE apresentarão maior teor de acidez.

Alimentos completos para cães em embalagens abertas apresentaram correlação entre índice de peróxido e tempo de armazenagem ($P<0,01$). Por isso, quanto maior o tempo em que as embalagens permanecem abertas, maior será o índice de peróxido. Não houve correlação entre peróxido e Aa, tempo e UM e entre URA e UM ($P>0,05$).

3.2 EXPERIMENTO 2: ESTABILIDADE DE ATIVIDADE DE ÁGUA

As figuras 1 e 2 apresentam a relação entre a Aa e tempo após recobrimento com palatilizante das dietas experimentais.

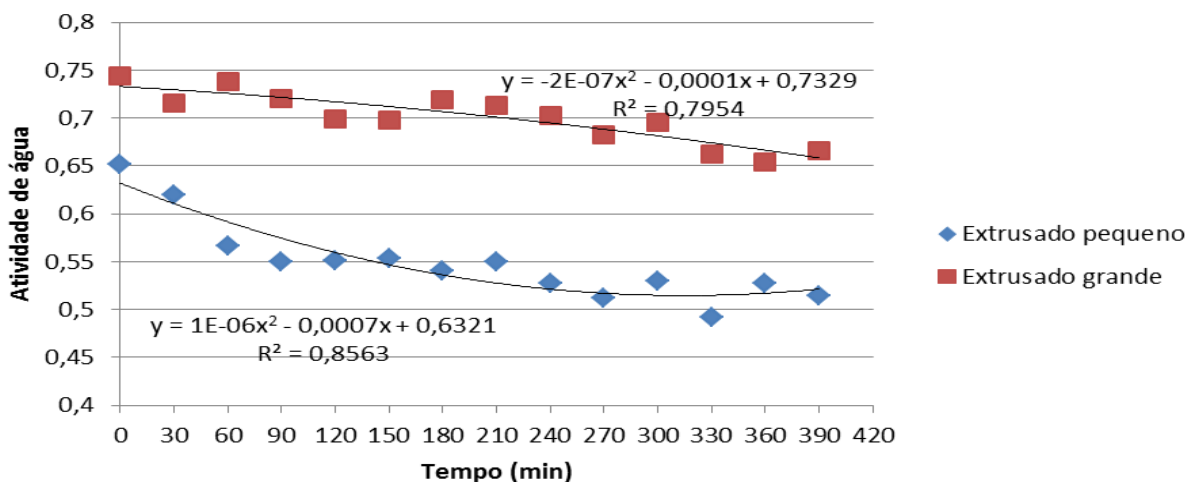


Figura 1 - Relação entre atividade de água e tempo após recobrimento com palatabilizante em alimentos completos para cães com diferentes tamanhos de extrusados.

Com as derivadas das equações geradas por meio da regressão das dietas com tamanhos de extrusados diferentes (figura 1) foi possível observar que o alimento com extrusados de tamanho menor obteve estabilidade da Aa em, aproximadamente, 350 minutos ou 5,8 horas. Durante o período de 6,5 horas, o extrusado de menor volume obteve variação de Aa entre 0,652 (Aa inicial) e 0,515 (Aa final), tendo estabilização com 0,509 de Aa. Já, o alimento com extrusado de tamanho maior estabilizou em 250 minutos ou 4,2 horas. Durante o período de observação da Aa, o extrusado de maior volume obteve variação entre 0,744 (Aa inicial) e 0,666 (Aa final), e estabilização com 0,695 de Aa.

Na figura 2 é possível verificar que o tempo de estabilização da Aa para a dieta BPE foi de 133 minutos ou 2,2 horas. Durante o período de 6,5 horas, a dieta BPE obteve variação de Aa entre 0,663 (Aa inicial) e 0,552 (Aa final), tendo estabilização com 0,629 de Aa. Enquanto o tempo de estabilização da Aa para a dieta APE foi de 400 minutos ou 6,7 horas. Durante o período de observação da Aa, a dieta BPE obteve variação entre 0,613 (Aa inicial) e 0,507 (Aa final), e a estabilização da Aa aconteceu com 0,514.

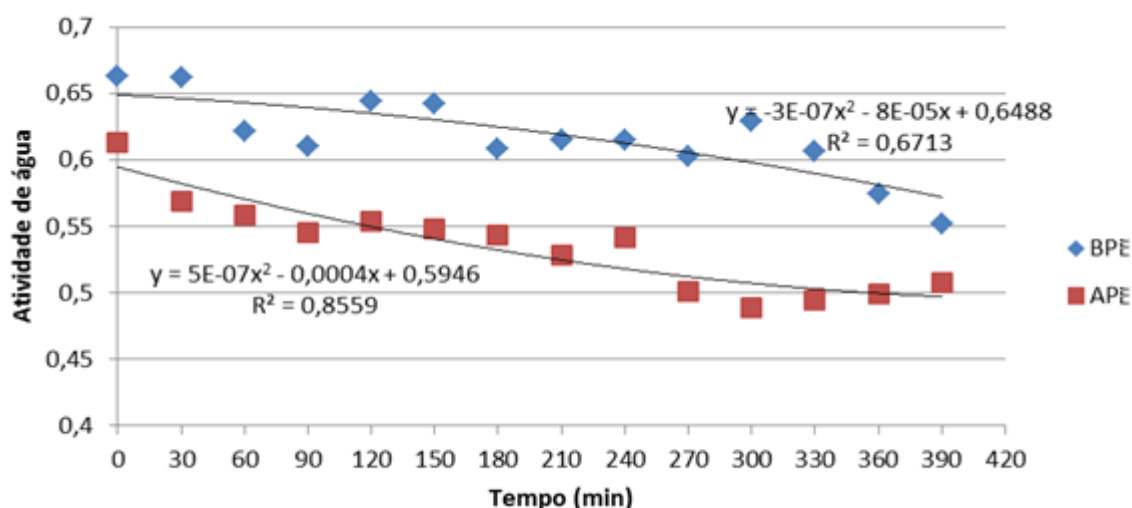


Figura 2 - Relação entre atividade de água e tempo após recobrimento com palatabilizante em alimentos completos para cães com alta proteína e extrato etéreo (APE) e baixa proteína e extrato etéreo (BPE)

4. DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO 1: ESTABILIDADE DE ALIMENTOS EXTRUSADOS PARA CÃES ARMAZENADOS EM EMBALAGENS ABERTAS E FECHADAS

Os alimentos completos armazenados em embalagens de 10 kg abertos e os alimentos completos armazenados em embalagens fechadas de 1 kg apresentaram correlação positiva entre Aa e UM. Estes dados não corroboram os dados de ZANATTA et al. (2011). Em experimento realizado, os autores relatam que a Aa não possui correlação com a UM do extrusado acabado. Este fenômeno nem sempre pode acontecer, entretanto, a Aa e UM podem apresentar correlação na maior parte das vezes.

No caso do presente estudo, isso pode ter acontecido porque a estabilidade da Aa é influenciada pelos ingredientes da dieta. Se a dieta contém ingredientes menos higroscópicos a água fica menos ligada e a Aa permanece mais correlacionada a UM.

De acordo com KRABBE (2009), a correlação positiva entre URA e Aa para embalagens abertas pode ser explicada, pois embalagens após abertas para consumo sofrem um processo chamado equilíbrio higroscópico e por isso sofrem rápida hidratação. Esta hidratação pode acarretar em aumento de Aa e, conseqüentemente,

desenvolvimento microbiano. Embalagens fechadas também sofreram interação com o meio ambiente. Este fato não deve acontecer com alimentos embalados, portanto, é possível que o material das embalagens utilizadas neste estudo não seja eficaz para evitar trocas gasosas entre o meio e os alimentos.

O aumento de Aa e UM em relação ao tamanho do extrusado para embalagens abertas e fechadas pode ter acontecido, pois extrusados com maior volume apresentam maior dificuldade para perder umidade durante o processo de secagem, em função da relativa menor superfície de contato com o ar.

Outro fator que culminou em aumento da Aa para as embalagens abertas foi o tempo. Quanto mais tempo as embalagens permaneceram abertas, maior foi o valor de Aa.

Houve ainda, aumento de acidez em dietas que apresentavam maiores níveis de proteína e gordura. Este fator está relacionado principalmente com o aumento de EE na dieta, pois a acidez é formada principalmente devido à presença de ácidos graxos livres. Geralmente, formulações com maiores níveis de EE também apresentam maiores níveis de PB, por isso a correlação também é positiva em relação à PB do alimento completo. Além disso, rações que apresentam altos níveis de PB geralmente utilizam mais farinhas de origem animal em sua formulação, as quais podem contribuir à acidez da dieta. A acidez também pode ser acelerada com a presença de fatores como umidade, temperatura e oxigênio (BELLAYER & ZANOTTO, 2004). E talvez por isso, este fator também tenha relação com o maior tamanho do extrusado, já que o extrusado de maior volume está relacionado com o aumento de UM.

O índice de peróxido aumentou em relação ao tempo em que o alimento permaneceu aberto. Isso pode ter acontecido porque as embalagens abertas tinham contato direto com altas temperaturas, luz e oxigênio (BELLAYER & ZANOTTO, 2004).

4.2 EXPERIMENTO 2: ESTABILIDADE DA ATIVIDADE DE ÁGUA

Embora os extrusados maiores de alimentos completos para cães possam apresentar maior Aa e UM, dados submetidos à análise de regressão demonstram que extrusados de maior volume estabilizaram os valores de Aa após o banho de palatabilizantes 100 minutos antes que extrusados de menor volume.

A dieta BPE apresentou estabilidade da Aa com menor tempo, em relação a dieta APE. Isso pode ter acontecido por causa dos maiores níveis de PB e EE da dieta APE, que podem tornar a ração menos estável.

5. CONCLUSÕES

Os tratamentos com extrusados maiores e elevados teores de proteínas e lipídios requerem mais cuidados na secagem e armazenamento, pois são mais instáveis, principalmente se armazenadas em embalagens abertas. Os dados comprovam grande interação entre o ambiente e a ração em exposição direta.

