

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE DIFERENTES FONTES
DE GORDURA E DO USO DE LECITINA EM ALIMENTOS
EXTRUSADOS PARA GATOS**

Cristiana Fonseca Ferreira Pontieri
Médica Veterinária

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E
VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE DIFERENTES FONTES
DE GORDURA E DO USO DE LECITINA EM ALIMENTOS
EXTRUSADOS PARA GATOS

Cristiana Fonseca Ferreira Pontieri
Orientador: Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi
Co-orientador: Prof. Dr. Dilermando Perecim

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Medicina Veterinária.

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

2008

Pontieri, Cristiana Fonseca Ferreira

P817a Avaliação nutricional de diferentes fontes de gordura e do uso de lecitina em alimentos extrusados para gatos /Cristiana Fonseca Ferreira Pontieri. -- Jaboticabal, 2008
vii, 98 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008

Orientador: Aulus Cavalieri Carciofi

Banca examinadora: Aulus Cavalieri Carciofi, Nilva Kazue Sakomura, Catarina Abdalla Gomide, Cláudio Scapinello, Walter Motta Ferreira

Bibliografia

1. Gato. 2. Gordura. 3. Digestibilidade. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 619:591.53:636.8

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

CRISTIANA FONSECA FERREIRA PONTIERI – São Paulo, 29 de setembro de 1973. Médica Veterinária, graduada pela Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais em 1996. Mestre em Clínica Médica Veterinária, pela Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais em 2000. Doutora em Clínica Médica Veterinária pela Universidade do Estado de São Paulo – *campus* Jaboticabal em 2008. Em toda pós-graduação se dedicou a estudar nutrição de cães e gatos. Trabalha com desenvolvimento de produtos alimentícios para cães e gatos desde 2000.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador e amigo Dr. Aulus Cavalieri Carciofi, por quem sinto grande admiração, agradeço pela amizade e pelos ensinamentos.

Ao co-orientador Dilermando Perecim pelos ensinamentos e enorme ajuda no delineamento e análises estatísticas deste trabalho.

Ao meu marido Roberto e minha filha Isabela pela paciência e compreensão.

Ao meu pai Amilton, minha mãe Maria Helena e irmão Caio pelo exemplo, sempre incentivo e apoio.

A FAPESP pelo apoio financeiro a esta pesquisa (projeto número 2006/05015-2).

A Grandfood Ind e Com LTDA, especialmente ao Sr José Selmi, pelo apoio e incentivo.

Ao colega Márcio Bruneto pela ajuda não apenas neste trabalho mas pela amizade em toda a pós-graduação.

Aos colegas Guilherme e Thaila pela ajuda na realização deste trabalho.

Aos colegas Paula, Brown, Leda e Suzana pela ajuda na realização deste trabalho.

A Nathalia Gea pela amizade e ajuda com toda “burocracia” e “papelada”.

A Claudia, João Carlos, Tânia, Sr Orlando e Ana Paula pela ajuda nas análises laboratoriais.

A Renata, Tati, Simone, Bruno e Tina pela ajuda nas análises laboratoriais.

Aos colegas Lílian e Bruno pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos colegas de pós-graduação Eliana, Karina, Ricardo, Rodrigo, Márcia e Íris pela amizade e ajuda durante toda a pós graduação.

SUMÁRIO

	Página
Lista de tabelas.....	ii
Lista de figuras.....	v
Lista de abreviaturas.....	vii
Resumo.....	1
Palavras-chave.....	1
Summary.....	2
Keywords.....	2
Capítulo 1: Considerações gerais.....	3
1.1 Objetivos	11
Capítulo 2: Avaliação de diferentes fontes de gordura para gatos.....	12
Resumo.....	12
Palavras-chave.....	12
2.1 Introdução.....	13
2.2 Material e métodos.....	15
2.2.1 Animais e delineamento experimental	15
2.2.2 Dietas experimentais.....	15
2.2.3 Procedimento e manejo experimentais.....	17
2.2.4 Análises laboratoriais.....	17
2.2.5 Procedimentos de cálculo.....	19
2.2.6 Análise estatística.....	21
2.3 Resultados.....	22
2.4 Discussão.....	46
2.5 Conclusões	57
Capítulo 3: Avaliação do uso da lecitina de soja em dietas para gatos	58
Resumo.....	58
Palavras-Chave.....	58
3.1 Introdução.....	59
3.2 Material e métodos.....	62
3.2.1 Animais.....	62
3.2.2 Dietas experimentais.....	62
3.2.3 Procedimento e manejo experimentais.....	64
3.2.4 Análises laboratoriais.....	65
3.2.5 Procedimentos de cálculo.....	65
3.2.6 Análise estatística.....	66
3.3 Resultados.....	67
3.4 Discussão.....	80
3.5 Conclusões.....	92
Referências.....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1	Coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo ácido no íleo terminal e no trato digestivo total (TDT) de cães, em dois trabalhos.....	8
Tabela 1.2	Perfil químico da lecitina de soja.....	9
Tabela 2.1	Composição de ingredientes e análise química da dieta referência.....	16
Tabela 2.2	Análises de controle de qualidade das fontes de gordura avaliadas no estudo.....	17
Tabela 2.3	Composição química das dietas referência e testes utilizadas no experimento. Valores expressos na matéria seca.....	23
Tabela 2.4	Composição em ácidos graxos (%) das dietas referência e testes utilizadas no experimento. Valores expressos na matéria seca.....	24
Tabela 2.5	Ingestão de nutrientes em g/kg /dia e energia bruta em kcal/kg/dia das dietas referência e testes utilizadas no experimento.....	26
Tabela 2.6	Coeficientes de digestibilidade aparente (%) dos nutrientes e da energia das dietas referência e testes utilizadas no experimento.....	26
Tabela 2.7	Excreção de extrato etéreo ácido (EEA), coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) e verdadeiro (CDV) do extrato etéreo ácido, energia metabolizável e coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) das dietas referência e testes fornecidas aos gatos.....	28
Tabela 2.8	Regressão polinomial entre excreção fecal de extrato etéreo ácido e sua ingestão, em g/kg/dia, para a dieta referência (DR) e dietas testes com diferentes fontes de gordura fornecidas aos gatos.....	29
Tabela 2.9	Análise de regressão exponencial e polinomial para digestibilidade aparente (%) do extrato etéreo ácido em função do nível de gordura da ração, para as dietas referência (DR) e dietas testes com diferentes fontes de gordura fornecidas aos gatos.....	30

Tabela 2.10	Regressão polinomial e exponencial para a digestibilidade verdadeira (%) do extrato etéreo ácido em função do teor de gordura da ração, para a dieta referência e dietas testes com diferentes inclusões de sebo bovino fornecidas aos gatos ...	32
Tabela 2.11	Coeficientes de digestibilidade (%) do extrato etéreo ácido do óleo de soja, óleo de vísceras de frango e sebo bovino, calculados pelo método de substituição em três diferentes níveis de inclusão, fornecidas aos gatos	33
Tabela 2.12	Análises de regressões polinomiais e exponenciais para cálculo da energia metabolizável em função do teor de gordura da ração, para a dieta referência (DR) mais as dietas testes com diferentes fontes de gordura fornecidas aos gatos	34
Tabela 2.13	Energia bruta (EB), energia metabolizável (EM) estimada e coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) das fontes de gordura para gatos	36
Tabela 2.14	Coeficientes de digestibilidade aparente (%) dos ácidos graxos (AG) das dietas testes com óleo de soja fornecidas aos gatos	38
Tabela 2.15	Equações polinomiais e exponenciais para digestibilidade aparente dos ácidos graxos em função da adição de óleo de soja nas dietas testes fornecidas aos gatos	39
Tabela 2.16	Coeficientes de digestibilidade aparente (%) dos ácidos graxos das dietas testes com óleo de vísceras de frango utilizadas no experimento	40
Tabela 2.17	Equações polinomiais e exponenciais para digestibilidade aparente dos ácidos graxos em função da adição de óleo de vísceras de frango nas dietas testes fornecidas aos gatos ...	41
Tabela 2.18	Coeficientes de digestibilidade aparente (%) dos ácidos graxos (AG) das dietas testes com sebo bovino utilizadas no experimento	42
Tabela 2.19	Equações polinomiais e exponenciais dos ácidos graxos das dietas testes com sebo bovino utilizadas no experimento	43
Tabela 2.20	Análises de regressão polinomial entre a excreção fecal de ácidos graxos e sua ingestão (g/kg/dia), para as dietas testes com sebo bovino fornecidas aos gatos	44

Tabela 2.21	Análises de regressão exponencial para a digestibilidade verdadeira (%) dos ácidos graxos C16:0, C18:0 e C18:1 em função da adição de sebo bovino nas dietas teste fornecidas aos gatos	45
Tabela 3.1	Composição de ingredientes (%) das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja	63
Tabela 3.2	Níveis de garantia da lecitina de soja* utilizada na confecção das dietas experimentais	64
Tabela 3.3	Composição química das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja	67
Tabela 3.4	Composição em ácidos graxos das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja*. Valores em porcentagem sobre a matéria seca	68
Tabela 3.5	Consumo médio de nutriente (g/kg peso corporal/dia e kcal/kg peso corporal/dia) por gatos consumindo dietas experimentais* com diferentes inclusões de lecitina de soja ..	69
Tabela 3.6	Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja* por gatos adultos e idosos	70
Tabela 3.7	Energia metabolizável (EM) das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja* fornecidas a um grupo de gatos adultos ou idosos.....	71
Tabela 3.8	Coeficiente de digestibilidade aparente de ácidos graxos em gatos adultos e idosos alimentados com as dietas experimentais contendo diferentes inclusões de lecitina de soja.....	75
Tabela 3.9	Excreção e escore de fezes* de gatos Adultos e Idosos alimentados com dietas experimentais contendo diferentes inclusões de lecitina de soja.....	79
Tabela 3.10	Comparação entre os coeficientes de digestibilidade aparente de ácidos graxos encontrados na presente Tese e em outros dois estudos com gatos.....	86

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1	Excreção fecal de extrato etéreo ácido (EEA) em função de sua ingestão pelos gatos..... 29
Figura 2.2	Coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo ácido (CDA EEA) em função do teor de gordura da dieta referência e dietas testes com diferentes inclusões de óleo de soja..... 30
Figura 2.3	Coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo ácido (CDA EEA) em função do teor de gordura da dieta referência e dietas testes com diferentes inclusões de óleo de vísceras de frango..... 31
Figura 2.4	Coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo ácido (CDA EEA) em função do teor de gordura da dieta referência e dietas testes com diferentes inclusões de sebo bovino..... 31
Figura 2.5	Coeficiente de digestibilidade verdadeira do extrato etéreo ácido em função do teor de gordura da dieta referência e dietas testes com diferentes inclusões de sebo bovino..... 32
Figura 2.6	Energia metabolizável das dietas referência e testes com óleo de soja em função do teor de gordura da dieta..... 34
Figura 2.7	Energia metabolizável das dietas referência e testes com óleo de vísceras de frango em função do teor de gordura da dieta..... 35
Figura 2.8	Energia metabolizável das dietas referência e testes com sebo bovino em função do teor de gordura da dieta..... 35
Figura 2.9	Coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) do óleo de soja, óleo de vísceras de frango e sebo bovino para gatos..... 36
Figura 2.10	Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) médios dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados das dietas com óleo de soja, óleo de vísceras de frango ou sebo bovino fornecidas aos gatos..... 44
Figura 3.1	Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja por gatos Adultos e Idosos..... 72

Figura 3.2	Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja por gatos Adultos e Idosos.....	72
Figura 3.3	Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja por gatos Adultos e Idosos.....	73
Figura 3.4	Coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja por gatos Adultos e Idosos.....	73
Figura 3.5	Coeficiente de digestibilidade aparente do ácido graxo C14:0 das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja por gatos Adultos e Idosos.....	76
Figura 3.6	Coeficiente de digestibilidade aparente do ácido graxo C17:0 das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja por gatos Adultos e Idosos.....	76
Figura 3.7	Coeficiente de digestibilidade aparente do ácido graxo C18:0 das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja por gatos Adultos e Idosos.....	77
Figura 3.8	Coeficiente de digestibilidade aparente do ácido graxo C18:1n9 das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja por gatos Adultos e Idosos.....	77
Figura 3.9	Coeficiente de digestibilidade aparente do ácido graxo C18:3n3 das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja por gatos Adultos e Idosos.....	78

LISTA DE ABREVIATURAS

AA	Ácido araquidônico
AAFCO	Association of American Feed Control Official
AG	Ácido graxo
AGE	Ácido graxo essencial
AGP	Ácido graxo poliinsaturado
AL	Ácido linoleico
ALA	Ácido α linolênico
ANFALPET	Associação Nacional do Fabricantes de Alimentos para Animais de Estimação
AOAC	Association of the Official Analytical Chemists
CDA	Coeficiente de digestibilidade aparente
CMEB	Coeficiente de metabolização da energia bruta
DCCV	Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária
DHA	Ácido docosahexaenóico
DR	Dieta referência
EB	Energia bruta
ED	Energia digestível
EEA	Extrato etéreo ácido
EM	Energia metabolizável
ENN	Extrato não nitrogenado
EPA	Ácido ecosapentaenóico
FCAV	Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
g	Gramas
GLA	Ácido γ linolênico
Kcal	Quilocaloria
MF	Matéria fibrosa
MM	Matéria mineral
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
Mono	Ácidos graxos monoinsaturados
n3	Ômega 3
n6	Ômega 6
NRC	National Research Council
OVF	Óleo de vísceras de frango
PB	Proteína Bruta
Poli	Ácidos graxos poliinsaturados
PUFA	Ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa
Sat	Ácidos graxos saturados
SB	Sebo bovino
ton	tonelada
UNESP	Universidade Estadual Paulista

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE DIFERENTES FONTES DE GORDURA E DO USO DE LECITINA EM ALIMENTOS EXTRUSADOS PARA GATOS

RESUMO- Os poucos estudos disponíveis na literatura indicam que os gatos têm uma alta capacidade digestiva de gorduras, mas que pode haver declínio desta função com o avançar da idade. Foram conduzidos dois experimentos, o primeiro teve como objetivo determinar na espécie a energia metabolizável (EM) e a digestibilidade da gordura e dos ácidos graxos do óleo de soja (OS), óleo de vísceras de frango (OVF) e sebo bovino (SB). Foram utilizados 60 gatos, divididos em dez dietas, uma dieta referência (DR) e nove dietas testes. As dietas testes eram a DR adicionadas de 5%, 10% ou 15% do ingrediente em estudo. O OS e o OVF apresentaram digestibilidade superiores ao SB, que também apresentou menor digestibilidade de ácidos graxos. Para os três ingredientes, os ácidos graxos poliinsaturados tiveram digestibilidade superior aos ácidos graxos monoinsaturados e saturados. Os ácidos graxos C20:2 e C20:4 tiveram digestibilidade de 100%. O OVF teve a maior EM (9088 kcal/kg), seguido do OS (8850 kcal/kg) e do SB (8032 kcal/kg). O segundo experimento estudou os efeitos da substituição de 3,5% ou 7% do extrato etéreo ácido de uma dieta por lecitina de soja sobre a digestibilidade de nutrientes e EM em um grupo de gatos adultos (AD) e outro de idosos (ID). O ID apresentou menores digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e energia bruta, bem como menor EM das dietas. Não foi encontrado efeito de idade ou da adição de lecitina na digestibilidade do extrato etéreo ácido. O ID apresentou menor digestibilidade do C18:0 e maior dos C14:0 e C17:0. Os dois grupos apresentaram digestão aparente de 100% para os C20:4, C20:5, C22:3. A adição de lecitina de soja diminuiu a digestibilidade do C20:3n3 no grupo ID, mas não alterou a digestibilidade do AD.

Palavras-Chaves: ácidos graxos, digestibilidade, energia metabolizável, felino, ingrediente, nutrição.

NUTRITIONAL EVALUATION OF DIFFERENT FAT SOURCES AND THE USE OF LECITHIN IN EXTRUDED FOODS FOR CATS

SUMMARY- There are few studies on fat digestibility by cats. These animals have a high ability of digesting fat, but fat digestibility might decline with age. This paper report two experiments, the first studied the metabolizable energy (ME) and digestibility of fat and fatty acids from soybean oil (SO), poultry fat (PF) and tallow (T). Sixty cats were used, distributed in 10 foods, one reference diet (RD) and 9 test diets. Test diets were composed by the addition of 5%, 10% or 15% of the ingredient in study to a RD. Results show that SO and PF have higher fat and fatty acids digestibilities than tallow. For all three ingredients polyunsaturated fatty acids showed higher digestibility than saturated and monounsaturated ones. The fatty acids C20:2 and C20:4 showed 100% digestibility. The PF showed the highest ME (9088 kcal/kg), followed by OS (8850 kcal/kg) and tallow (8032 kcal/kg). The second experiment analyzed the effects of the substitution of 3.5% and 7% of the diet's acid hydrolyzed fat (AHF) for soybean lecithin on food digestibility and ME by adult and senior cats. The senior cats showed lower digestibility of dry matter, organic matter, crude protein and crude energy. They have also exhibited lower diet ME. AHF digestibility were similar between diets and ages, showing no effect of lecithin. The senior cats showed lower digestibility of C18:0 and higher digestibility of C14:0 and C17:0 than adult ones. Both groups showed an apparent digestibility of 100% for C20:4, C20:5, C22:3 fatty acids. The addition of lecithin reduced the digestibility of C20:3n3 to senior cats, but did not alter the digestibility for adult ones.

Keywords: digestibility, fatty acids, feline, ingredient, metabolizable energy, nutrition.

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Estima-se que o Brasil possua ao redor de 28,8 milhões de cães e 13,08 milhões de gatos. No mercado *pet*, o segmento de alimentação foi responsável em 2005 por 50,31% do faturamento, atingindo US\$ 943.200.173,76. Entre 1994 e 2006, o crescimento da produção nacional em volume foi de 667,0% mostrando o grande desenvolvimento do mercado nacional. Em 2006, a produção nacional de ração para animais de companhia foi de 1.687.404 toneladas, um crescimento de 8% em relação ao ano anterior. Mesmo assim, o abastecimento atual atende apenas 40% da demanda, que chega aos 3,63 milhões de toneladas. O Brasil está equipado para atender este mercado, pois 48,97% da capacidade de extrusão instalada no país encontra-se ociosa (ANFALPET, 2007).

O parque tecnológico envolvido no processo fabril tem se modernizado, e em decorrência tem havido queda acentuada no volume de alimentos importados, originalmente os mais sofisticados, e aumento das exportações. Entre 1998 e 2005, o volume de rações importadas caiu de 13.099 para 4.592 toneladas, enquanto as exportações cresceram no mesmo período de 5.090 para 22.100 toneladas (ANFALPET, 2007). Os gatos estão presentes em 16% dos domicílios e são responsáveis por uma fatia considerável do mercado *pet food*.

Os gatos domésticos (*Felis catus*) são animais estritamente carnívoros, com o metabolismo adaptado a uma dieta especializada. Para obterem todos os nutrientes necessitam de uma alimentação composta, pelo menos em parte, por ingredientes de origem animal. Os lipídeos são particularmente importantes na dieta destes animais. São fonte de energia, de ácidos graxos essenciais (AGE), carreadores de vitaminas lipossolúveis e estão positivamente associados à palatabilidade do alimento (NUNES, 1998).

Dentre os ácidos graxos poliinsaturados (AGP) de importância nutricional para felinos estão os pertencentes às famílias ômega 3 (n3) e 6 (n6), com mais de uma dupla ligação em seu esqueleto carbônico. Dentre os

ingredientes ricos em ômega 6 estão algumas gorduras animais, mas as fontes mais ricas são as vegetais, como o óleo de soja, milho e girassol. Os ácidos graxos ômega 3 são encontrados no óleo de peixe e na maioria dos óleos vegetais, como linhaça, soja, canola e girassol. Apesar de utilizarem o mesmo aparato enzimático, a inter-conversão entre os ácidos graxos das famílias ômega 6 e 3 não é possível (SCHOENHERR & JEWELL, 1997).

Os AGP são importantes componentes das membranas celulares, estão presentes como fosfolípidos e, dependendo da família à qual pertencam, podem desempenhar funções distintas. A proporção dos diferentes tipos de ácidos graxos (AG) que compõe a membrana celular pode ser alterada modificando-se a composição de AG da dieta do animal. Certos ácidos graxos de membrana têm um papel específico na regulação das funções celulares, como o ácido araquidônico (AA), ácido gama - linolênico (GLA) e o ácido eicosapentaenóico (EPA) (SCHOENHERR & JEWELL, 1997).

Alguns ácidos graxos são essenciais, precisando ser fornecidos pela dieta. Os mamíferos sintetizam ácidos graxos até ácido palmítico (16:0), que pode ser posteriormente alongado até esteárico (18:0) e convertido a oléico (18:1). Plantas e plâncton, diferentemente de mamíferos, podem inserir ligações adicionais no ácido oléico, formando os AGP, como o ácido linoléico (AL; 18:2 n6) e o ácido alfa-linolênico (ALA; 18:3 n3). Ambos podem, de certa forma, ser considerados essenciais, pois mamíferos não podem sintetizá-los (SCHOENHERR & JEWELL, 1997).

Diferente do que ocorre com cães, em gatos, apesar de haver atividade das enzimas *elongase*, a atividade das enzimas Δ *dessaturase* é muito baixa ou ausente na maioria dos tecidos (RIVERS et al., 1975; HASSAM et al., 1977; FRANKEL e RIVERS 1978; SINCLAIR et al., 1979; SINCLAIR et al., 1981; PAWLOSKY et al., 1994; PAWLOSKY et al., 1997). Deste modo, as necessidades de ácidos graxos poliinsaturados derivados, como AA, EPA e ácido docosahexaenóico (DHA) só podem ser totalmente satisfeitas quando estes compostos estão presentes em quantidades adequadas na dieta.

Apesar de já se conhecer a importância dos AGP n3 para gatos e outros animais, até bem pouco tempo, apenas os AGP n6 eram considerados

essenciais, pois sintomas de deficiência e mesmo necessidades mínimas da família n3 não tinham sido descritas. Em sua recente revisão sobre as necessidades nutricionais de felinos, o NUTRIENT REQUIREMENTS of DOGS and CATS (NRC, 2006) recomenda para crescimento de filhotes cinco diferentes ácidos graxos (% sobre a matéria seca): 0,55% de AL, 0,02% de ALA, 0,02% de AA e 0,01% de DHA mais EPA. Para manutenção de adultos indica quatro AGE: 0,55% de AL, 0,006% de AA e 0,01% de DHA mais EPA, estabelecendo necessidades, portanto, tanto da família n3 como n6.

A escolha da fonte de gordura para alimentação de felinos deve levar em consideração a palatabilidade, a digestibilidade e o perfil de ácidos graxos do ingrediente. O sebo bovino, apesar de ser comumente utilizado em alimentos comerciais, é uma gordura predominantemente rica em ácidos graxos saturados, o que o torna muito pobre em ácidos graxos essenciais. Apresenta em sua composição apenas 3 a 4% de ácido linoléico e 0 a 0,2% de ácido araquidônico (NRC, 1986). O alto teor de saturação faz com que as dietas elaboradas com este ingrediente tenham uma menor digestibilidade do extrato etéreo quando comparado a dietas com outras fontes de gorduras e óleos (KANE et al., 1981; PEACHEY et al., 1999).

O óleo de vísceras de frango é um ingrediente também bastante utilizado nos alimentos industrializados para gatos. Dietas com este óleo apresentam melhor digestibilidade do que as com sebo bovino. O óleo de vísceras de frango possui ao redor de 20% de ácido linoléico e 1% de ácido araquidônico (NRC, 1986), sendo, portanto uma boa fonte de energia e de ácidos graxos (KANE et al., 1981).

A utilização do óleo de peixe requer uma avaliação cuidadosa do ingrediente, pois os perfis nutricionais destes óleos variam muito, dependendo da espécie de que foi obtido. Os melhores são aqueles extraídos de peixes que vivem em águas frias, por serem ricos em AGP n3. O óleo de *menhadem*, por exemplo, por ser riquíssimo em ácido araquidônico (20 a 25%), ácido eicosapentaenóico (14%) e docosaexaenóico (10%) (NRC, 1986), é uma opção excelente para formulação de dietas para gatos. Óleos de peixes da costa

brasileira e principalmente de peixes de água doce, podem ser mais pobres nestes AGP essenciais.

Os óleos vegetais podem ser bastante ricos em AL. O óleo de soja, por exemplo, apresenta mais de 51% deste nutriente em sua composição e 6,8% de ácido alfa linolênico (NRC 2006). Apesar disso, são desprovidos de AGP derivados, como AA, EPA e DHA, não podendo ser empregados isoladamente em formulações para felinos.