Além disso, estas dietas ainda apresentam maior instabilidade da Aa logo após a aplicação de palatilizante, por isso, deve-se ter maior cuidado com o momento de ensaque de dietas com extrusados maiores e com maiores níveis de proteína e gordura.

Apesar da atividade de água ser um parâmetro muito importante a ser monitorado para garantir a qualidade dos alimentos acabados para cães, outros parâmetros devem ser considerados, como umidade, acidez e peróxido.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF THE OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS – AOAC. Official and tentative methods of analysis, 16.ed. Arlington, Virginia: AOAC International, 1995.

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos protéicos de origem animal. Santos: Apinco, 2004. **Anais...** Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_k9r8d4m.pdf> Acesso em 23 de janeiro de 2013.

BELITZ, H.D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**, 3 Ed., Germany: Springer, 2004, p. 1071.

Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal. São Paulo: Sindirações/Anfal. Campinas CBNA/SDR/MA.1998. 371p

CYPRIANO L. Decomposição da matéria crua e sua ação sobre a qualidade das farinhas e óleos de origem animal. **Pet Food Brasil**. Ano 2, Edição 7, p 42-50. Março- Abril, 2010.

FELIX, A.P., OLIVEIRA, S.G., MAIORKA, A. Fatores que interferem no consumo de alimentos em cães e gatos. In: Vieira, S. Consumo e preferência alimentar de animais domésticos. 1ed. Phytobiotics Brasil: Londrina. Cap. 3. p. 162-199, 2010.

KRABBE, E.L. Controle da atividade de água e produção de alimentos secos e semi-úmidos. In: I Congresso Internacional e VIII Simpósio sobre nutrição de animais de estimação - CBNA. Campinas – SP, Anais...Maio de 2009.

LIMA, E. S., ABDALLA, D. S. P. Peroxidação Lipídica: mecanismos e avaliação em amostra microbiológica. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, vol 37, nº 3. p. 293-303, 2001.

ZANATTA, C. P., FELIX, A. P., BRITO, C. B., DOMINGUES, L., OLIVEIRA, S. G., MAIORKA A. Atividade de água na produção de alimentos secos extrusados para cães e gatos. In: III Congresso Internacional e X Simpósio sobre nutrição de animais de estimação - CBNA. Campinas – SP, Maio de 2011.

CAPÍTULO III – EFEITO DE DIFERENTES TAMANHOS DE EXTRUSADO E LOCAIS DE INCLUSÃO DE GORDURA NA CONSERVAÇÃO, DIGESTIBILIDADE E PALATABILIDADE DE DIETAS PARA CÃES

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a estabilidade, conservação, digestibilidade e palatabilidade de dietas com diferentes tamanhos de extrusado e locais de inclusão de gordura em cães. Foram realizados quatro experimentos. Foram avaliadas quatro dietas de mesma formulação, sendo: extrusado pequeno (PQ) com aplicação da metade da gordura no condicionador (CO) (PQCO); PQ com aplicação total da gordura no recobrimento (RE) (PQRE); extrusado grande (GR) com CO (GRCO) e GRRE. No 1º experimento foi avaliada a estabilidade da atividade de água (Aa) das dietas após recobrimento com palatilizante líquido. No 2º experimento avaliou-se a digestibilidade das dietas logo após a fabricação e após 11 meses. Foram utilizados oito cães distribuídos em quadrado latino 4 x 4 em parcela subdivida no tempo. No 3º experimento a palatabilidade foi avaliada por meio de quatro comparações: GRRE vs. PQRE (umidades iguais e diferentes), GRRE vs. GRCO e PQRE vs. PQCO. Foram utilizados 15 cães e três dias de testes para cada ensaio, totalizando 45 repetições por teste. A palatabilidade foi avaliada logo após a fabricação das dietas e novamente após 11 meses. Já o 4º experimento foi realizado comparando-se a conservação das dietas em temperatura e umidade relativa do ar controladas e em condições ambiente. A dieta GRRE estabilizou a Aa em menor tempo, porém com maior Aa final. Não houve diferença na digestibilidade das dietas logo após a sua fabricação ($P > 0,05$). No entanto, após 11 meses, as médias de digestibilidade do extrato etéreo e a energia metabolizável (EM) diminuíram ($P < 0,05$). No primeiro ensaio de preferência alimentar houve diferença de consumo apenas para o teste GRRE vs. PQRE (UM diferentes), em que os cães preferiram a dieta GRRE por apresentar maior UM. Entretanto no segundo teste houve diferença para os ensaios GRRE vs. PQRE (UM iguais), GRRE vs. GRCO e PQRE vs. PQCO, na qual os cães preferiram os tratamentos PQRE, GRCO e PQCO respectivamente. A conservação dos tratamentos obteve comportamento parecido para os dois tipos de armazenamento. Alimentos com inclusão de gordura no recobrimento apresentam estabilidade menor, na digestibilidade, alimentos armazenados por mais tempo apresentam menor qualidade em relação a dietas recém fabricadas, assim como o consumo de cães, o qual pode apresentar maior influência pelo tamanho do extrusado e local de inclusão de gordura em dietas mais próximas da validade. Dietas armazenadas em condições controladas ou em temperatura ambiente podem sofrer aumento de valores dos parâmetros de conservação os alimentos completos destinados a cães.

Palavras chaves: atividade de água, oxidação.

EFFECT OF DIFFERENT SIZES AND LOCATIONS EXTRUDATE INCLUDING FAT STORAGE, DIGESTIBILITY AND PALATABILITY OF DIETS FOR DOGS

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the stability, conservation, digestibility and palatability of diets with different sizes of extruded and local inclusion of fat in dogs. Four experiments were conducted. Four diets of the same formulation were evaluated, as follows: extruded small (PQ) with application of half the fat in conditioner (CO) (PQCO); PQ with full implementation of fat covering (RE) (PQRE); large extruded (GR) with CO (GRCO) and GRRE. In the 1st experiment the stability of the water activity (Aw) of the diets after coating with liquid flavor agent. In the 2nd experiment evaluated the digestibility of diet immediately after manufacture and after 11 months. We used eight dogs were divided into 4 x 4 Latin square in plot subdivided in time. In the 3rd experiment palatability was evaluated by means of four comparisons: GRRE Vs. PQRE (similar and different humidities), GRRE vs. GRCO and PQRE vs. PQCO. We used 15 dogs and three days of testing for each test, a total of 45 repetitions per test. Palatability was evaluated just after manufacturing of diets and again after 11 months. Already the 4th experiment was conducted comparing the conservation of diets in temperature and relative humidity controlled air and ambient conditions. The GRRE diet stabilized the Aa in less time, but higher end Aa. There was no difference in the digestibility of diets shortly after its manufacture ($P > 0.05$). However, after 11 months, the average of ether extract digestibility and metabolizable energy (ME) decreased ($P < 0.05$). In the first test of food preference was consumption difference only for GRRE test vs. PQRE (other than A), in which the dogs preferred the GRRE diet A showed the highest. However in the second test was no difference for GRRE trials vs. PQRE (UM equal), GRRE vs. GRCO and PQRE vs. PQCO in which the dogs preferred the PQRE treatments and GRCO PQCO respectively. The conservation of treatments obtained similar behavior for both types of storage. Foods with inclusion of fat in the coating have less stability, digestibility, stored food for a longer time have lower quality than the newly manufactured diets, as well as the consumption of dogs, which may be more influenced by the size and location of the extrudate including of fat in diets closest validity. Diet stored under controlled conditions or at room temperature can suffer increased values of conservation parameters complete foods for dogs.

Keywords: water activity, oxidation.

1. INTRODUÇÃO

Fatores como qualidade das matérias primas, uso de conservantes e secagem podem interferir no desenvolvimento fúngico e na oxidação lipídica de alimentos secos extrusados. Além disso, variáveis de processo, como o tamanho do extrusado e local de aplicação da gordura também podem ter impacto sobre a conservação dos alimentos extrusados, embora a influência desses fatores ainda seja pouco conhecida.

Dietas contendo extrusado de maior volume apresentam maior umidade e Aa, podendo aumentar o desenvolvimento fúngico na ração (LIMA et al., 2013a). Ainda, segundo SOUZA et al. (2012) a extrusão pode promover complexações lipoproteicas, reduzindo os lipídios livres da dieta. Portanto, quando a gordura é adicionada na massa, antes da extrusão, esta complexação pode ser ainda maior, o que reduziria a deterioração da ração por oxidação.

Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi relacionar o tamanho de extrusado e a aplicação de gordura no condicionador ou por recobrimento com a estabilidade, conservação, digestibilidade, características de fezes e palatabilidade de alimentos extrusados para cães.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi aprovado pelo Comitê de ética ao uso de animais do setor de Ciências agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, Brasil, protocolo 059/2013.

2.1 DIETAS

Foram avaliadas quatro dietas para cães com mesma formulação de acordo com a tabela 1.

As dietas foram moídas em peneiras de 1,0 mm e extrusadas em extrusora de rosca dupla (E-200; Ferraz, Ribeirão Preto, Brasil). As dietas apresentaram a mesma formulação (Tabela 2). As temperaturas médias do condicionador e canhão extrusor eram de 80° C e 129° C respectivamente. A temperatura de secagem dos tratamentos foi de 115 °C e esta foi realizada pelo período de 40 minutos.

Tabela 1 - Dietas avaliadas

Tratamento	Tamanho do extrusado	Gordura adicionada no condicionador	Gordura adicionada no recobrimento
PQCO	Pequeno (0,537 cm ³)	4%	4%
PQRE	Pequeno (0,537 cm ³)	-	8%
GRCO	Grande (0,925 cm ³)	4%	4%
GRRE	Grande (0,925 cm ³)	-	8%

Tabela 2 - Ingredientes e composição química na matéria seca das dietas contendo extrusado pequeno (PQ) com aplicação da metade da gordura no condicionador (PQCO); PQ com aplicação total da gordura no recobrimento (PQRE); extrusado grande (GR) com CO (GRCO) e GRRE.

Ingredientes (%)	PQCO	PQRE	GRCO	GRRE
Milho	51,64	51,64	51,64	51,64
Farelo de Soja 46%	15,0	15,0	15,0	15,0
Farinha de Carne	5,0	5,0	5,0	5,0
Farinha de Vísceras	15,0	15,0	15,0	15,0
Sal Branco Comum	0,5	0,5	0,5	0,5
BHA	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075
BHT	0,105	0,105	0,105	0,105
Ácido Cítrico	0,035	0,035	0,035	0,035
Propionato de Cálcio	0,3	0,3	0,3	0,3
Cloreto de Colina	0,2	0,2	0,2	0,2
Suplemento mineral vitamínico	0,3	0,3	0,3	0,3
Gordura de Aves	8,0	8,0	8,0	8,0
Palatabilizante Líquido	3,0	3,0	3,0	3,0
Palatabilizante em Pó	1,0	1,0	1,0	1,0
Composição química (%)				
Matéria Seca	96,83	97,12	93,84	93,37
Proteína Bruta	25,49	25,45	27,41	36,69
Extrato Etéreo em Hidrolise Ácida	15,95	16,15	15,51	15,36
Fibra Bruta	2,19	1,91	2,15	2,96
Matéria Mineral	6,85	6,67	6,16	6,63
Cálcio	1,7	1,75	1,99	1,92
Fosforo	0,96	0,93	1,16	1,05
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	4333,3	4278,5	4290,4	4289,3

2.2 EXPERIMENTO 1: INFLUÊNCIA NO TAMANHO DE EXTRUSADO E MODO DE INCLUSÃO DE GORDURA NA ESTABILIDADE DA ATIVIDADE DE ÁGUA DE DIETAS PARA CÃES

2.2.1 Análises Laboratoriais

Para medir o tempo de estabilização da Aa de alimentos completos para cães após o recobrimento com palatilizante líquido (hidrolisado de fígado de aves) foram coletadas amostras de 1,00 kg de cada dieta experimental. Foram coletadas sub amostras a cada meia hora para realização de análise de Aa por um período de 9 horas.

Foram mensuradas a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar (URA) nos dias em que estas análises foram realizadas.

2.2.2 Análise Estatística

As amostras foram submetidas à análise de regressão, totalizando 8 repetições por tratamento. Foram feitas as derivadas das equações, igualando-se y a zero, para estimativa do tempo de estabilização da Aa das diferentes dietas após aplicação do palatilizante.

2.3 EXPERIMENTO 2: DIGESTIBILIDADE

Foram realizados dois ensaios de digestibilidade para os quatro alimentos avaliados (PQCO, PQRE, GRCO e GRRE). O primeiro foi realizado logo que os alimentos foram produzidos e o segundo após 11 meses de armazenagem das mesmas dietas.

2.3.1 Animais, instalações e ensaios de digestibilidade

Foram utilizados oito cães adultos da raça Beagle (4 machos e 4 fêmeas), saudáveis, com cinco e seis anos de idade. Os cães foram mantidos individualmente em baias de alvenaria cobertas medindo 5 x 2 m. Foram utilizados os mesmos cães para o primeiro (dietas recém produzidas) e segundo (dietas após 11 meses de produção) ensaio de digestibilidade.

Os ensaios de digestibilidade foram conduzidos com cinco dias de adaptação às dietas e instalações e cinco dias de coleta total de fezes seguindo as recomendações da AAFCO (2004).

Em todos os períodos os cães foram alimentados duas vezes ao dia com a quantidade suficiente para atender as necessidades energéticas dos animais segundo o NRC (2006). A água foi fornecida à vontade. As fezes foram coletadas duas vezes ao dia logo após a alimentação dos cães e foram acondicionadas em recipientes plásticos individuais, identificados, fechados e armazenados em freezer para posteriores análises.

As dietas e fezes foram submetidas a análises químicas de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo em hidrólise ácida (EEA), segundo a AOAC (1995). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica. Com base nos resultados laboratoriais obtidos foram calculados os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes e energia e a energia metabolizável (EM) das dietas, segundo a AAFCO (2004):

- $CDA = (g \text{ nutriente ingerido} - g \text{ nutriente excretado}) / g \text{ nutriente ingerido}$.
- $EM (kcal.g^{-1}) = \{kcal.g^{-1} \text{ EB ingerida} - kcal.g^{-1} \text{ EB excretada nas fezes} - [(g \text{ PB ingerida} - g \text{ PB excretada nas fezes}) \times 1,25 \text{ kcal.g}^{-1}]\} / g \text{ ração ingerida}$.

2.3.2 Características fecais

As características das fezes foram avaliadas pelo teor de matéria seca (MSf), escore fecal, concentração de amônia e pH. O pH fecal e a concentração de amônia foram analisados em fezes coletadas no máximo 15 minutos após a defecação. O escore fecal foi avaliado sempre pelo mesmo pesquisador, atribuindo-se notas de 1 a 5, sendo: 1 = fezes pastosas e sem forma; 2 = fezes macias e mal formadas; 3 = fezes macias, formadas e úmidas; 4 = fezes bem formadas e consistentes; 5 = fezes bem formadas, duras e secas, de acordo com CARCIOFI et al. (2009).

O pH fecal foi mensurado por meio de um pHmêtro digital (331, Politeste Instrumentos de Teste Ltda, São Paulo, SP, Brasil) utilizando 3,0 g de fezes frescas diluídas com 30 mL de água destilada. A concentração de amônia nas fezes foi determinada em 5 g de fezes, as quais foram incubadas em balão de vidro de 500 ml, contendo 250 mL de água destilada durante 1 hora. Em seguida, três gotas de álcool octilo (1-octanol) e 2 g de óxido de magnésio foram adicionadas à solução, que foi destilado em aparelho Macro-Kjeldahl e recuperado em copo contendo 50 mL de ácido bórico. Finalmente, a amônia foi titulada, utilizando ácido sulfúrico 0,1 N normalizados. A concentração de amônia fecal foi calculada como: amoníaco-N (g / kg) = N × fator de correção × 17 × (volume de ácido - em branco) / peso da amostra (g). A concentração de amônia fecal foi corrigida para MS fecal.

2.3.3 Delineamento Experimental e Análises Estatísticas

Os animais foram distribuídos em delineamento quadrado latino duplo (4x4) com quatro tratamentos e quatro períodos, totalizando oito repetições por tratamento. Todos os tratamentos foram distribuídos em cada período, de forma que ao término das repetições todos os cães consumiram todos os tratamentos. O experimento foi analisado segundo um esquema em parcela sub-subdividida no tempo, sendo a parcela o tempo (inicial vs. após 11 meses de produção), subparcela o tamanho do extrusado (grande vs. pequeno) e a sub-subparcela o modo de inclusão de gordura (condicionador vs. recobrimento).

Os dados foram previamente verificados quanto à sua normalidade (Shapiro-Wilk) e quando atendida essa premissa foram analisados utilizando o procedimento GLM do pacote estatístico SAS. As médias obtidas foram comparadas pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$). Os dados não paramétricos (escore, amônia e pH) foram analisados pelo teste Kruskal-Wallis ($P < 0,05$).

2.4 EXPERIMENTO 3: PREFERÊNCIA ALIMENTAR

As dietas foram formuladas e processadas como descrito anteriormente para o experimento de digestibilidade. Cada alimento foi fornecido em quantidade 30% superior

as recomendações de EM do NRC (2006). Os testes foram realizados logo após a fabricação das dietas e repetidos 11 meses após a sua fabricação.

2.4.1 Animais, instalações e testes

Foram utilizados 15 cães adultos (cinco e seis anos), machos e fêmeas, vacinados e desverminados, da raça Beagle. Os cães foram alojados conforme descrito no item 2.4.1 do ensaio de digestibilidade.

Foram comparados quatro tratamentos (dois a dois) perfazendo quatro testes (comparações) logo após a produção das dietas e outros quatro testes realizados após 11 meses de produção, sendo: PQCO x PQRE; GRCO x GRRE e GRRE x PQRE. Este último foi realizado duas vezes. A primeira com os níveis de UM originais (2,88% PQRE vs. 6,63% GRRE) e a segunda com os valores de UM igualadas, por meio da adição de água na dieta PQRE (6,37% PQRE vs. 6,63% GRRE).

As dietas foram oferecidas em dois comedouros, uma vez ao dia, por um período de 30 minutos. A posição dos comedouros foi alternada a cada dia, com três dias para cada comparação, gerando 45 observações. A preferência alimentar foi calculada com base no consumo (fornecido – sobras) relativo das dietas (A e B), sendo:

- Preferência alimentar (%) = $\left[\frac{\text{g ingeridas da dieta A ou B}}{\text{g totais fornecidas (A + B)}} \right] \times 100$

2.4.2 Delineamento Experimental e Análises Estatísticas

Os cães foram distribuídos inteiramente ao acaso, totalizando 45 observações por teste (15 cães x 3 dias). Os dados foram analisados pelo teste T de Student a 5% de significância.

2.5 EXPERIMENTO 4: CONSERVAÇÃO DAS DIETAS

2.5.1 Análises Laboratoriais

Os quatro tratamentos foram divididos em dois tipos de armazenamento. A primeira permaneceu em local arejado sobre estrados de madeira, sem incidência de luz solar ou umidade, durante 12 meses, em sacos de 25 kg para avaliação da conservação das dietas durante o período total da validade estipulado pelo fabricante. Foram realizadas mensurações de temperatura e URA mínimas e máximas durante o período de 24 horas todos os dias durante os 12 meses. A média de temperatura mínima durante o ano foi de 17,4°C com desvio padrão de 4,1 e a média de temperatura máxima foi de 25,8°C com desvio padrão de 5,8. A média de URA mínima foi de 57% com desvio padrão de 0,13 e a média máxima de 78% com desvio padrão de 0,07. Foram coletadas sub amostras de cada tratamento a cada 15 dias durante os 12 meses, totalizando 24 amostragens durante o ano.