Poucos são os trabalhos publicados que avaliaram a digestibilidade e a energia metabolizável de óleos e gorduras em gatos, quase a totalidade refere-se à digestibilidade da dieta. Em geral, estes demonstram que os gatos exibem uma boa digestibilidade aparente do extrato etéreo, com importantes variações entre diferentes dietas e para diferentes taxas de inclusão da fonte de gordura (KANE et al., 1981; PEACHEY et al., 1999).

Estudos que avaliaram animais de diferentes idades demonstraram ser menor a digestibilidade do extrato etéreo e da energia da dieta em gatos idosos (PEACHEY et al., 1999 e TAYLOR et al., 1995). Estudo recente confirmou menor digestibilidade do extrato etéreo em gatos idosos (mais de 12 anos) em comparação com à dos adultos (entre 3 e 6 anos). Neste mesmo experimento foi possível verificar uma relação quadrática entre a idade e a digestibilidade da gordura. Os gatos jovens (1,2 a 1,5 anos) apresentaram digestibilidade intermediária do extrato etéreo, adultos (3 a 6 anos) maior e idosos (mais de 12 anos) menor ($r^2=51,5$; $p<0,006$) (TESHIMA, 2006).

Segundo PÉREZ-CAMARGO (2004) a incidência da baixa digestibilidade da gordura em gatos aumenta com a idade, atingindo 10 – 15% dos gatos de 7 e 12 anos e 33% dos gatos acima desta idade. Estima-se que em gatos com mais de 12 anos, 33% apresentem coeficiente de digestibilidade aparente da gordura inferior a 80% (PATIL et al., 2004), mas alguns gatos geriátricos podem ter a digestibilidade da gordura reduzida a somente 30% (PÉREZ-CAMARGO, 2004).

Não se sabe ao certo o porquê desta grande variação entre os indivíduos idosos quanto à capacidade digestiva. Sabe-se que, apesar de não haver diferença significativa entre o tempo de esvaziamento gástrico e o tempo

de trânsito intestinal total entre gatos jovens e idosos, a variabilidade destas características é maior nos idosos (PEACHEY et al., 2000; PEACHEY & HARPER, 2002).

De qualquer forma, ao se escolher as fontes de ácidos graxos para dietas destinadas a felinos idosos deve-se considerar a menor digestibilidade verificada para esta faixa etária. Acredita-se que esta menor digestibilidade ocorra pela diminuição da digestibilidade de todos os ácidos graxos, e não por um grupo específico deles (PEACHEY et al., 1999), entretanto, são poucos os trabalhos publicados a este respeito.

Com relação à digestibilidade dos ácidos graxos, foram encontrados apenas dois estudos em gatos. Estes avaliaram a digestibilidade aparente no trato digestivo total do extrato etéreo e dos ácidos graxos (KANE et al., 1981; PEACHEY et al., 1999). No primeiro foram empregadas seis dietas com diferentes fontes e inclusões de ácidos graxos. Neste estudo os autores não encontraram diferença significativa entre ácidos graxos de cadeia média ou longa e não foi citada diferença entre a digestibilidade dos diversos ácidos graxos com relação às diferentes fontes (KANE et al., 1981). No segundo, os autores encontraram maior digestibilidade de ácidos graxos de cadeia média, quando comparados aos de cadeia longa e uma diminuição na digestibilidade de todos os grupos de ácidos graxos quando comparados gatos idosos com jovens (PEACHEY et al., 1999).

Em gatos, ao contrário de outras espécies domésticas, não se utiliza a canulação ileal ou de qualquer outro segmento do intestino. Este procedimento já foi tentado sem sucesso por outros autores, como recentemente constatado por MAWBY et al. (1999), que ao canularem seis gatos tiveram que eutanasiar quatro por complicações pós-operatórias. Além disso, no estudo só foi possível coletar 0,5 mL de fluido ileal de um animal, sendo necessárias três horas para isso. Assim, o estudo da digestibilidade ileal em gatos permanece bastante complexo. Em estudos antigos, por vezes era praticada a eutanásia dos animais para a coleta de conteúdo ileal, pratica totalmente abolida em nossos dias em decorrência das questões éticas envolvidas.

Outra consideração é que carnívoros apresentam trato digestivo curto, trânsito intestinal rápido e baixa atividade fermentativa no intestino grosso, que não apresenta ceco ou saculações que permitam o crescimento de uma microbiota expressiva. Estudos experimentais de digestibilidade em cães com cânula ileal demonstraram que, ao contrário de outros macro nutrientes, não há uma diferença significativa entre a digestibilidade da gordura no íleo e no trato digestivo total (MUIR et al., 1996; ZUO et al., 1996). Para melhor visualização destes dados, alguns deles encontram-se na Tabela 1.1.

Tabela 1.1: Coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo ácido no íleo terminal e no trato digestivo total (TDT) de cães, em dois trabalhos.

Referência	Muir et al., 1996					Zuo et al., 1996				
	Diets com diferentes tipos de fibras					Diets com diferentes inclusões de farelo de soja				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Íleo	95,0	93,2	93,8	96,1	95,7	90,0	89,6	88,6	88,6	89,9
TDT	95,1	94,3	94,0	94,9	95,3	90,6	90,6	91,2	90,8	89,8

Dados de outras espécies demonstraram que as bactérias intestinais hidrogenam ácidos graxos insaturados, o que pode alterar o padrão dos ácidos graxos das fezes (LEPINE et al., 1994 citando BOYD e EDWARDS, 1967 e CARLSON e BAYLEY, 1970). Como o trato digestivo do felino é curto, pode-se supor que é possível que este tipo de alteração seja menor nesta espécie. PEACHEY et al., (1999) discutem a pequena probabilidade dos ácidos graxos estudados via trânsito intestinal total em gatos serem metabólitos bacterianos, uma vez que as bactérias presentes no trato digestivo dos felinos fermentam carboidratos. Desta forma, o estudo da digestibilidade de ácidos graxos considerando apenas o trato digestivo total, a semelhança do que fizeram KANE et al (1981) e PEACHEY et al (1999) poderia fornecer uma idéia bastante aproximada do que ocorre ao final do intestino delgado. Isto pode permitir conhecer mais adequadamente os ingredientes e fundamentar melhor

as formulações, de forma a que estas atendam as exigências de energia metabolizável e de ácidos graxos da espécie.

Lecitina é o nome comercial dado a uma mistura de compostos da família dos lípides que ocorrem na natureza designados genericamente de fosfolípidios ou fosfatídeos. Quimicamente os fosfolípidios são diésteres do ácido fosfórico. O ácido fosfórico é esterificado de um lado com a diacilglicerina ou esfingosina e por outro lado com a colina, etanolamina, inositol ou serina. De acordo com a origem da lecitina, variam tanto a composição dos ácidos graxos como também a composição dos fosfatídeos. As concentrações mais elevadas de fosfolípidios ocorrem nos animais, em órgãos vitais como o cérebro e a medula óssea. Embora a lecitina inicialmente fosse extraída da gema de ovo, a lecitina comercial de hoje é quase que exclusivamente extraída da soja (OKADA, 1985). O perfil químico da lecitina de soja pode variar consideravelmente (Tab. 1.2). Esta variação pode ser devida a genética da planta, a qualidade da semente da soja, a variações no processamento do óleo ou mesmo na acurácia de detecção dos diversos componentes (CHERRY & KRAMER, 1989).

Tabela 1.2. Perfil químico da lecitina de soja*

Componentes	Faixa de composição		
	Baixa	Intermediária	Alta
Fosfatidilcolina	12.0-21.0	29.0-39.0	41.0-46.0
Fosfatidiletanolamina	8.0-9.5	20.0-26.3	31.0-34.0
Fosfatidilinositol	1.7-7.0	13.0-17.5	19.0-21.0
Acido fosfatídico	0.2-1.5	5.0-9.0	14.0
Fosfatidilserina	0.2	5.9-6.3	-
Lisofosfatidilcolina	1.5	8.5	-
Lisofosfatidilinositol	0.4-1.8	-	-
Lisofosfatidilserina	1.0	-	-
Ácido lisofosfatídico	1.0	-	-
Fitoglicolípides	-	14.3-15.4	29.6
Ácidos graxos			
Mirístico (C14:0)	0.3-1.9	-	-
Palmítico (C16:0)	11.7-18.9	21.5-26.7	42.7
Palmitoléico (C16:1)	7.0-8.6	-	-
Esteárico (C18:0)	3.7-4.3	9.3-11.7	-
Oléico (C18:1n9)	6.8-9.8	17.0-25.1	39.4
Linoléico (C18:2n6)	17.1-20	37.0-40.0	55.0-60.8
Linolênico (C18:3n3)	1.6	4.0-6.2	9.2
Araquídico (C20:0)	1.4-2.3	-	-

*Adaptado de CHERRY e KRAMER, 1989.

A lecitina (fosfatidilcolina) pode ser usada na alimentação como emulsificante para promover a incorporação de ácidos graxos não polares na fase micelar, aumentando a digestibilidade das gorduras (OVERLAND et al., 1994).

Embora haja na literatura resultados contraditórios a respeito da eficiência ou não da lecitina em aumentar a digestibilidade da gordura e dos ácidos graxos, parece que há um efeito dependente da fonte de gordura utilizada. JONES et al (1992) encontrou efeito positivo em suínos quando a fonte de gordura era o sebo bovino. MINHSIU & SHUHSING (1998) encontraram efeito positivo em pintinhos independente da fonte de gordura utilizada. OVERLAND et al (1993) e OVERLAND e SUNDSTOL (1995) não encontraram efeito da adição da lecitina sobre a digestibilidade da gordura em suínos. Já OVERLAND et al (1994) encontrou efeito negativo da lecitina sobre a digestibilidade de alguns ácidos graxos em suínos.

Não foi encontrado na literatura nenhum trabalho que estudasse os efeitos da adição de lecitina sobre a digestibilidade da dieta de gatos. O aumento da digestibilidade das gorduras, ou de ácidos graxos específicos, ocasionado pela adição de lecitina ao alimento poderia ser extremamente benéfico para gatos idosos, animais que podem ter a digestão destes nutrientes diminuída (TESHIMA, 2006) e também apresentar sinais de deficiência de ácidos graxos essenciais.

Os gatos podem apresentar sintomas de deficiência de AGE quando são alimentados com um baixo teor de gordura dietética, com dietas compostas apenas de gorduras saturadas ou com alimentos oxidados. Os sintomas de deficiência incluem crescimento retardado, pele seca, pêlo áspero, queda de pêlo, lesões abertas na pele, má cicatrização, incrustação anal, amenorréia, infertilidade, anormalidades espermáticas, auto mutilação, hemorragia e morte (MACDONALD et al., 1984; DAVIDSON e TRACHER, 1987). A deficiência pura de AGP n3 não causa os mesmos sinais clínicos da deficiência combinada ou da deficiência de AGP n6. Os sintomas de deficiência de AGP n3 são mais sutis e incluem manifestações no sistema nervoso, como diminuição da

acuidade visual, anormalidades na eletroretinografia, polineuropatia e capacidade reduzida de aprendizagem (WANDRON et al., 1998).

As necessidades mínimas de alguns ácidos graxos essenciais para gatos já são conhecidas há muito tempo (NRC, 1986). Mais recentemente, a importante influência do AA e do DHA no desenvolvimento do sistema nervoso central foi demonstrada em gatos (PAWLOSKY et al., 1994), tanto que o ALA, EPA e o DHA apareceram descritos pela primeira vez nas tabelas de recomendações de nutrientes para gatos no NRC de 2006.

Apesar de toda esta evolução, paradoxalmente existem poucos estudos relevantes publicados a respeito da digestibilidade, energia metabolizável e interações dos diversos tipos de gorduras, ácidos graxos e outros nutrientes na dieta de gatos. Deste modo, juntamente com os estudos de necessidades nutricionais, trabalhos que enfoquem os conhecimentos básicos sobre aproveitamento e biodisponibilidade são necessários para que nutricionistas zootecnistas e veterinários possam ter em mãos informações mais precisas a respeito dos ingredientes em uso.

1.1 OBJETIVO

O primeiro experimento desta Tese teve como objetivo determinar em gatos adultos a energia metabolizável e a digestibilidade da gordura e dos ácidos graxos de três fontes de lípidos, o sebo bovino clarificado, o óleo de vísceras de frango e o óleo de soja refinado. O segundo experimento teve como objetivo avaliar o efeito da adição de lecitina de soja sobre a energia metabolizável e a digestibilidade da gordura e dos ácidos graxos de dietas para gatos adultos e idosos.

CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE GORDURA PARA GATOS

Resumo - Os lipídeos são nutrientes importantes para os gatos domésticos, animais essencialmente carnívoros. Mesmo assim, poucos dados estão disponíveis na literatura a respeito da digestibilidade e da biodisponibilidade de fontes de gordura para a espécie. Este trabalho teve o objetivo de determinar em gatos a digestibilidade aparente e verdadeira da gordura e dos ácidos graxos, bem como a energia metabolizável do óleo de soja, óleo de vísceras de frango e sebo bovino. Foram utilizados 60 gatos adultos, divididos em dez dietas e seis blocos de 10 animais. Foi utilizada uma dieta referência (DR) e nove dietas testes, constituídas pela adição de 5%, 10% ou 15% do ingrediente em estudo, em um delineamento em blocos casualizados. A digestibilidade foi calculada pelo método de coleta total de fezes e urina, com 10 dias de adaptação e 10 de coleta. Para cada ingrediente foram estabelecidas equações polinomiais e exponenciais entre o parâmetro estudado (digestibilidade ou energia) e o teor de gordura da dieta. Os óleos de soja e de vísceras de frango apresentaram maiores digestibilidades do extrato etéreo ácido que o sebo bovino, respectivamente 92,87%, 92,27% e 77,59%. Os ácidos graxos poliinsaturados tiveram, para os três ingredientes, digestibilidade superior aos ácidos graxos monoinsaturados e saturados ($P < 0,05$). Os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa eicosadienóico e araquidônico tiveram digestibilidade aparente de 100%. O óleo de vísceras de frango teve a maior energia metabolizável (9088kcal/kg), seguido pelo óleo de soja (8850kcal/kg) e pelo sebo bovino (8032kcal/kg). Entre as três fontes de gordura estudadas, o óleo de vísceras de frango parece ser a melhor opção para a alimentação de gatos.

Palavras-Chave: ácidos graxos, digestibilidade, energia, felino, ingrediente, lípides.

2.1 INTRODUÇÃO

Lipídeos são importantes para a nutrição dos gatos. Apesar disso, poucos são os trabalhos publicados que avaliaram a digestibilidade das fontes de gordura e de ácidos graxos na espécie. Em geral, as pesquisas demonstram que os gatos exibem uma boa digestibilidade aparente do extrato etéreo, com importantes variações entre diferentes dietas e para diferentes taxas de inclusão da fonte de gordura (TESHIMA, 2006; KANE et al, 1981; PEACHEY et al, 1999; TAYLOR ET AL., 1995).

Com relação à digestibilidade de ácidos graxos, foram encontrados apenas dois estudos em gatos, sendo a avaliação feita no trato digestivo total (PEACHEY et al.,1999; KANE et.,1981). O estudo da digestibilidade de ácidos graxos, utilizando-se como método a coleta no trato digestivo total, também foi utilizado em outras espécies de carnívoros de pequeno porte, como o mink (*Mustela vision*) e a raposa do ártico (*Alopex lagopus*) (ROUVINEN, 1990; ROUVINEN & KIISKINEN et al., 1988).

A canulação ileal, ou de qualquer outro segmento intestinal para estudos de digestibilidade, não é uma prática utilizada em pesquisas nutricionais de gatos. Esta técnica é bastante complexa para a espécie e envolve fatores éticos importantes. MAWBY et al., (1999) precisou efetuar eutanásia por complicações pós operatórias em quatro de seis gatos submetidos a este tipo procedimento. Além disso, dos dois animais que sobreviveram, o autor só conseguiu coletar de um deles 0,5 mL de fluido ileal, sendo necessárias 3 horas para isso. Assim, estudos de digestibilidade por coleta no trato digestivo total é hoje a técnica mais viável para a espécie.

Tanto KANE et al., (1981), quanto PEACHEY et al., (1999) estudaram em gatos a digestibilidade de ácidos graxos em dietas com diferentes fontes de gordura. Os dois autores, independente da fonte utilizada, encontraram valores bastante elevados. O mesmo ocorreu no grupo de gatos idosos estudados por PEACHEY et al., (1999), mesmo sendo os valores inferiores aos dos gatos adultos. Entretanto, nenhum dos dois autores pesquisou a digestibilidade das

fontes de gordura e seus respectivos ácidos graxos, nem tão pouco sua energia metabolizável. Os estudos ficaram restritos às dietas.

Viu-se, portanto, que apesar do avanço nutricional no que se refere ao estabelecimento de recomendações nutricionais mínimas de diferentes ácidos graxos (NRC, 2006), faltam ainda dados sobre a digestibilidade e energia metabolizável de diversos tipos de óleos, gorduras e mesmo ácidos graxos na dieta de gatos. Assim, são necessários estudos que enfoquem os conhecimentos básicos sobre aproveitamento e biodisponibilidade, para que nutricionistas e veterinários possam ter em mãos informações mais precisas a respeito dos ingredientes em uso.

Sendo assim, este estudo teve por objetivo determinar em gatos adultos a energia metabolizável e a digestibilidade da gordura e dos ácidos graxos de três fontes de lípidos, o sebo bovino clarificado, o óleo de vísceras de frango e o óleo de soja refinado.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados ensaios de digestibilidade em gatos adultos, mediante o controle do consumo e da excreção fecal de rações extrusadas completas, variando quanto à inclusão das fontes de gordura em estudo. O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos “Prof. Dr. Flávio Prada” do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, campus Jaboticabal.

2.2.1 Animais e delineamento experimental

Foram utilizados 60 gatos adultos, 42 sem raça definida com idade média de 6,5 anos e peso corporal médio de 5,07 kg e 18 Persas com peso corporal médio de 4,13 kg e idade média de 5,5 anos, previamente submetidos aos exames clínico, laboratorial e coproparasitológico que atestaram seu bom estado de saúde. Os animais pertenciam ao Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos do DCCV-FCAV-UNESP, campus Jaboticabal e ao gatil de uma empresa fabricante de alimentos para animais de companhia (Grandfood Ind Com LTDA). Estes foram distribuídos em 10 tratamentos e 10 blocos, totalizando 6 repetições por tratamento.

2.2.2 Dietas experimentais

Os tratamentos experimentais foram constituídos por uma dieta referência (DR) e por dietas teste (DT), compostas pela substituição de 5%, 10% ou 15% de óleo de soja, óleo de vísceras de frango ou sebo bovino à DR, com base na matéria natural. A DR foi formulada para que seus níveis nutricionais e suplementação vitamínico-mineral atendessem às recomendações nutricionais para gatos em manutenção da AAFCO (2004), com exceção dos teores de gordura e ácidos graxos. A DR foi formulada para que o teor de gordura na matéria natural fosse de 4,5%. A composição de ingredientes da DR, bem como sua análise química, estão apresentadas nas

Tabela 2.1. A DR foi produzida em uma extrusora comercial de rosca simples (Extec[®]). Após o preparo de toda a DR necessária ao estudo, foram separadas alíquotas desta ração, que receberam por cobertura as quantidades de gordura especificadas nos diversos tratamentos (5%, 10% ou 15%).

Tabela 2.1: Composição de ingredientes e análise química da dieta referência

Ingrediente	Inclusão (%)
Proteína Isolada de Soja	15,00
Glútem de milho 60	15,00
Plasma suíno	12,27
Quirera de arroz	48,254
Polpa de beterraba	3,50
DL-Metionina	0,30
Taurina	0,15
Premix vitamínico-mineral	0,60
Sal	0,40
Cloreto de potássio	0,50
Fosfato bicálcico	0,50
Carbonato de cálcio	1,42
Hidrolizado de fígado (palatilizante)	2,00
Antifúngico*	0,10
Antioxidante**	0,006
Total	100
Composição Química Analisada	
Umidade	6,64
	Valores sobre a matéria seca
Matéria orgânica (%)	93,66
Proteína bruta (%)	39,39
Extrato etéreo ácido (%)	4,84
Fibra bruta (%)	0,57
Matéria mineral (%)	6,33
Extrato não nitrogenado (%)	48,87
Energia bruta (Kcal/kg)	4.129,37

*Filax[®] (Trow Nutrition), **Banox E[®] (Alltech)

As análises de qualidade das três gorduras utilizadas no estudo estão apresentadas na Tabela 2.2 e mostram que os ingredientes possuíam boa qualidade.

Tabela 2.2 Análises de controle de qualidade das fontes de gordura avaliadas no estudo

Análise	Óleo de soja	Óleo de vísceras de frango	Sebo bovino
Umidade (%)	0,19	0,09	0,12
Impurezas (%)	0,08	0,36	0,13
Peróxido (mEq/kg)	0	0	0
Acidez em Ac. Oléico (mg NaOH/kg)	0,19	1,64	1,73

2.2.3 Procedimento e manejo experimentais

Os ensaios de digestibilidade foram conduzidos pelo método da coleta total das fezes e da urina, considerando-se as recomendações da AAFCO (2004). A dieta foi oferecida por um período de adaptação de 10 dias, seguidos de 10 dias de coleta, reunindo um conjunto de fezes e de urina de cada animal. Água foi fornecida sempre à vontade. Durante todo o experimento os gatos foram mantidos em gaiolas metabólicas individuais em inox, medindo 90cm x 80cm x 90cm, equipadas com aparato para coleta separada de fezes e urina.

O alimento foi oferecido das 13:00 as 7:00 horas da manhã do dia seguinte, respeitando-se o comportamento alimentar da espécie, em quantidade suficiente para atender a demanda energética do animal preconizada pelo NRC (2006) para gatos adultos magros. As fezes eram colhidas sempre que defecadas, entre 7:00 e 17:00 horas, pesadas e acondicionadas em recipientes apropriados em *freezer* (-15°C). A urina foi recolhida duas vezes por dia, em recipientes plásticos colocados sob o funil coletor da gaiola, contendo 1 mL de ácido sulfúrico 1N para evitar perdas de nitrogênio e proliferação bacteriana. Logo após a coleta era mensurado o volume de urina produzido, sendo esta então armazenada em garrafa plástica identificada e mantida em *freezer* (-15°C) até a realização das análises laboratoriais.

2.2.4 Análises laboratoriais

As análises químicas das dietas, fezes e urina, bem como a liofilização das fezes foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP-campus Jaboticabal. As amostras de fezes de cada gato foram descongeladas, homogeneizadas e liofilizadas no equipamento Thermo Electron Corporation, modelo Savant ModulyoD Freezer Drier. Posteriormente, as amostras de fezes, juntamente com as amostras de ração foram moídas em micro moinho de faca, com peneira de crivos de 1 mm. Todas as amostras de ração e fezes foram analisadas quanto a matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo por hidrólise ácida (EEA), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM) segundo a AOAC (1996). O extrato não nitrogenado (ENN) e a matéria orgânica (MO) foram obtidos respectivamente pelas fórmulas:

$$\text{ENN (\%)} = 100 - (\text{PB} + \text{EEA} + \text{FB} + \text{MM})$$

$$\text{MO (\%)} = 100 - \text{MM}$$

As amostras foram analisadas quanto a energia bruta (EB) por combustão em bomba calorimétrica adiabática (PARR®) no mesmo laboratório. As amostras de urina foram descongeladas e homogeneizadas. Na seqüência foram pesados cerca de 30 g de urina em placas de petri, que foram mantidas em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 24 horas, para a redução do volume. Este procedimento foi repetido por mais duas vezes, totalizando 90 g de urina. O concentrado foi então colocado em cápsulas de silicone, onde se procedeu a combustão em bomba calorimétrica para a determinação da energia bruta (AOAC, 1996).

Foram realizadas também nas amostras de dietas e fezes, análise de perfil de ácidos graxos. A extração e a metilação foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da FCAV – UNESP, campus Jaboticabal, segundo MAIA e RODRIGUES-AMAYA (1993). A determinação dos ácidos graxos foi feita no Laboratório de Bioquímica e Biologia Molecular do Departamento de Tecnologia da FCAV, Unesp, campus Jaboticabal segundo HORWITZ (2000)

em cromatógrafo a Gás GC – 14B (Shimadzu®), com coluna capilar, sílica fundida, Omegawax 250 (30m x 0,25mm x 0,25µm).