A segunda parte das dietas foi armazenada em câmara climática com temperatura e URA controladas. Sendo, 30°C e 75% de URA por um período de 20 semanas. As dietas armazenadas em câmara climática foram divididas em potes plásticos com 120 g de ração/pote fechados com plástico filme e contendo 60 furos em cada. Cada tratamento foi armazenado em 10 potes, totalizando 40 potes para o experimento. Uma vez por semana um pote de cada tratamento foi retirado da câmara e foram realizadas as análises relacionadas a conservação destes alimentos.

Estas amostras foram submetidas a análises de Aa, UM, índice de peróxido e acidez (Compêndio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998). Também foram realizadas ao início e ao final do experimento a determinação de Aflatoxina (B1, B2, G1, G2) e Zearalenona por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). Também foram realizadas análises de unidade formadora de colônia (UFC) para quantificação de fungos.

2.5.2 Análises Estatísticas

Foram realizadas 20 análises para os tratamentos os quais permaneceram em câmara climática e 24 para os tratamentos em temperatura ambiente. Todas as análises foram realizadas em duplicata. Ao final do experimento os resultados dos dois grupos de alimentos foram submetidos a análise de regressão.

3. RESULTADOS

3.1 EXPERIMENTOS 1: INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE EXTRUSADO E MODO DE INCLUSÃO DE GORDURA NA ESTABILIDADE DA ATIVIDADE DE ÁGUA DE DIETAS PARA CÃES

As figuras 1, 2 e 3 apresentam a relação entre Aa e tempo após recobrimento com palatabilizante das dietas GRRE e PQRE, GRRE e GRCO e PQRE e PQCO, respectivamente.

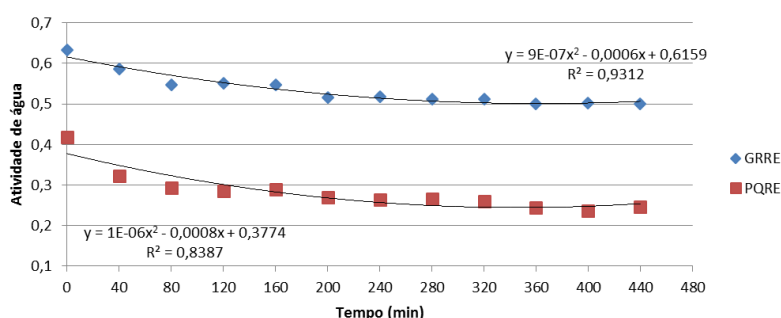


Figura 1 - Atividade de água de alimentos para cães com gordura por recobrimento (RE), com extrusados grandes (GRRE) e pequenos (PQRE).

Com as derivadas das equações geradas por meio da regressão das dietas com tamanhos de extrusados diferentes (Figura 1) foi possível observar que o alimento PQRE obteve estabilidade da Aa em, aproximadamente, 400 minutos ou 6,7 horas. Durante o período de 9 horas, o extrusado de menor volume obteve Aa inicial de 0,419 e estabilizou com 0,217 de Aa. Já, o alimento com extrusado de tamanho maior estabilizou em 333,3 minutos ou 5,5 horas. Durante o período de observação da Aa, o extrusado de maior volume obteve 0,633 de Aa inicial e estabilização com 0,516 de Aa.

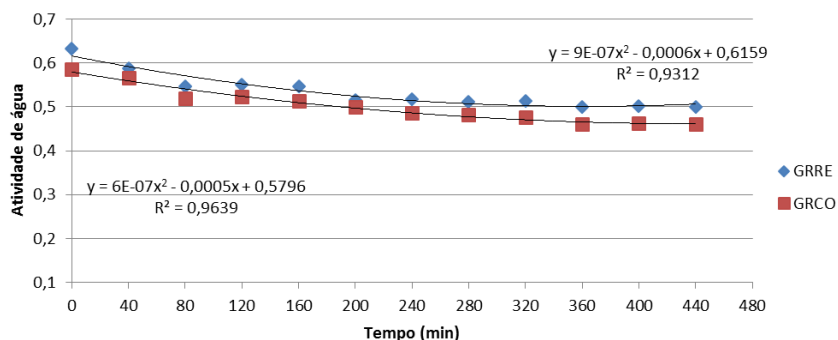


Figura 2 - Atividade de água de alimentos para cães com extrusado grande (GR) com inclusão de gordura parcial no condicionador (GRCO) ou total por recobrimento (GRRE).

Na figura 2, é possível verificar que o tempo de estabilização da Aa para o alimento GRRE é de aproximadamente 333,3 minutos ou 5,5 horas. Enquanto o tempo de estabilização da Aa para o alimento GRCO foi de 416 minutos ou 6,9 horas. Durante o período de observação da Aa, este alimento obteve Aa inicial de 0,586 e estabilizou com Aa de 0,475. Portanto, o alimento extrusado GRCO apresentou estabilização em tempo superior em relação ao extrusado de mesmo tamanho e aplicação total no recobrimento. Além disso, a dieta GRCO também apresentou Aa final inferior a dieta GRRE.

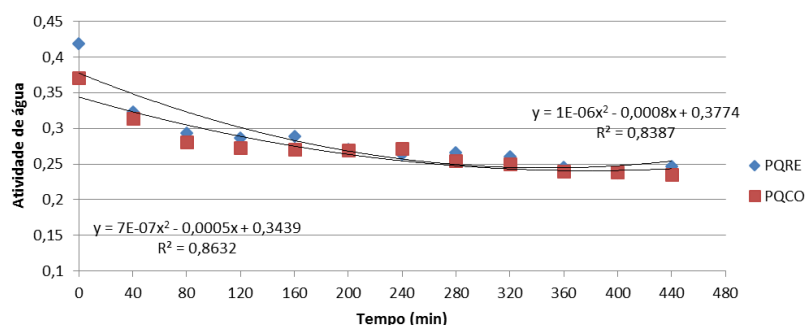


Figura 3 - Atividade de água de alimentos para cães com extrusado pequeno (PQ) e inclusão de gordura parcial no condicionador (PQCO) ou total por recobrimento (PQRE).

Já para os alimentos de extrusado pequeno e diferentes locais de inclusão de gordura (figura 3) foi observado que o alimento PQCO quando comparada ao alimento PQRE (Aa = 0,217 em 400,0 minutos ou 6,7 horas), apresentou estabilização da Aa com 357,1 minutos ou 5,9 horas. Durante o período de 9 horas, esta dieta obteve Aa inicial de 0,317, tendo estabilização com 0,255. Sendo assim, o alimento de mesmo tamanho e aplicação de gordura parcial no condicionador apresentou estabilização da Aa em tempo inferior, em relação a dieta com aplicação no recobrimento, com Aa superior.

3.2 EXPERIMENTO 2: DIGESTIBILIDADE

Não houve diferença na digestibilidade dos nutrientes e energia e na EM das dietas logo após a sua produção ($P > 0,05$, Tabela 3). Entretanto, houve redução no CDAEE após 11 meses de fabricação das dietas ($P < 0,05$). Com exceção da dieta PQCO, a qual manteve a digestibilidade do EE ($P > 0,05$). Embora a análise de variância tenha

indicado diferença para a digestibilidade da MS após 11 meses de produção das dietas ($P < 0,05$), o teste de Tukey não encontrou diferença entre as médias. Houve redução da EM de todas as dietas após 11 meses de produção ($P < 0,05$).

A MSf não diferiu entre os períodos de avaliação das dietas ($P > 0,05$). Apenas a dieta GRRE resultou em menor MSf, em ambos períodos de avaliação, em relação aos cães alimentados com as demais dietas ($P < 0,05$).

Tabela 3 - Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), energia metabolizável (EM) e matéria seca fecal (MSf) de dietas recém produzidas e após 11 meses de produção.

Item	Recém produzidas				Após 11 meses				EPM	Valor de P		
	PQCO	PQRE	GRCO	GRRE	PQCO	PQRE	GRCO	GRRE		Tamanho	Gordura	Tamanho x Gordura
CDAMS	82,35 ^a	81,12 ^a	81,37 ^a	81,34 ^a	82,40 ^a	81,12 ^a	81,05 ^a	81,01 ^a	0,16	0,14	<0,05	<0,05
CDAMO	86,39	85,59	85,76	85,74	86,34	84,99	85,29	85,26	0,13	0,18	0,06	0,07
CDAPB	84,76	83,94	84,06	84,05	84,74	82,94	83,22	83,19	0,19	0,19	0,10	0,11
CDAEE ¹²³	92,86 ^a	93,12 ^a	93,23 ^a	93,22 ^a	91,95 ^a	89,86 ^b	90,34 ^b	90,31 ^b	0,21	0,56	<0,05	<0,05
EM ¹	4333,3 ^a	4278,5 ^a	4290,5 ^a	4289,3 ^a	4079,1 ^b	4028,6 ^b	4040,8 ^b	4039,8 ^b	16,95	0,17	0,05	0,06
MSf	36,29 ^a	35,59 ^a	38,07 ^a	29,10 ^b	36,43 ^a	37,16 ^a	36,89 ^a	30,68 ^b	0,50	<0,05	<0,05	<0,05

EPM: erro padrão da média; PQCO: extrusado pequeno com inclusão parcial de gordura aplicada no condicionador; PQRE: extrusado pequeno com inclusão total de gordura aplicada no recobrimento; GRCO: extrusado grande com inclusão parcial de gordura aplicada no condicionador; GRRE: extrusado grande com inclusão total de gordura aplicada no recobrimento; ^{a,b}Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

¹ Dietas recém produzidas vs após 11 meses, ($P < 0,05$)

² Dietas recém produzidas e após 11 meses vs aplicação de gordura, ($P < 0,05$)

³ Dietas recém produzidas e após 11 meses vs tamanho do extrusado vs aplicação de gordura, ($P < 0,05$)

Em relação aos dados de escore fecal, pH e nitrogênio amoniacal (NH₃), não houve diferença estatística para todos estes itens não diferem para os experimentos 1 e 2 (Tabela 4).

Tabela 4 - Medianas do escore fecal, pH e nitrogênio amoniacal (NH₃) das fezes de cães alimentados com dietas contendo diferentes tamanhos de extrusado e locais de inclusão de gordura.

Item		PQGO	PQRE	GRCO	GRRE	EPM	P
Inicial	Escore	3,94	3,74	3,75	3,56	0,036	0,16
	pH	6,71	6,84	6,53	6,08	0,067	0,15
	NH ₃	0,08	0,08	0,07	0,08	0,006	0,56
Após 11 meses	Escore	3,66	3,80	3,77	3,50	0,043	0,35
	pH	6,87	6,82	6,91	6,17	0,086	0,12
	NH ₃	0,06	0,06	0,07	0,06	0,003	0,84

3.3 EXPERIMENTOS 3: PREFERÊNCIA ALIMENTAR

Considerando a preferência alimentar avaliada nas dietas logo após a sua produção, não foram encontradas diferenças ($P>0,05$) quanto à razão de ingestão entre as dietas PQRE vs. PQCO; GRRE vs. GRCO e GRRE vs. PQRE com umidades semelhantes. Porém, houve maior razão de ingestão ($P<0,01$) para a dieta GRRE, em relação à PQRE com umidades diferentes (6,63% e 2,88%, respectivamente) (tabela 5).

Tabela 5 - Razão de Ingestão (RI) da dieta A em relação a dieta B (n=45) logo após a sua produção.

Dieta A vs. B	RI da dieta A ^a	P
GRRE vs. PQRE (UM diferentes)	0,71 \pm 0,04	0,00 **
GRRE vs. PQRE (UM iguais)	0,43 \pm 0,04	0,106
GRRE vs. GRCO	0,45 \pm 0,04	0,24
PQRE vs. PQCO	0,42 \pm 0,05	0,106

PQCO: extrusado pequeno com inclusão parcial de gordura aplicada no condicionador; PQRE: extrusado pequeno com inclusão total de gordura aplicada no recobrimento; GRCO: extrusado grande com inclusão parcial de gordura aplicada no condicionador; GRRE: extrusado grande com inclusão total de gordura aplicada no recobrimento;

^a RI: g ingeridas da dieta A ou B/ g totais fornecidas (A + B).

* $p<0,05$

** $p<0,01$

Já a preferência alimentar realizada 11 meses após a fabricação das dietas demonstrou maior razão de ingestão ($P<0,05$) para as dietas: PQRE, em relação à GRRE; GRCO, em relação à GRRE e PQCO, em relação à PQRE. Entretanto, diferente do ensaio de palatabilidade com alimentos recém produzidos, após 11 meses de fabricação não houve diferença de consumo entre as dietas GRRE vs PQRE com umidades diferentes ($P>0,05$) (tabela 6).

Tabela 6 - Razão de Ingestão (RI) da dieta A em relação a dieta B (n=45) após 11 meses de produção.

Dieta A vs. B	RI da dieta A ^a	P
GRRE vs. PQRE (UM diferentes)	0,53 \pm 0,06	0,55
GRRE vs. PQRE (UM iguais)	0,28 \pm 0,06	0,00**
GRRE vs. GRCO	0,27 \pm 0,05	0,00**
PQRE vs. PQCO	0,36 \pm 0,06	0,00*

PQCO: extrusado pequeno com inclusão parcial de gordura aplicada no condicionador; PQRE: extrusado pequeno com inclusão total de gordura aplicada no recobrimento; GRCO: extrusado grande com inclusão parcial de gordura aplicada no condicionador; GRRE: extrusado grande com inclusão total de gordura aplicada no recobrimento;

^a RI: g ingeridas da dieta A ou B/ g totais fornecidas (A + B).

* $p<0,05$

**p<0,01

3.4 EXPERIMENTO 4: CONSERVAÇÃO DAS DIETAS

Comparando-se as Aa dos alimentos que permaneceram durante 20 semanas em câmara climática, é possível observar na figura 4, em que as Aas comparadas entre GRRE vs GRCO e PQRE vs PQCO apresentam comportamento semelhante, independentemente do tamanho do extrusado ou do local de inclusão de gordura. Já que, estas Aas obtiveram comportamento quadrático para os tratamentos (P<0,001).

As mesmas comparações foram realizadas para os tratamentos armazenados em temperatura ambiente durante o período de 12 meses. Houve comportamento linear quadrático (P<0,05) para a comparação de Aa para os tratamentos GRRE vs GRCO, e PQCO vs PQRE (figura 5).

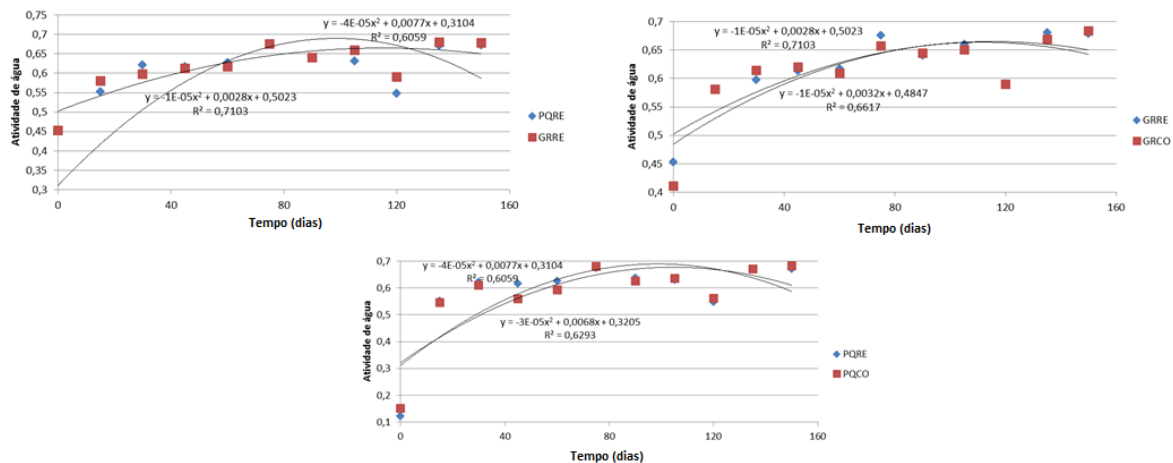


Figura 4 - Atividade de água de alimentos para cães para os tratamentos: extrusado pequeno (PQRE) vs extrusado grande com aplicação total de gordura (GRRE), extrusados grandes com aplicação total de gordura no recobrimento (GRRE) vs aplicação parcial no condicionador (GRCO) e extrusados pequenos com aplicação total de gordura no recobrimento (PQRE) vs aplicação parcial no condicionador (PQCO). Dietas armazenadas em câmara climática (75% URA e 30°C).

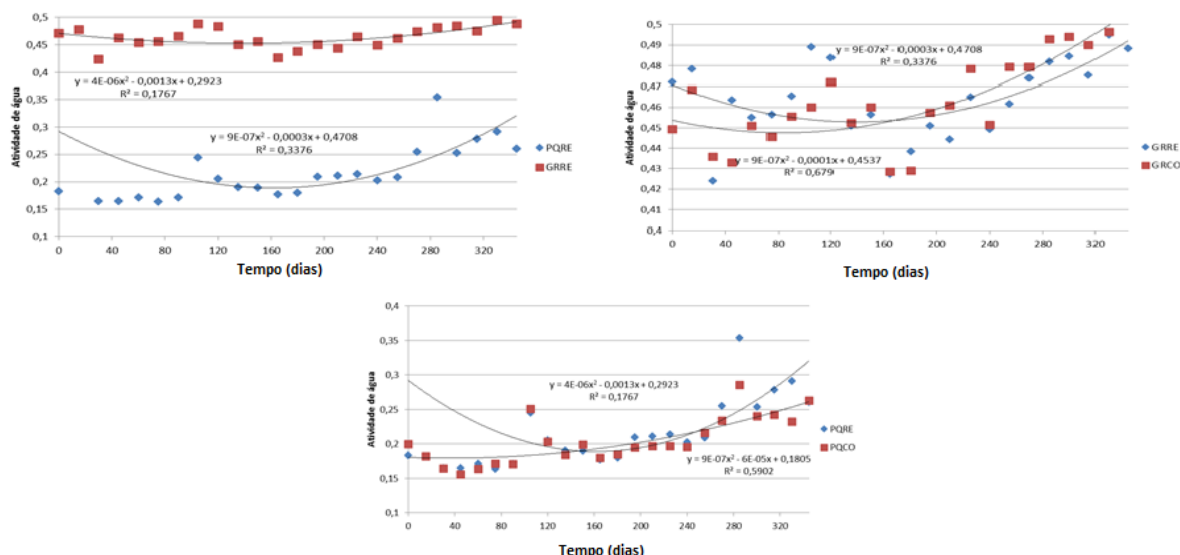


Figura 5 - Atividade de água de alimentos para cães para os tratamentos: extrusado pequeno (PQRE) vs extrusado grande com aplicação total de gordura (GRRE), extrusados grandes com aplicação total de gordura no recobrimento (GRRE) vs aplicação parcial no condicionador (GRCO) e extrusados pequenos com aplicação total de gordura no recobrimento (PQRE) vs aplicação parcial no condicionador (PQCO). Dietas armazenadas em temperatura ambiente.

Houve aumento linear ($P < 0,001$) da acidez para todos os tratamentos durante o período de 20 semanas (figuras 6). O mesmo comportamento quadrático ($P < 0,05$) foi observado para a acidez nas comparações de GRRE vs GRCO e PQCO vs PQRE (figura 7).