2.2.5 Procedimentos de cálculo

Foram calculados os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, matéria orgânica, extrato etéreo hidrólise ácida, proteína bruta, matéria mineral, fibra bruta, extrativo não nitrogenado, energia bruta e ácidos graxos, além da energia metabolizável (EM) das dietas experimentais pelo método de coleta total de fezes e urina (AAFCO 2004). Para tanto foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\text{CDA (\%)} = \frac{\text{nutriente ingerido (g)} - \text{nutriente excretado (g)}}{\text{nutriente ingerido (g)}} \times 100$$

$$\text{EM (kcal/kg)} = \frac{(a \times b) - (c \times d) - (e \times f)}{b} \times 1000, \text{ onde:}$$

a = energia bruta do alimento (kcal/g)

b = total de alimento consumido (g)

c = energia bruta das fezes (kcal/g)

d = total de fezes coletadas (g)

e = energia bruta da urina (kcal/mL)

f = volume total de urina produzido (mL)

Foram calculados também a digestibilidade aparente do extrato etéreo hidrólise ácida e dos ácidos graxos, bem como a energia metabolizável dos ingredientes estudados. Uma vez que quase não existem estudos sobre a digestão de ingredientes para gatos, foram utilizadas paralelamente duas metodologias de cálculos, que serão posteriormente comparadas quanto aos resultados. Um dos procedimentos empregados foi o método de substituição, que já foi utilizado para o estudo de fontes de proteína e carboidratos para cães (SÁ FORTES, 2005) e para gatos (OLIVEIRA – dados não publicados). Sendo

a digestão aparente da gordura relacionada a sua taxa de inclusão na dieta, esta foi também estudada pelo método de regressão.

Pelo método da substituição foi empregada a equação proposta por MATTERSON et al. (1965), corrigindo-se para a matéria seca a porcentagem de substituição do ingrediente na DR. Foram testados neste cálculo, os três níveis de substituição da DR, 5%, 10% e 15%.

$$CDA = CD(DR) + \frac{CD(DT) - CD(DR)}{\%Subst.}$$

Onde:

CDA = Coeficiente de digestibilidade aparente do ingrediente

CD (DR) = Coeficiente de digestibilidade aparente da dieta referência;

CD (DT) = Coeficiente de digestibilidade aparente da dieta teste;

% Subst. = Percentual de substituição da DR pelo ingrediente teste, corrigida para a matéria seca.

Pelo método de regressão os dados foram determinados por equações polinomiais ou pela equação exponencial ajustada de Mitscherklich (GOMES, 1966). A equação exponencial ajustada foi:

$$Y = A \times (1 - 10^{-cx}) \text{ onde,}$$

Y = digestibilidade do nutriente ou energia metabolizável

A = valor máximo possível

C = coeficiente de eficácia

X = teor de gordura ou energia da dieta

Para os cálculos de digestibilidade verdadeira dos ingredientes, foi feita uma regressão linear ou quadrática entre a ingestão (g/kg animal/dia) e a excreção (g/kg animal/dia) dos nutrientes (extrato etéreo ácido e ácidos graxos). A partir da fórmula gerada, obteve-se o valor da excreção endógena do mesmo. A excreção endógena foi então subtraída da excreção total e a digestibilidade recalculada. Após esta etapa, foram feitas regressões

polinomiais e exponenciais entre o teor de gordura no alimento e a digestibilidade. A equação exponencial ajustada de Mitscherkich foi escolhida por se tratar de coeficiente de digestibilidade, um número finito com valor máximo 100%. Assim, este tipo de equação, que gera uma curva com platô, se ajusta melhor ao objetivo da pesquisa do que as fórmulas de regressões polinomiais.

A digestibilidade e a energia metabolizável dos ingredientes foram calculadas pela extrapolação na fórmula gerada, do teor de gordura no alimento para 100%.

O coeficiente de metabolização da energia foi determinado pela razão entre o valor de energia metabolizável aparente e o de energia bruta, expressos em porcentagem.

2.2.6 Análise estatística

O experimento teve um delineamento em blocos casualizados e incluiu um arranjo fatorial de tratamentos, representado por 3 ingredientes e três níveis de inclusão, mais a dieta referência totalizando 10 tratamentos. Foram empregadas 6 repetições por tratamentos (gatos) totalizando 60 unidades experimentais. Estes foram organizados em blocos no tempo, com seis blocos de 10 animais cada um, de forma que em cada bloco (período) existia uma repetição por tratamento. As análises estatísticas foram conduzidas nos softwares SAS[®] (1996) e Statistica 7[®] (Statsoft), incluindo análise de variância e teste de Tukey, considerando-se significativo $P < 0,05$, bem como regressões polinomiais e exponenciais em função da ingestão ou do teor de gordura presente nas dietas.

2.3 RESULTADOS

Durante o experimento a dieta referência demonstrou possuir palatabilidade reduzida. Dois gatos neste grupo não se alimentaram, de modo que não foi possível completar a pesquisa com os seis gatos inicialmente planejados. Os dados da DR foram obtidos, portanto, com apenas quatro animais.

A análise química da dieta referência bem como das dietas testes encontram-se nas Tabelas 2.3 (macronutrientes) e 2.4 (ácidos graxos). O perfil de ácidos graxos da DR não está apresentado, pois problemas técnicos impediram que os ácidos graxos desta dieta fossem corretamente determinados. Assim, para os cálculos de digestibilidade de ácidos graxos, a DR não foi considerada, sendo utilizados apenas os valores de respostas das dietas testes para as análises de regressão.

Tabela 2.3 Composição química das dietas referência e testes utilizadas no experimento. Valores expressos na matéria seca

Ítem	DR	Óleo de soja			Óleo vísceras de frango			Sebo bovino			CV	EP ¹
		5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%		
MO (%)	93,66	93,94	94,09	94,42	93,74	94,03	94,39	93,69	94,04	94,33	0,30	0,10
PB (%)	39,39	36,46	35,02	33,24	37,75	34,78	33,16	37,13	34,61	33,70	5,87	1,86
EEA (%)	4,84	8,59	13,47	18,25	9,36	13,97	18,42	7,79	13,66	17,68	37,90	11,98
MM (%)	6,33	6,06	5,91	5,58	6,26	5,97	5,61	6,31	5,96	5,67	4,72	1,49
MF (%)	0,57	1,06	1,0	0,49	0,99	1,00	1,03	0,73	1,03	0,83	23,88	7,55
ENN (%)	48,87	47,83	44,60	42,45	45,64	44,28	41,78	48,03	44,74	42,12	5,66	1,79
EB (kcal/kg)	4130	4380	4650	4890	4390	4620	4850	4460	4660	4900	5,51	1,74

¹. EP= erro padrão

*a,b,c,d,e, médias numa mesma linha sem uma letra em comum diferem pelo teste de Tukey (P<0,05)

Tabela 2.4 Composição em ácidos graxos (%) das dietas referência e testes utilizadas no experimento. Valores expressos na matéria seca*

Ítem	DR	Óleo de soja			Óleo vísceras de frango			Sebo bovino		
		5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
C12:00	-	0,00	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
C14:00	-	0,01	0,02	0,04	0,04	0,08	0,10	0,27	0,51	0,68
C14:1	-	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,04	0,08	0,10
C15:00	-	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,04	0,07	0,09
C16:00	-	1,13	1,65	2,35	1,81	2,72	3,60	1,97	3,37	4,48
C16:1	-	0,02	0,02	0,04	0,26	0,39	0,53	0,16	0,28	0,36
C17:00	-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,10	0,13	0,21
C18:0	-	0,35	0,60	0,77	0,62	0,93	1,15	2,01	3,13	3,83
C18:1n9c	-	2,20	3,66	4,65	2,92	4,52	5,64	2,73	5,21	6,68
C18:2n6c	-	4,67	6,83	9,19	3,21	4,65	6,38	0,26	0,55	0,64
C18:3n3	-	0,07	0,53	0,97	0,29	0,43	0,60	0,04	0,07	0,08
C20:2	-	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,04	0,06	0,10	0,32
C20:4n6	-	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00
NI*	-	0,12	0,14	0,19	0,13	0,16	0,28	0,12	0,17	0,21
SAT**	-	1,52	2,29	3,21	2,49	3,77	4,89	4,39	7,21	9,29
MONO***	-	2,22	3,68	4,69	3,19	4,92	6,18	2,93	5,57	7,14
POLI****	-	4,74	7,36	10,16	3,55	5,13	7,06	0,35	0,72	1,05

*não identificados, **SAT = total de ácidos graxos saturados, ***MONO = total de ácidos graxos monoinsaturados, ****POLI = total de ácidos graxos poliinsaturados

Houve pequenas diferenças entre os grupos quanto a ingestão de PB, FB, MM, ENN, e EB. Em relação ao EEA, o grupo da DR, como esperado, consumiu a menor quantidade de EEA, embora tenham consumido semelhante aos grupos com inclusão de 5% de gordura, ainda, o grupo 15% óleo de vísceras teve o maior consumo. O grupo 15% sebo bovino consumiu o maior número de calorias e o grupo 10% vísceras o menor. O consumo de nutrientes (g/kg animal/dia) e de energia bruta por kg/animal/dia estão apresentados na tabela 2.5.

Não houve diferença entre a digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, matéria mineral e extrativos não nitrogenados das dietas referência e testes. Quanto a digestibilidade da fibra bruta, a DR apresentou o menor valor, sendo este semelhante apenas a dieta 15% óleo de vísceras. A digestibilidade da energia foi semelhante entre as dietas estudadas, diferindo apenas entre o óleo de vísceras 10% e o sebo bovino 15% (Tab. 2.6).

Tabela 2.5 Ingestão de nutrientes em g/kg/dia e energia bruta em kcal/kg/dia das dietas referência e testes utilizadas no experimento.

Ítem	DR (n=4)	Óleo de soja			Óleo vísceras de frango			Sebo bovino			CV	EP ¹
		5% (n=6)	10% (n=6)	15% (n=6)	5% (n=6)	10% (n=6)	15% (n=6)	5% (n=6)	10% (n=6)	15% (n=6)		
MS	11,78	11,91	11,57	9,97	10,47	9,78	13,46	13,21	12,14	13,45	20,15	0,31
MO	11,04	11,19	10,88	9,42	9,81	9,20	12,70	12,38	11,42	12,69	20,18	0,29
PB	4,64 ^{a,b}	4,34 ^{a,b}	4,05 ^{a,b}	3,32 ^b	3,95 ^{a,b}	3,40 ^b	4,46 ^{a,b}	4,90 ^a	4,20 ^{a,b}	4,53 ^{a,b}	20,35	0,11
EEA	0,57 ^e	1,02 ^{d,e}	1,56 ^{c,d}	1,82 ^{b,c}	0,98 ^{d,e}	1,37 ^{c,d}	2,48 ^a	1,03 ^{e,d}	1,66 ^c	2,38 ^{a,b}	42,43	0,08
FB	0,07 ^{c,d}	0,13 ^{a,b}	0,12 ^{a,b}	0,05 ^d	0,10 ^{a,b}	0,09 ^{b,c}	0,14 ^a	0,09 ^{b,c}	0,12 ^a	0,11 ^{a,b}	29,69	0,004
MM	0,75 ^{a,b}	0,72 ^{a,b}	0,68 ^{a,b}	0,55 ^b	0,65 ^{a,b}	0,58 ^b	0,75 ^{a,b}	0,83 ^a	0,72 ^{a,b}	0,76 ^{a,b}	20,23	0,12
ENN	5,76 ^{a,b}	5,70 ^{a,b}	5,16 ^{a,b}	4,23 ^b	4,77 ^{a,b}	4,33 ^b	5,62 ^{a,b}	6,34 ^a	5,43 ^{a,b}	5,66 ^{a,b}	20,60	0,14
EB	48,66 ^{a,b,c}	52,13 ^{a,b,c}	53,80 ^{a,b,c}	48,77 ^{a,b,c}	46,01 ^{b,c}	45,24 ^c	65,24 ^{a,b}	58,89 ^{b,c}	56,61 ^{a,b,c}	65,90 ^a	21,41	1,53

¹- EP= erro padrão, n=6 (DR n=4)

*a,b,c,d,e, médias numa mesma linha sem uma letra em comum diferem pelo teste de Tukey (P<0,05)

Tabela 2.6 Coeficientes de digestibilidade aparente (%) dos nutrientes e da energia das dietas referência e testes utilizadas no experimento.