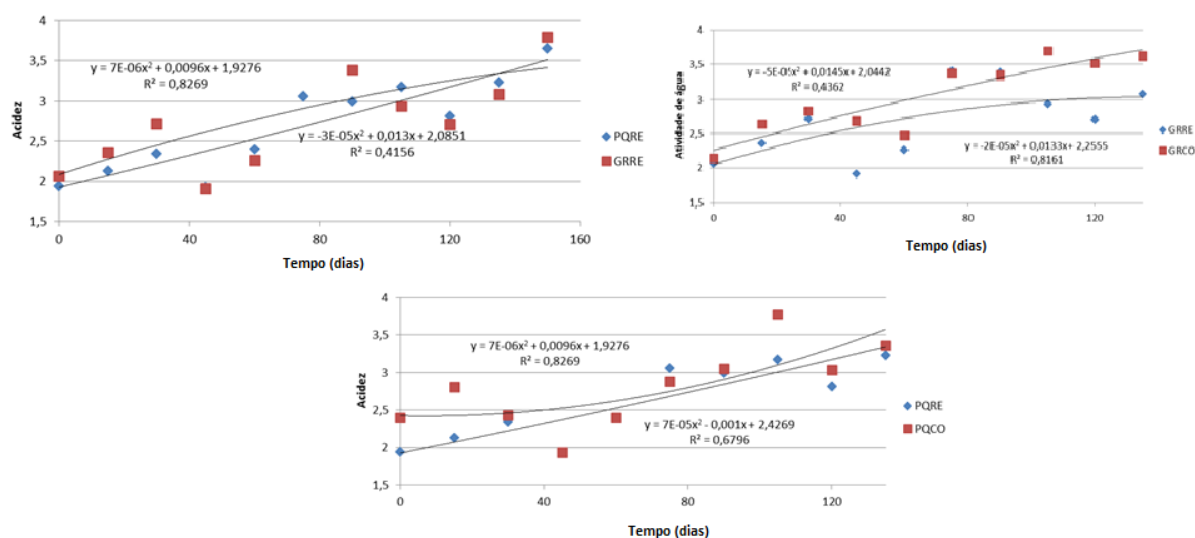


Figura 6 - Acidez de alimentos para cães para os tratamentos: extrusado pequeno (PQRE) vs extrusado grande com aplicação total de gordura (GRRE), extrusados grandes com aplicação total de gordura no recobrimento (GRRE) vs aplicação parcial no condicionador (GRCO) e extrusados pequenos com aplicação total de gordura no recobrimento (PQRE) vs aplicação parcial no condicionador (PQCO). Dietas armazenadas em câmara climática (75% URA e 30°C).

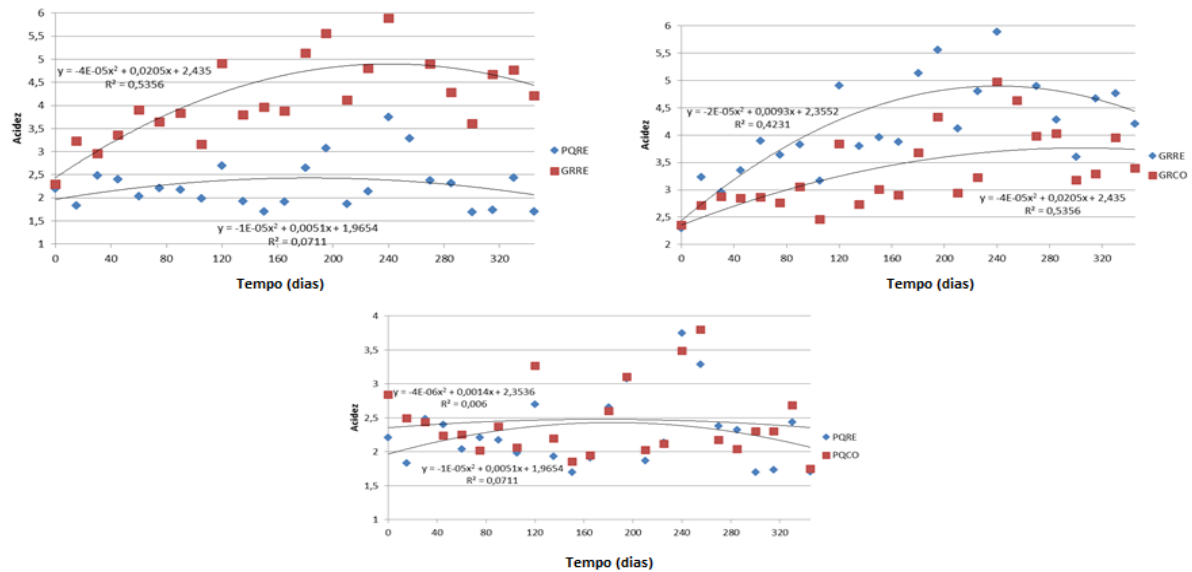


Figura 7 - Acidez de alimentos para cães para os tratamentos: extrusado pequeno (PQRE) vs extrusado grande com aplicação total de gordura (GRRE), extrusados grandes com aplicação total de gordura no recobrimento (GRRE) vs aplicação parcial no condicionador (GRCO) e extrusados pequenos com aplicação total de gordura no recobrimento (PQRE) vs aplicação parcial no condicionador (PQCO). Dietas armazenadas em temperatura ambiente.

Houve comportamento quadrático ($P < 0,05$) da umidade de dietas armazenadas em câmara climática ao longo do tempo (figura 8). Em temperatura ambiente também foi observado o comportamento quadrático ($P < 0,001$) para GRRE vs GRCO e PQRE vs PQCO (figura 9).

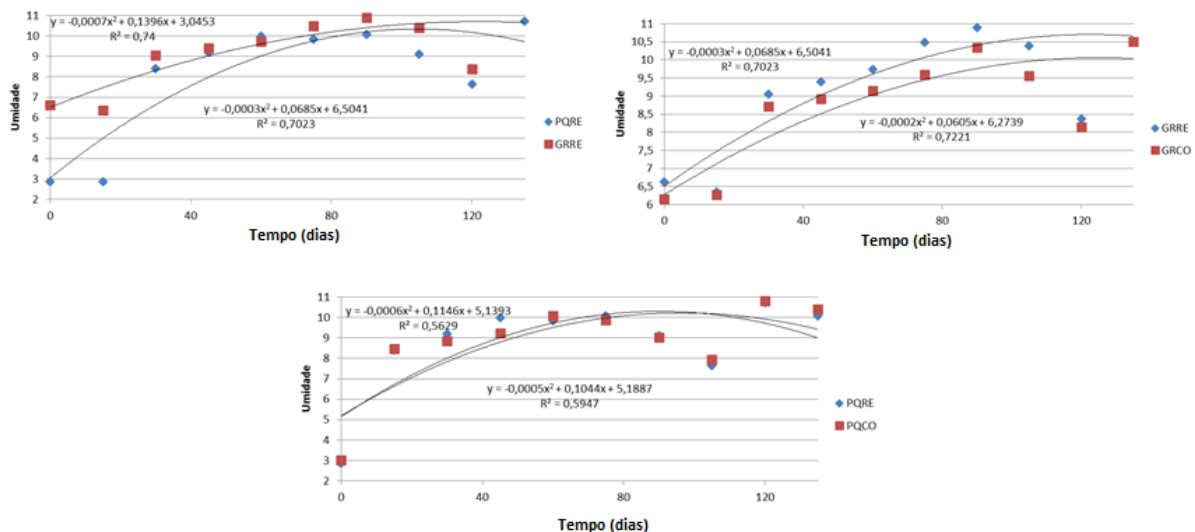


Figura 8 - Umidade de alimentos para cães para os tratamentos: extrusado pequeno (PQRE) vs extrusado grande com aplicação total de gordura (GRRE), extrusados grandes com aplicação total de gordura no recobrimento (GRRE) vs aplicação parcial no condicionador (GRCO) e extrusados pequenos com aplicação total de gordura no recobrimento (PQRE) vs aplicação parcial no condicionador (PQCO). Dietas armazenadas em câmara climática (75% URA e 30°C).

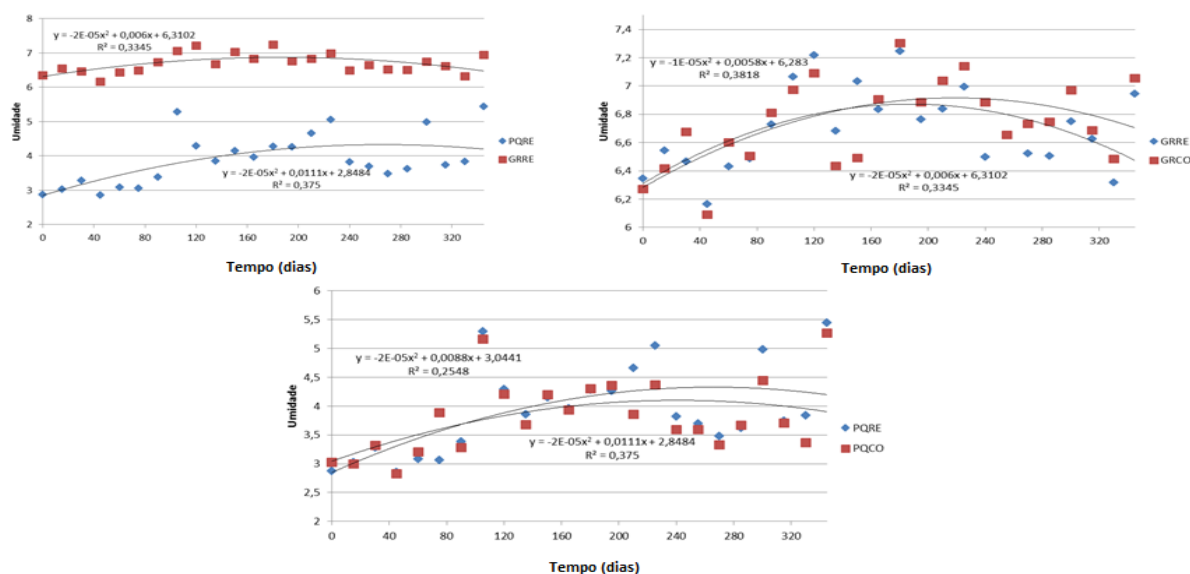


Figura 9 - Umidade de alimentos para cães para os tratamentos: extrusado pequeno (PQRE) vs extrusado grande com aplicação total de gordura (GRRE), extrusados grandes com aplicação total de gordura no recobrimento (GRRE) vs aplicação parcial no condicionador (GRCO) e extrusados pequenos com aplicação total de gordura no recobrimento (PQRE) vs aplicação parcial no condicionador (PQCO). Dietas armazenadas em temperatura ambiente.

Houve redução nos níveis de EE para os tratamentos PQRE (16,15% para 10,85%) e GRRE (15,36% para 11,42%) após 10 semanas de armazenamento das dietas em câmara climática (Tabela 7). Já a composição química de dietas após 12 meses de armazenamento em temperatura ambiente não sofreu alteração em relação ao início do experimento (Tabela 8).

Tabela 7 - Composição química (matéria seca) de dietas com extrusado pequeno (PQ) com aplicação da metade da gordura no condicionador (CO) (PQCO); PQ com aplicação total da gordura no recobrimento (RE) (PQRE); extrusado grande (GR) com CO (GRCO) e GRRE armazenadas em câmara climática (75% URA e 30°C).

%	PQCO	PQRE	GRCO	GRRE
Umidade	10,87	11,02	11,12	12,39
Proteína bruta	25,15	25,04	26,69	36,61
Extrato Etéreo em hidrólise ácida	15,08	10,85	14,08	11,42
Extrato não nitrogenado	50,70	55,00	48,52	40,04
Matéria Mineral	6,32	6,60	7,98	7,62
Fibra Bruta	1,97	1,70	1,71	3,23
Energia Bruta	4134	4197	4344	4275
Cálcio	0,80	0,81	1,00	0,78
Fósforo	0,84	0,79	0,97	0,92

Tabela 8 - Composição química (matéria seca) de dietas com extrusado pequeno (PQ) com aplicação da metade da gordura no condicionador (CO) (PQCO); PQ com aplicação

total da gordura no recobrimento (RE) (PQRE); extrusado grande (GR) com CO (GRCO) e GRRE armazenadas em temperatura ambiente.

%	PQCO	PQRE	GRCO	GRRE
Umidade	3,36	3,84	6,49	6,32
Proteína bruta	25,37	26,39	27,5	35,5
Extrato Etéreo em hidrólise ácida	15,24	14,84	14,27	14,35
Extrato não nitrogenado	47,45	46,63	41,55	33,29
Matéria Mineral	6,64	6,56	8,06	7,88
Fibra Bruta	1,94	1,74	2,13	2,66
Energia Bruta	4738	4764	4615	4725
Cálcio	0,92	0,76	0,96	0,79
Fósforo	0,76	0,81	0,93	0,84

Ao fim das 20 semanas em que os tratamentos permaneceram armazenados em câmara todas as dietas apresentavam fungos. Em análise de unidade formadora de colônia (UFC) realizada, foi observada a presença de *Penicillium* sp. para os tratamentos PQCO, PQRE e GRRE com quantidade aproximada de $1,14 \times 10^3$ para as três dietas. Não foram encontradas micotoxinas nas dietas logo após a fabricação e após 10 semanas de armazenamento em câmara climática. Não foi observado índice de peróxido positivo entre todas as análises realizadas.

4. DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO 2: INFLUÊNCIA DO TAMANHO DO EXTRUSADO E MODO DE INCLUSÃO DE GORDURA NA ESTABILIDADE DA ATIVIDADE DE ÁGUA DE DIETAS PARA CÃES

Embora os extrusados maiores de alimentos completos para cães possam apresentar maior Aa e UM, dados submetidos à análise de regressão demonstram que extrusados de maior volume estabilizaram os valores de Aa após o banho de palatabilizantes antes que extrusados de menor volume.

LIMA et al. (2013b) também observaram maior tempo para estabilidade e menor Aa em dietas contendo extrusados menores, em relação aos grandes. Isso ocorre provavelmente pela maior superfície de contato dos extrusados pequenos, que permite

maior perda de água durante a secagem. Enquanto os extrusados grandes, por apresentarem maior Aa, apresentam maior taxa inicial de evaporação da água.

A complexação lipídica com proteínas e amido durante a extrusão (SOUSA et. al, 2012) pode justificar a menor Aa inicial dos alimentos contendo parte da gordura aplicada no condicionador, merecendo mais estudos nesse sentido.

4.2 EXPERIMENTO 2: DIGESTIBILIDADE

Os CDA da MS, MO e PB não diferem em relação ao tempo em que as dietas ficaram armazenadas, provavelmente porque os parâmetros de MS e MO não estão diretamente relacionados a deterioração dos alimentos destinados a cães. Apesar da acidez das dietas aumentaram sensivelmente com o tempo de conservação, isso não revelou influência no CDAPB.

Os CDAEE apresentaram-se menores para as dietas PQRE, GRCO e GRRE armazenadas após 11 meses. Isso pode ter ocorrido devido à oxidação dos lipídios dessas dietas, a qual foi percebida pela redução no consumo desses alimentos pelos Beagles no segundo ensaio de palatabilidade. Essa tendência não foi observada no tratamento PQCO, provavelmente por ser uma dieta de extrusado pequeno e inclusão parcial de gordura no condicionador.

Além disso, a redução da digestibilidade do EE pode estar associada ao crescimento fúngico nos tratamentos, já que este tem os nutrientes da dieta como fonte de alimento, principalmente gordura e carboidrato, as quais são fontes de energia. RUPOLLO et al. (2006), relata redução de ácidos graxos insaturados em grãos de milho sob ação fúngica. Ainda, RODRIGUES (2009), observou redução de EE em amostras de milho contendo milho ardido. A ingestão de gordura oxidada por aves pode prejudicar os processos de digestão e absorção dos óleos ou gorduras no intestino, causando redução da digestibilidade (WISEMAN & SALVADOR, 1991). Estudo realizado por ZDUNCZYK et al. (2000) verificaram reduções significativas na digestibilidade da gordura em frangos, em dietas com o valor de peróxido de 200 meq peróxido/kg de óleo em comparação a alimentos com valores menores de peróxido.

A EM obteve valores menores para todos os tratamentos no experimento 2, assim como o CDAEE, isso pode ter ocorrido também por causa da provável oxidação dos lipídios ao longo do tempo de armazenamento.

Não houve diferença de digestibilidade relacionada ao local de inclusão de gordura e tamanho de extrusado. Normalmente a inclusão de gordura realizada no condicionador pode comprometer a absorção de umidade e transferência térmica, requeridas para realizar a gelatinização do amido (ROKEY et al., 2012). Isso pode reduzir a qualidade do extrusado e a cocção dos nutrientes, apesar disso, não foi observada redução de digestibilidade neste trabalho.

A restrição da área de saída do canhão extrusor determina diretamente a resistência no fluxo da massa e, conseqüentemente, a transferência de energia mecânica pela rosca, força de cisalhamento, pressão, temperatura e cozimento do amido (RIAZ, 2003). Quanto menor a área da matriz de corte maior será a pressão exercida para a saída da massa e melhor será a qualidade, e expansão do extrusado. Entretanto, não houve melhora da digestibilidade de cães alimentados com extrusados menores neste estudo. O mesmo foi relatado por ROBERTI FILHO (2013), o qual não observou diferença de digestibilidade em cães alimentados com dietas fabricadas em matrizes com 64mm² ou 24mm². Porém, o autor supracitado relata que a restrição da área aberta da extrusora elevou, em média, em seis pontos de porcentagem a gelatinização do amido.

Já a MSf foi menor para o tratamento GRRE tanto para o primeiro quanto para o segundo experimento, isso pode ter ocorrido devido aos níveis mais elevados de PB contidos nesse tratamento.

Apesar da diferença entre a MSf, nenhum dos dois experimentos apresentou diferença no escore fecal e no nitrogênio amoniacal, por isso, a conservação das dietas destinadas a cães parece não influenciar nas características de fezes destes animais.

4.3 EXPERIMENTO 3: PREFERÊNCIA ALIMENTAR

No primeiro ensaio de preferência alimentar realizado os cães não demonstraram preferência por extrusados maiores ou menores. De acordo com BOURGEOIS (2004) a preferência por tamanhos de extrusados pode variar de acordo com o porte ou raça do cão. Para um alimento de mesma formulação, mas de diâmetros diferentes, o autor supracitado relata que cães de porte grande preferem alimentos de maior diâmetro. Fato este que não foi observado em Beagles, provavelmente pelo menor porte da raça.

Este comportamento observado também pode ter relação com a fabricação das dietas. Já que no ensaio realizado logo após a fabricação das dietas não havia diferença entre a conservação das mesmas. Entretanto, houve diferença entre PQRE vs GRRE

(umidades diferentes). De acordo com BRITO et al. (2010), cães preferem alimentos de umidades maiores, já que a água pode atuar como palatilizante para estes animais.

No ensaio de palatabilidade realizado 11 meses após a fabricação dos tratamentos, os cães preferiram o alimento com inclusão parcial de gordura no condicionador, tanto para as dietas com extrusado pequeno quanto para as dietas com extrusado grande (PQRE vs PQCO e GRRE vs GRCO). Provavelmente as dietas com inclusão total de gordura no recobrimento sofrem maior oxidação ao longo do tempo. Quando a inclusão de gordura é realizada no condicionador, este nutriente pode sofrer complexações lipoproteicas, dificultando a oxidação dessa gordura. Em contra partida, quando a gordura é adicionada no recobrimento, esta fica na parte mais superficial do extrusado facilitando a interação com os radicais livres e oxigênio.

Embora não tenha havido aumento do índice de peróxido das dietas, é possível que compostos secundários à oxidação tenham sido formados, os quais são perceptíveis ao olfato dos cães.

GROSS et al. (2013) relataram que cães preferiram dietas com etoxiquim e BHA em relação a dietas conservadas com antioxidantes naturais, já que as primeiras apresentavam níveis menores de TBARS e índice de peróxido e consequentemente as dietas conservadas com antioxidantes artificiais apresentavam menor oxidação.