Ítem	DR (n=4)	Óleo de soja			Óleo vísceras de frango			Sebo bovino			CV	EP ¹
		5% (n=6)	10% (n=6)	15% (n=6)	5% (n=6)	10% (n=6)	15% (n=6)	5% (n=6)	10% (n=6)	15% (n=6)		
MS	87,12	88,28	89,05	88,01	86,78	87,20	87,80	86,90	87,70	87,04	2,11	0,24
MO	90,53	91,18	91,76	90,85	89,98	90,12	90,54	89,94	90,39	89,65	1,80	0,21
PB	89,59	89,33	89,82	87,47	88,22	86,94	87,25	88,35	88,81	89,31	2,83	0,33
FB	-10,73 ^c	44,24 ^a	45,15 ^a	-4,35 ^{b,c}	44,62 ^a	36,84 ^a	44,76 ^a	31,45 ^{a,b}	62,50 ^a	60,61 ^a	75,28	3,67
MM	36,59	43,29	45,84	39,85	38,77	41,23	41,71	41,78	45,22	43,77	19,06	1,05
ENN	94,96	95,17	94,78	94,31	93,57	94,35	93,54	95,09	96,11	95,53	1,60	0,20
EB	89,15 ^{a,b}	90,42 ^{a,b}	91,66 ^a	90,94 ^{a,b}	89,44 ^{a,b}	89,90 ^a	90,97 ^{a,b}	88,81 ^{a,b}	88,93 ^{a,b}	87,96 ^b	2,14	0,25

¹- EP= erro padrão, n=6 (DR n=4)

*a,b,c,d,e, médias numa mesma linha sem uma letra em comum diferem pelo teste de Tukey (P<0,05)

A excreção fecal de EEA não diferiu entre as dietas referência e testes com óleo de soja ou óleo de vísceras de frango ($P>0,05$). Entretanto, a excreção foi maior nas dietas com sebo bovino, tanto que a média neste grupo foi mais que o dobro da média dos grupos óleo de soja e óleo de vísceras de frango (Tab. 2.7).

A digestibilidade aparente do EEA não diferiu entre as dietas referência e 5% sebo bovino. A digestibilidade aparente do EEA da dieta 5% óleo de soja foi equivalente a das 5% óleo de vísceras, 10% sebo e 15% sebo. Enquanto nos tratamentos óleo de soja e óleo de vísceras a menor inclusão (5%) teve digestibilidade menor do que a maior inclusão (15%), para o sebo isto não aconteceu, não havendo diferença entre os três níveis ($P>0,05$) (Tab. 2.7).

Não foi encontrada correlação entre ingestão e excreção fecal de EEA para os grupos óleo de soja e óleo de vísceras. Por isso, não foi possível calcular a excreção endógena e por consequência a digestibilidade verdadeira da gordura para estes ingredientes. Ao contrário, foi encontrada uma correlação linear positiva para o grupo sebo bovino, de modo que para este ingrediente foi possível calcular a digestibilidade verdadeira (Tab. 2.7). As equações geradas por essas regressões encontram-se na Tabela 2.8 e o gráfico da regressão entre a ingestão e excreção de EEA dos gatos na figura 2.1.

Tabela 2.7 Excreção de extrato etéreo ácido (EEA), coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) e verdadeiro (CDV) do extrato etéreo ácido, energia metabolizável e coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) das dietas referência e testes fornecidas aos gatos.

	Excreção EEA (g/kg /dia)	CDA – EEA (%)	CDV – EEA (%)	EM (Kcal/kg)	CMEB (%)
Dieta referência (n=4)	0,19 ^{c,d}	65,40 ^f	-	3375,00 ^d	81,73 ^b
Óleo de soja					
5%(n=6)	0,17 ^d	82,64 ^{c,d}	-	3713,97 ^c	84,87 ^{a,b}
10%(n=6)	0,15 ^d	90,29 ^{a,b}	-	3962,66 ^b	85,21 ^{a,b}
15%(n=6)	0,15 ^d	91,51 ^{a,b}	-	4176,94 ^a	85,43 ^a
Média do grupo	0,16	88,15	-	3951,19	85,17
Óleo vísceras					
5%(n=6)	0,15 ^d	84,40 ^{c,d}	-	3646,08 ^c	82,96 ^{a,b}
10%(n=6)	0,16 ^d	88,45 ^{a,b}	-	3932,10 ^b	85,03 ^{a,b}
15%(n=6)	0,19 ^{c,d}	92,21 ^a	-	4187,45 ^a	86,37 ^a
Média do grupo	0,17	88,35	-	3921,88	84,79
Sebo bovino					
5%(n=6)	0,29 ^{b,c}	71,23 ^{e,f}	80,14	3693,17 ^c	82,85 ^{a,b}
10%(n=6)	0,37 ^b	77,78 ^{d,e}	83,36	3897,88 ^b	83,59 ^{a,b}
15%(n=6)	0,53 ^a	77,64 ^{d,e}	81,59	4064,59 ^{a,b}	82,96 ^{a,b}
Média do grupo	0,40	75,55	81,70	3885,21	83,09
EP ¹	0,017	1,17	1,62	32,40	0,29
CV	56,44	10,78	8,99	6,35	2,66
Probabilidade de maior F					
Fonte	0,0001	0,0001	-	ns	0,0065
Dose	0,0005	0,0001	ns	0,0001	ns
Interação	0,0001	ns	-	ns	ns

¹- EP= erro padrão, n=6 (DR n=4)

a,b,c,d,e,f médias numa mesma coluna sem uma letra em comum não diferem pelo teste Tukey (P<0,05)

Como esperado, a dieta referência apresentou a menor energia metabolizável (EM), seguida das dietas testes 5% óleo de soja, 5% óleo de vísceras e 5% sebo bovino. Tanto no grupo óleo de soja quanto no óleo de vísceras, quanto maior a inclusão de gordura, maior foi a EM, sendo os valores entre os grupos equivalentes nas mesmas inclusões. O mesmo não aconteceu

para o sebo bovino, que não apresentou diferença de EM entre as inclusões 10% e 15% (Tab. 2.7).

Não houve diferença quanto ao coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) da DR e das dietas testes com sebo bovino, mas houve entre a DR e as dietas testes com 15% de óleo de soja e 15% de óleo de vísceras. O aumento da inclusão de sebo nas dietas teste não alterou o CMEB.

Tabela 2.8. Regressão polinomial entre excreção fecal de extrato etéreo ácido e sua ingestão, em g/kg/dia, para a dieta referência (DR) e dietas testes com diferentes fontes de gordura fornecidas aos gatos.

Dietas testes	R ²	Equação
DR + Óleo de soja	0,16	$Y = 0,179 - 0,012x$
DR + Óleo de vísceras	0,15	$Y = 0,141 + 0,021x$
DR + Sebo bovino	0,80	$Y = 0,091 + 0,181x$

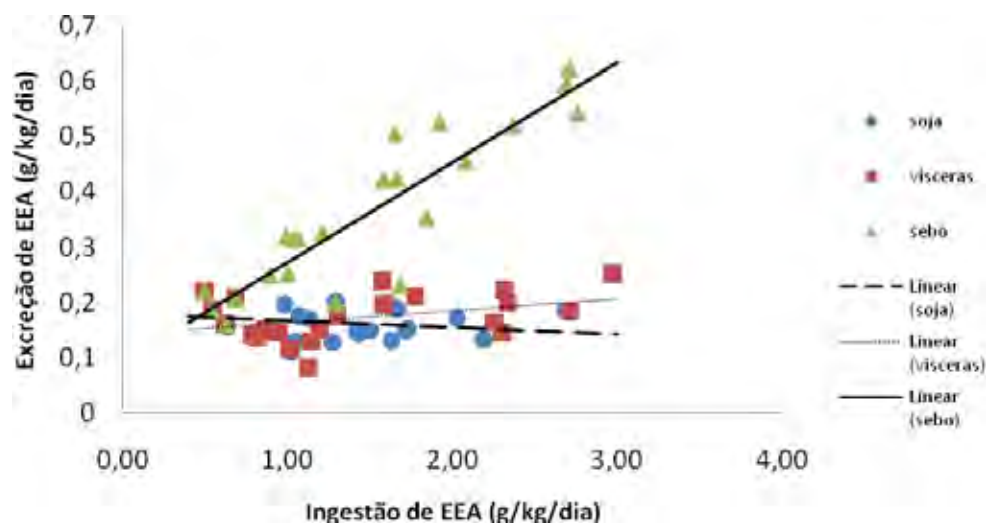


Fig. 2.1. Excreção fecal de extrato etéreo ácido (EEA) em função de sua ingestão pelos gatos

Foi encontrada correlação entre o teor de gordura da dieta e o CDA do EEA, utilizando-se tanto o modelo de equação polinomial, quanto o exponencial. Ao se extrapolar o teor de gordura da dieta para 100%, para cálculo da digestibilidade do ingrediente, o modelo polinomial resultou em valores inferiores a zero e superiores a 100%, o que biologicamente não faz

sentido, fato que não ocorreu com o modelo exponencial. As equações geradas nos dois modelos encontram-se na Tabela 2.9 e as representações gráficas do modelo de equação exponencial nas Figuras 2.2 a 2.4.

Tabela 2.9. Análise de regressão exponencial e polinomial para digestibilidade aparente (%) do extrato etéreo ácido em função do nível de gordura da ração, para as dietas referência (DR) e dietas testes com diferentes fontes de gordura fornecidas aos gatos.

Dietas	R ²	Equação	Digestibilidade aparente estimada do ingrediente
Modelo com equação exponencial			
DR+Óleo de soja	0,92	$Y = 92,8687x(1-10^{(-0,1104x)})$	92,87%
DR+Óleo de vísceras	0,93	$Y = 92,2715x(1-10^{(-0,1111x)})$	92,27%
DR+Sebo bovino	0,69	$Y = 77,5955x(1-10^{(-0,1570x)})$	77,59%
Modelo com equação polinomial - linear			
DR+Óleo de soja	0,59	$Y = 79,27+0,88x$	167,97%
DR+Óleo de vísceras	0,73	$Y = 80,54+0,78x$	158,54%
DR+Sebo bovino	0,26	$Y = 69,14 +0,64x$	133,14%
Modelo com equação polinomial - quadrático			
DR+Óleo de soja	0,85	$Y = 37,50+7,02x-0,22x^2$	-1460,50%
DR+Óleo de vísceras	0,84	$Y = 41,46+6,05x-0,18x^2$	-1153,54%
DR+Sebo bovino	0,50	$Y = 51,30+3,42x-0,109x^2$	-696,7%

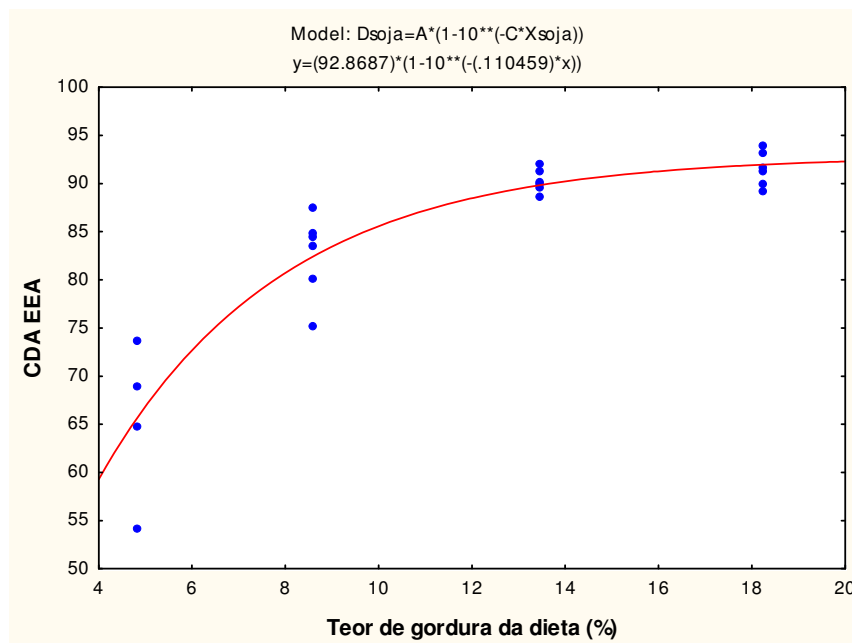


Fig. 2.2 Coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo ácido (CDA EEA) em função do teor de gordura da dieta referência e dietas testes com diferentes inclusões de óleo de soja.

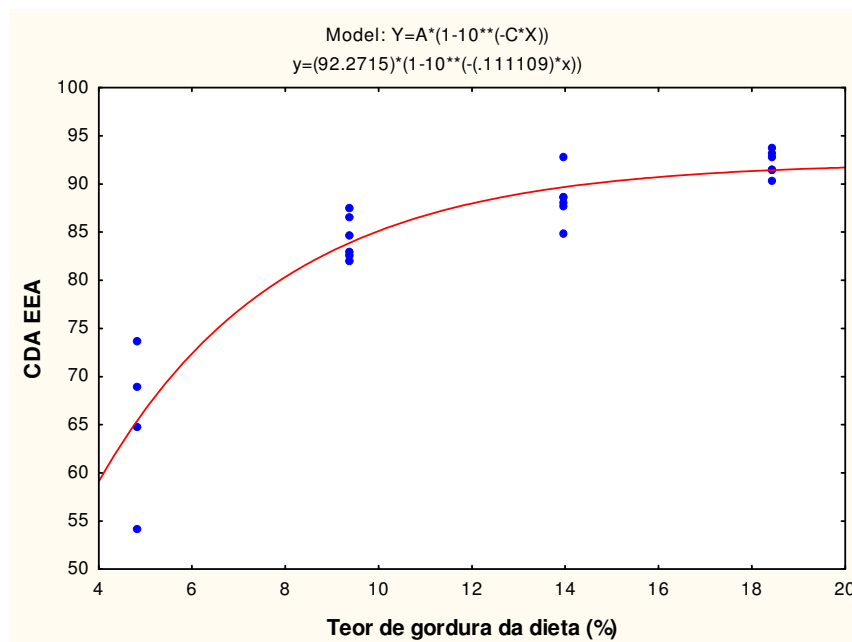


Fig. 2.3 Coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo ácido (CDA EEA) em função do teor de gordura da dieta referência e dietas testes com diferentes inclusões de óleo de vísceras de frango.

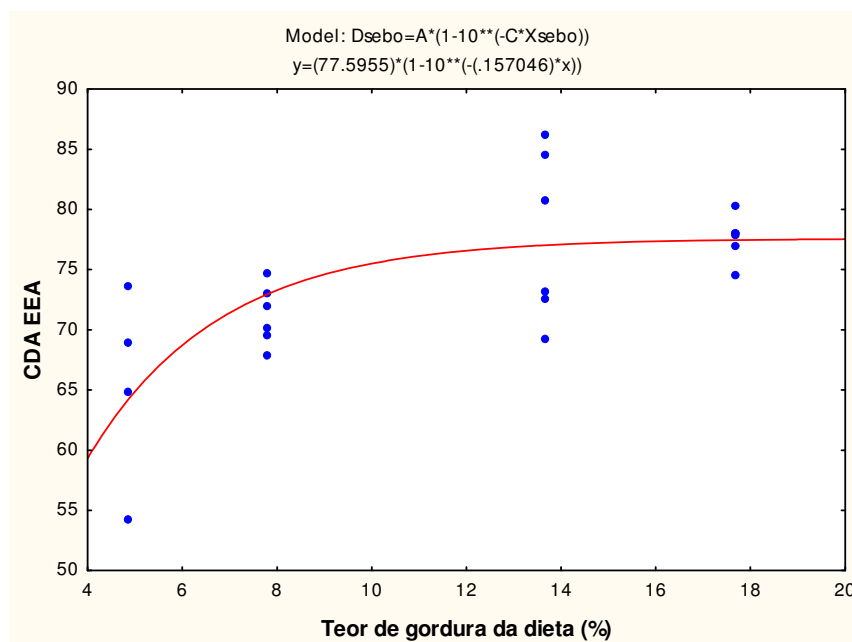


Fig. 2.4 Coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo ácido (CDA EEA) em função do teor de gordura da dieta referência e dietas testes com diferentes inclusões de sebo bovino.

Da mesma forma que ocorreu para os cálculos de digestão aparente, a extrapolação do valor de x para 100% de inclusão de gordura para cálculo da digestão verdadeira do sebo bovino, resultou pelo modelo polinomial em um valor biologicamente sem sentido. Já quando foi utilizada a equação exponencial ajustada de Mitscherlich, o resultado foi 82,52%. De qualquer forma, o R² das duas equações foi baixo. As equações geradas nos modelos exponencial e polinomial para a digestibilidade verdadeira do sebo bovino estão apresentadas na Tabela 2.10 e a representação gráfica da equação exponencial na Figura 2.5.

Tabela 2.10 Regressão polinomial e exponencial para a digestibilidade verdadeira (%) do extrato etéreo ácido em função do teor de gordura da ração, para a dieta referência e dietas testes com diferentes inclusões de sebo bovino fornecidas aos gatos

Dieta	R ²	Equação	Digestibilidade verdadeira estimada do ingrediente
Polinomial quadrática			
Sebo bovino	0,41	$Y = 114,82 - 5,39x + 0,20x^2$	1575,82%
Exponencial			
Sebo bovino	0,2426	$Y = 82,5183x(1 - 10^{-(0,200133x)})$	82,52%

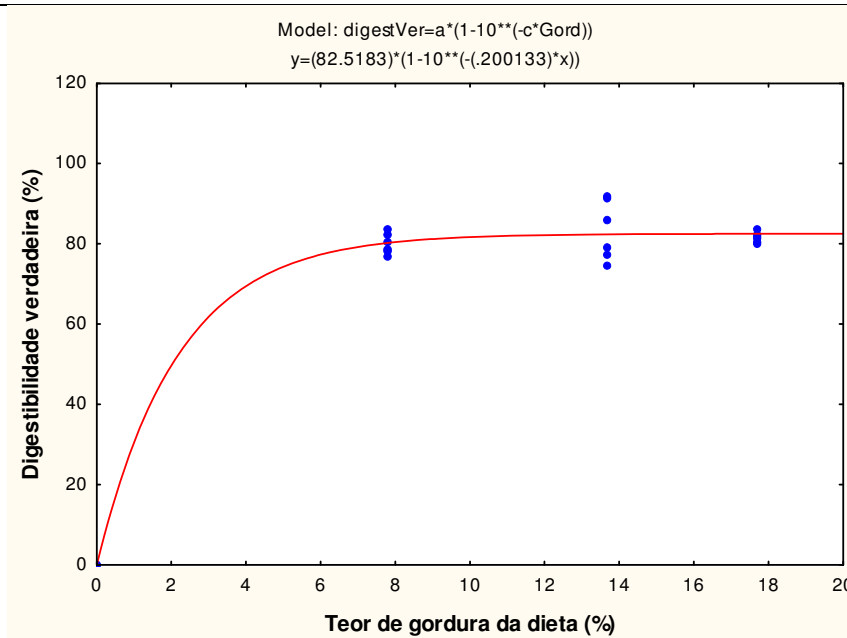


Fig. 2.5 Coeficiente de digestibilidade verdadeira do extrato etéreo ácido em função do teor de gordura da dieta referência e dietas testes com diferentes inclusões de sebo bovino.

Os resultados dos cálculos de digestibilidade dos ingredientes pelo método de substituição de MATTERSON et al (1965) foram superiores a 100%, o que é biologicamente incoerente (Tab. 2.11). Desta forma, não foram feitas comparações entre este e os outros métodos (regressão exponencial e polinomial).

Tabela 2.11 Coeficientes de digestibilidade (%) do extrato etéreo ácido do óleo de soja, óleo de vísceras de frango e sebo bovino, calculados pelo método de substituição em três diferentes níveis de inclusão, fornecidas aos gatos.

CDA EEA	
(g/kg animal/dia)	
Óleo de soja	
5%(n=6)	387,48 ^a
10%(n=6)	298,79 ^b
15%(n=6)	229,26 ^{b,c}
Média do grupo	305,174
Óleo vísceras	
5%(n=6)	419,09 ^a
10%(n=6)	282,38 ^b
15%(n=6)	233,24 ^{b,c}
Média do grupo	311,56
Sebo bovino	
5%(n=6)	175,33 ^{c,d}
10%(n=6)	182,20 ^{c,d}
15%(n=6)	142,31 ^d
Média do grupo	166,61
EP¹	13,35
CV	37,85
Efeito	Probabilidade de maior F
Fonte	0,0001
Dose	0,0005
Interação	0,0001

¹- EP= erro padrão, n=6 (DR n=4)

a,b,c,médias numa mesma coluna sem uma letra em comum diferem pelo teste Tukey (P<0,05)

Com o objetivo de determinar a energia metabolizável das fontes de gordura foram feitas regressões polinomiais e exponenciais entre a DR e os três grupos de dietas testes. Neste caso, as equações polinomiais tiveram um resultado mais de duas vezes maior do que as equações exponenciais (Tab.

2.12). As representações gráficas das regressões polinomiais encontradas estão apresentadas nas Figuras 2.6, 2.7 e 2.8.

Tabela 2.12 Análises de regressões polinomiais e exponenciais para cálculo da energia metabolizável em função do teor de gordura da ração, para a dieta referência (DR) mais as dietas testes com diferentes fontes de gordura fornecidas aos gatos.

Dietas testes	R ²	Equação	EM estimada do ingrediente
Polinomial			
DR + Óleo de soja	0,92	$Y = 3172,2 + 56,78x$	8850 kcal/kg
DR + Óleo de vísceras	0,95	$Y = 3086,2 + 60,021x$	9088 kcal/kg
DR + Sebo bovino	0,70	$Y = 3238,7 + 47,937x$	8032 kcal/kg
Exponencial			
DR + Óleo de soja	0,89	$Y = 4062,12x(1-10^{(-0,147206x)})$	4062 kcal/kg
DR + Óleo de vísceras	0,82	$Y = 4015,99x(1-10^{(-0,148413x)})$	4015 kcal/kg
DR + Sebo bovino	0,83	$Y = 3982,42x(1-10^{(-0,160484x)})$	3982 kcal/kg

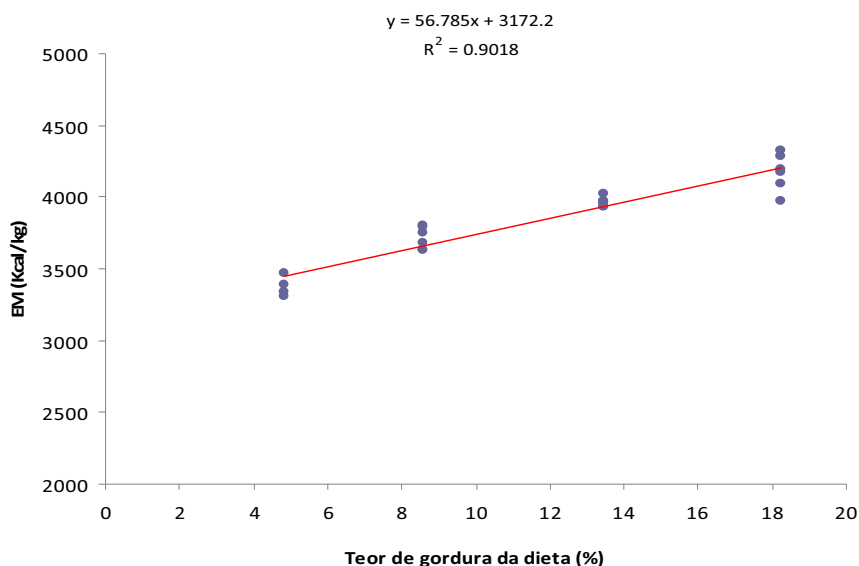


Fig. 2.6 Energia metabolizável das dietas referência e testes com óleo de soja em função do teor de gordura da dieta.

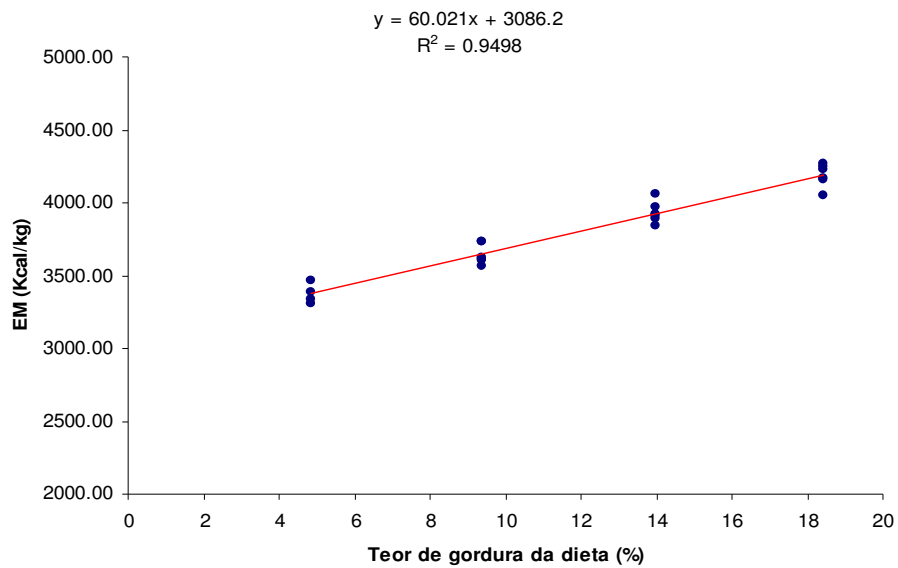


Fig. 2.7 Energia metabolizável das dietas referência e testes com óleo de vísceras de frango em função do teor de gordura da dieta.