Para a comparação entre as dietas de tamanhos diferentes, mesmo local de inclusão de gordura (recobrimento) e UM iguais, os cães preferiram a dieta de menor extrusado. Isso pode ter ocorrido porque provavelmente entre dietas com inclusão de gordura no recobrimento, dietas com extrusado menor podem apresentar menor oxidação. De acordo com LIMA et al. (2013a) extrusados de tamanhos maiores são mais instáveis e por isso mais susceptíveis a deterioração em relação a extrusados menores. Além disso, o extrusado menor apresentava menor UM e Aa, tornando-se menos susceptível a deterioração.

Diferente do primeiro ensaio, no segundo não houve preferência clara entre as dietas GRRE vs PQRE com umidades diferentes. Isso pode ter acontecido porque apesar da dieta PQRE ter umidade menor, provavelmente estava menos oxidada em relação a dieta maior.

4.4 EXPERIMENTO 4: CONSERVAÇÃO DAS DIETAS

Os tratamentos armazenados em câmara climática apresentaram aumento para Aa, UM e acidez ao longo do tempo. Isso se deve ao tempo que as dietas permaneceram

em altas temperaturas e URA. O aumento de UM e Aa de acordo com KRABBE (2009) está relacionado ao poder higroscópico dos extrusados e sua capacidade de adsorver água do ambiente, já que dietas com diferentes UM no início do processo apresentam valores muito parecidos ao final das 10 semanas. Ainda, segundo LIMA et al. (2013a), Aa e UM são parâmetros correlacionados, ou seja, quanto maior a Aa, maior será a UM. Por isso o aumento gradativo dos dois parâmetros.

A diferença de EE na composição química das dietas com inclusão total no recobrimento pode ter ocorrido por causa da maior oxidação dessas dietas e pela utilização dessa gordura pelos fungos, os quais estavam presentes após 10 semanas de armazenamento em câmara climática. Entretanto isso não foi notado nas análises de índice de peróxido. Não houve indicio de aparecimento de micotoxina nestes tratamentos apesar do aparecimento de fungos, pois os mesmos produzem micotoxinas quando estão em condições de estresse, como mudanças de temperatura e umidade (HASCHEK et al. 2002). No caso da câmara climática, URA e temperatura permaneceram constantes durante a maior parte do tempo. O desenvolvimento fúngico tem relação com a Aa a qual na 20ª semana foi de 0,680. De acordo com ROSS (2001), com Aa a partir de 0,650 pode acontecer desenvolvimento de fungos.

Os parâmetros obtiveram comportamento parecido para as dietas em temperatura ambiente com aumento de Aa, UM e acidez. Entretanto, isso aconteceu de maneira mais clara (valores de R maiores) para os alimentos armazenados em câmara, pois estes estavam em ambiente controlado.

5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, é possível observar que alimentos com inclusão de gordura no recobrimento apresentam oxidação maior. Na digestibilidade, o tempo em que as dietas permaneceram armazenadas diferencia a qualidade da dieta mais do que o tamanho do extrusado e o local de inclusão de gordura, já que a digestibilidade da gordura e a energia metabolizável são reduzidas após 11 meses de fabricação. Entretanto, não influencia na qualidade das fezes. Ainda, o consumo das dietas mais próximas da validade, pode ser reduzida em dietas com extrusados menores, mas principalmente com a inclusão de gordura realizada no recobrimento. Também, dietas

armazenadas em condições controladas ou em temperatura ambiente podem aumentar Aa, UM e acidez comprometendo a conservação dos alimentos completos destinados a cães.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que a conservação dos alimentos destinados a cães seja realizada de maneira efetiva é importante um rigoroso controle desde a recepção de matérias primas na fábrica até o produto chegar na casa do responsável pelo animal de companhia.

Na fábrica de ração, a fiscalização da qualidade deve ser dada desde a recepção de matérias primas, durante todo o processo produtivo, e antes do ensaque. Antes de realizar o ensaque, é extremamente importante aguardar a estabilização da atividade de água para depois realizar o ensaque do alimento. Além da utilização desta análise, também é preciso considerar outros parâmetros de monitoramento, como umidade, acidez e índice de peróxido. Ainda, é preciso utilizar embalagens adequadas para cada tipo de dieta, pois, sabe-se que embalagens de baixa qualidade podem facilitar a interação com o ambiente, mesmo em embalagens bem fechadas.

Após a expedição destes produtos a preocupação com a qualidade das dietas deve continuar assim que os alimentos chegam ao varejo. É de extrema importância que os responsáveis pela revenda em *pet shops*, supermercados e agropecuárias armazenem de maneira adequada em lugar limpo, sem incidência de altas temperaturas e luz. Também é importante manter as embalagens fechadas e evitar a venda destes alimentos a granel, pois, o contato desse extrusado com o ambiente reduzirá consideravelmente a qualidade das dietas e desencadear a proliferação fúngica e bacteriana.

Da mesma forma, quando o produto chega a casa dos responsáveis pelos cães, o alimento deve ter o mesmo cuidado para que as suas características sejam conservadas. Por isso, é preciso manter o pacote de ração fechado entre um fornecimento e outro, e mantê-lo em local sem umidade. Ao invés de comprar o alimento a granel o responsável pelo animal deve comprar pacotes menores.

Assim, é possível fornecer um alimento de qualidade que garanta a saúde do animal de companhia.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Association of American Feed Control Officials – AAFCO. Dog and cat nutrient profiles. **Official Publications of the Association of American Feed Control Officials Incorporated**. AAFCO, Oxford, IN, USA, 2004.

BOURGEOIS, H. O Livro da palatabilidade em cães e gatos. Royal Canin, n.24, 2004.

BRITO, C.B.M., et al., 2010. Digestibility and palatability of dog foods containing different moisture levels, and the inclusion of a mould inhibitor. **Animal Feed Science and Technology**, v.159, p.150- 155, 2010.

CARCIOFI, A. C. et al. Comparison of micronized whole soybeans to common protein sources in dry dog and cat diets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 151, n. 3-4, p. 251–260, 2009.

GROSS K. L., BOLLINGER R., THAWNGHMUNGJ P., COLLINGS G. F., Effect of Three Different Preservative Systems on the Stability of Extruded Dog Food Subjected to Ambient and High Temperature Storage. **Nutrition Through the Life Cycle**, p 2638S – 2642S, 2013.

HASCHEK, W. M.; VOSS, K. A.; BEASLEY, V. R. Selected mycotoxins affecting animal and human health. **Handbook of Toxicologic Pathology**, 2nd.; Academic Press: New York, 2002; pp 645-698.

KRABBE, E.L. Controle da atividade de água e produção de alimentos secos e semi-úmidos. In: I Congresso Internacional e VIII Simpósio sobre nutrição de animais de estimação - CBNA. Campinas – SP, **Anais...** Maio de 2009.

LIMA, D. C., FELIX, A. P., SILVA J. R., SANTOS L., FERNANDES, R., OLIVEIRA, S.G. Estabilidade de Alimentos Extrusados para Cães Armazenados em Embalagens Abertas e Fechadas. In: V Congresso Internacional e XII Simpósio sobre nutrição de animais de estimação - CBNA. Campinas – SP, Maio de 2013.

LIMA, D. C., FELIX, A. P., SILVA J. R., ANTICO, L. P., GARBELLOTTI, A., OLIVEIRA, S.G. Estabilidade da atividade de água em alimentos extrusados para cães e gatos. In: V Congresso Internacional e XII Simpósio sobre nutrição de animais de estimação - CBNA. Campinas – SP, Maio de 2013.

NRC. Nutrient Requirements of Dogs and Cats. Washington, DC, USA: National Academies Press, 2006.

RIAZ, M. N. Extrusion basics. In: KVAMME, J. L.; PHILLIPS, T. D. **Pet Food technology**. Illinois Mt Morris, p. 347-360, 2003.

ROBERTI FILHO, F.O. Influencia da granulometria da matéria-prima e da configuração da extrusora no conteúdo de amido resistente, digestibilidade, fermentação intestinal e respostas metabólicas de cães. **Dissertação de mestrado em ciências agrárias e veterinárias**, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2013.

RODRIGUES, S.I.F.C. Avaliação da qualidade do milho e predição da energia 29 metabolizável para uso em avicultura. 120p. Tese (Doutorado em Ciência 30 Animais) - Universidade de Brasília. Brasília, 2009.

ROKEY, G.J., PLATTNER B., SOUZA E. M. Descrição do processo de extrusão do alimento. **In:** IV Congresso Internacional e XI Simpósio sobre nutrição de animais de estimação - CBNA. São Paulo – SP, Maio de 2012.

ROOS, Y.H. Water activity and plasticization. **Food Shelf Life Stability: chemical, biochemical and microbiological changes.** Chapter 1. United States of America, 2001. 3 – 36p.

RUPOLLO, G. *et al.* Efeito da umidade e do período de armazenamento hermético na contaminação natural por fungos e a produção de micotoxinas em grãos de aveia. **Ciênc. agrotec.** Lavras, v. 30, n. 1, p. 118-125, jan./fev., 2006

SOUZA, D. F., PEDROZA, L. G., SA, F. C., SILVA, JEREMIAS, J. T., ROBERTI FILHO, F. O., CARCIOFI, A. C., Efeito do Processamento na Recuperação do Extrato Etéreo de Rações Extrusadas para Gatos. **In:** IV Congresso Internacional e XI Simpósio sobre nutrição de animais de estimação - CBNA. Campinas – SP, Maio de 2012.

SOUZA E. Importância do condicionador na produção de extrusados. **In:** II Congresso Internacional e IX Simpósio sobre nutrição de animais de estimação - CBNA. Campinas – SP, Maio de 2010.

WISEMAN, J.; SALVADOR, F. The influence of free fatty acid content and degree of saturation on the apparent metabolizable energy value of fats fed to broilers. **Poultry Science**, v.70, p.573-582, 1991.

ZDUNCZYK, Z.; JUSKIEWICZ, J.; DLUGOSZEWSKA, M.; FREJNAGEL, S.; KONCICKI, A. The response of rats to long-term feeding with diets containing oxidized fat. 1. Thermooxidative changes in fat, body weight gain, feed consumption and utilization. **Journal of Animal and Feed Science**, v.9, p.137-146, 2000.