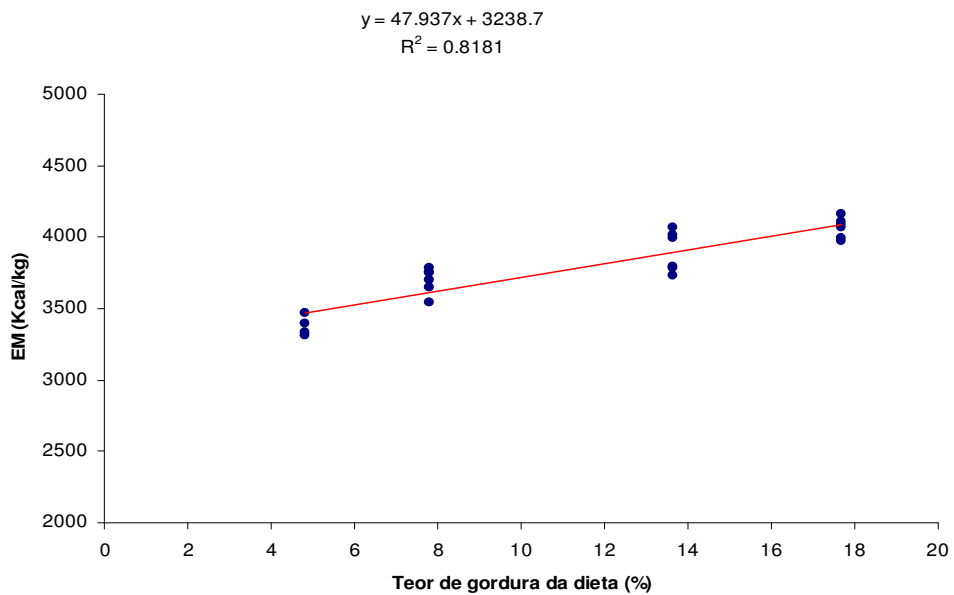


Fig. 2.8 Energia metabolizável das dietas referência e testes com sebo bovino em função do teor de gordura da dieta.

Uma vez estimadas as energias metabolizáveis dos ingredientes em estudo foi calculado o coeficiente de metabolização da energia bruta de cada um deles. Assim como o óleo de vísceras apresentou maior energia metabolizável, ele também apresentou maior CMEB. O sebo bovino teve o menor CMEB, de apenas 84,15%, e o óleo de soja valor intermediário (Tab. 2.13, Fig 2.9).

Tabela 2.13 Energia bruta (EB), energia metabolizável (EM) estimada e coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) das fontes de gordura para gatos

	EB (kcal/kg)	EM – Estimada (kcal/kg)	CMEB (%)
Óleo de soja	9590	8850	92,28
Óleo de vísceras	9604	9088	94,62
Sebo bovino	9544	8032	84,15

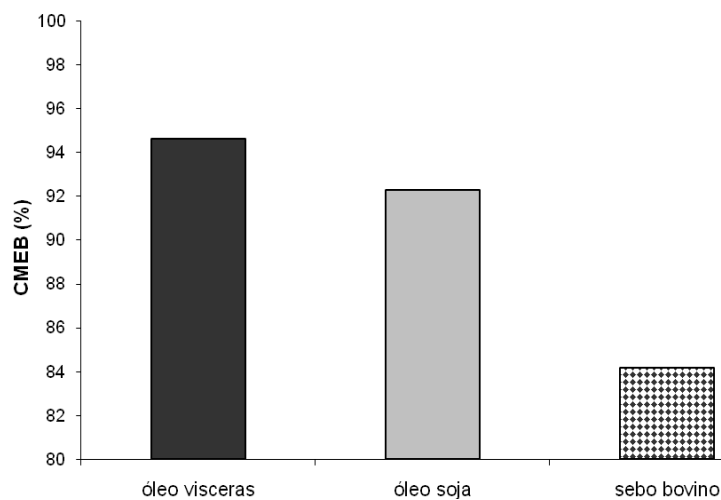


Fig. 2.9 Coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) do óleo de soja, óleo de vísceras de frango e sebo bovino para gatos

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos ácidos graxos das dietas testes com óleo de soja, óleo de vísceras e sebo bovino estão apresentados nas tabelas 2.14, 2.16 e 2.18.

Para as dietas com óleo de soja, com exceção do ácido linoléico (C18:2n6), houve aumento da digestibilidade aparente dos ácidos graxos com o aumento da adição do óleo. O mesmo ocorreu quando os ácidos graxos foram separados nas categorias saturados, monoinsaturados e poliinsaturados. Houve diferença também entre as categorias, sendo a maior digestibilidade dos AG poliinsaturados. Houve diferença também entre os ácidos graxos (tipo) dentro das categorias saturados e monoinsaturados, mas não houve claramente efeito de comprimento de cadeia e grau de insaturação.

Como ocorrido com a digestão do EEA, as equações polinomiais para determinação da digestibilidade aparente dos ácidos graxos do óleo de soja resultaram em valores sem sentido. Assim, foi aplicada a fórmula exponencial ajustada de Mitscherling (GOMES, 1966) que encontrou valores coerentes (Tab. 2.15)

Tabela 2.14 Coeficientes de digestibilidade aparente (%) dos ácidos graxos (AG) das dietas testes com óleo de soja fornecidas aos gatos.

Ítem	Inclusão de óleo de soja			Média grupo	EP ¹	CV	Probabilidade de maior F		
	5% (n=6)	10% (n=6)	15% (n=6)				Efeito dose	Efeito AG	Efeito dose x AG
C16:0	75,23 ^b	85,83 ^a	89,17 ^a	83,41	1,85	9,39	0,0009		
C16:1	-10,18 ^b	42,50 ^a	71,24 ^a	34,52	10,50	129,09	0,0009		
C18:0	34,11 ^b	68,54 ^a	75,23 ^a	59,30	4,77	34,12	<0,0001		
C18:1	86,11 ^b	92,86 ^a	92,11 ^a	90,36	1,10	5,15	0,01		
C18:2n6	97,21	97,63	98,83	98,00	0,33	1,42	ns		
C18:3n3	84,61 ^b	98,36 ^a	98,85 ^a	94,06	1,85	8,35	<0,0001		
Categorias									
Saturados	54,67	77,19	82,21	71,36			<0,0001	<0,0001	<0,0001
Monoinsaturados	37,96	67,68	81,68	62,44			<0,0001	<0,0001	0,0006
Poliinsaturados	91,08	98,16	98,84	96,03			0,0012	<0,0001	<0,0001
Efeito	Probabilidade de maior F								
categoria	<0,0001								

¹- EP= erro padrão, n=6

a,b,c,médias numa mesma coluna sem uma letra em comum não diferem pelo teste Tukey (P<0,05)

Tabela 2.15 Equações polinomiais e exponenciais para digestibilidade aparente dos ácidos graxos em função da adição de óleo de soja nas dietas testes fornecidas aos gatos.

Ítem	R ²	Equação	
		Polinomial linear	Digestibilidade aparente estimada para ácidos graxos (%)
C16:0	0,56	Y = 63,99 + 1,44x	207,99
C16:1	0,59	Y = -78,85 + 8,43x	764,15
C18:0	0,73	Y = 1,96 + 4,27x	428,26
C18:1	0,29	Y = 81,97 + 0,24x	105,97
C18:2n6	0,24	Y = 95,74 + 0,16x	111,74
C18:3n3	0,55	Y = 74,67 + 1,44x	218,67
Polinomial quadrático			
C16:0	0,60	ns	
C16:1	0,59	ns	
C18:0	0,73	Y = -94,21 + 19,96x - 0,58X ²	-3898
C18:1	0,29	ns	
C18:2n6	0,24	ns	
C18:3n3	0,55	Y = 29,72 + 8,78x - 0,2735X ²	-1827
Exponencial			
C16:0	0,78	Y = 91,6999x(1-10 ^(-0,0871x))	91,70
C16:1		não aplicável	
C18:0	0,86	Y = 281,985x(1-10 ^(-0,007761x))	281,98
C18:1	0,64	Y = 93,3083x(1-10 ^(-0,131758x))	93,31
C18:2n6	0,43	Y = 98,4842x(1-10 ^(-0,2179x))	98,48
C18:3n3	0,82	Y = 102,241x(1-10 ^(-0,09216x))	102,24

Nas dietas testes com óleo de vísceras de frango, não houve efeito de nível inicial (teor de inclusão de gordura) em nenhum ácido graxo poliinsaturado de cadeia longa, apenas nos saturados e monoinsaturados. Houve diferença entre as categorias, a semelhança do que ocorreu com óleo de vísceras a digestibilidade dos ácidos graxos poliinsaturados foi maior e a dos saturados menor. Houve também, dentro de cada categoria, efeito do tipo de ácido graxo. Nas categoria saturados e monoinsaturados os ácidos graxos de menor cadeia carbônica apresentaram maior digestibilidade. Entretanto, com os poliinsaturados, quanto maior a cadeia e maior a insaturação maior foi a digestibilidade (Tab. 2.16)

Tabela 2.16 Coeficientes de digestibilidade aparente (%) dos ácidos graxos das dietas testes com óleo de vísceras de frango utilizadas no experimento.

Ítem	Inclusão de óleo de vísceras de frango				Probabilidade de maior F				
	5% (n=6)	10% (n=6)	15% (n=6)	Média grupo	EP ¹	CV	Efeito Dose	Efeito AG	Efeito Dose x AG
C16:0	84,35 ^b	87,86 ^{ab}	91,93 ^a	88,04	0,98	4,75	0,0015		
C16:1	92,43 ^b	93,83 ^{ab}	97,15 ^a	94,47	0,69	3,11	0,0073		
C18:0	60,05 ^b	76,69 ^a	77,90 ^a	71,54	2,35	13,95	0,0001		
C18:1	88,79 ^b	92,37 ^a	95,02 ^a	92,06	0,77	3,57	0,0005		
C18:2n6	96,87	97,12	98,18	97,39	0,42	1,83	ns		
C18:3n3	97,33	97,74	98,98	98,02	0,30	1,31	ns		
C20:2	100,0	100,0	100,0	100,0			ns		
C20:4	100,0	100,0	100,0	100,0			ns		
categorias									
Saturados	72,20	82,27	84,91	79,80			0,0001	0,0001	0,003
Monoinsaturados	90,61	93,10	96,09	93,27			0,0001	0,0024	ns
Poliinsaturados	98,55	98,71	99,29	98,52			0,0001	0,04	ns
Efeito	Probabilidade de maior F								
categoria	0,0001								

¹- EP= erro padrão, n=6
a,b,c,médias numa mesma coluna sem uma letra em comum não diferem pelo teste Tukey (P<0,05)

Para os cálculos de CDA dos ácidos graxos do óleo de vísceras, novamente apenas as equações exponenciais apresentaram resultados coerentes (Tab. 2.17).

Diferentemente do que ocorreu para as dietas testes com óleo de soja e óleo de vísceras de frango, nas dietas com sebo bovino não houve efeito de dose na digestibilidade da maioria dos ácidos graxos. A exceção foi do C16:0, mas que mesmo assim, só apresentou diferença entre a inclusão de 5% e as demais. As dietas testes com sebo bovino apresentaram diferença de digestibilidade entre as categorias, novamente os poliinsaturados apresentaram a maior digestibilidade e os saturados a menor (Tab. 2.18).

Tabela 2.17 Equações polinomiais e exponenciais para digestibilidade aparente dos ácidos graxos em função da adição de óleo de vísceras de frango nas dietas testes fornecidas aos gatos.

Ítem	R ²	Equação		Digestibilidade aparente estimada para ácidos graxos (%)
		Polinomial		
C16:0	0,58	Y = 76,43 + 0,83x		159,43
C16:1	0,45	Y = 87,22 + 0,52x		139,22
C18:0	0,57	Y = 43,99 + 1,98x		241,99
C18:1	0,63	Y = 82,49 + 0,68x		150,49
C18:2n6		ns		
C18:3n3	0,28	Y = 95,49 + 0,18x		113,49
Quadrático				
C16:0		ns		
C16:1		ns		
C18:0	0,70	Y = -20,90 + 12,20x - 0,3684X ²		-2484,9
C18:1		ns		
C18:2n6		ns		
C18:3n3		ns		
Exponencial				
C16:0	0,71	Y = 91,6188x(1-10 ^(-0,1147x))		91,62
C16:1	0,57	Y = 96,2186x(1-10 ^(-0,1457x))		96,22
C18:0	0,80	Y = 87,7107x(1-10 ^(-0,0563))		87,71
C18:1	0,77	Y = 94,88x(1-10 ^(-0,1255x))		94,88
C18:2n6	0,23	Y = 97,7348x(1-10 ^(-0,2159x))		97,73
C18:3n3	0,42	Y = 98,4893x(1-10 ^(-0,2027x))		98,49

Tabela 2.18 Coeficientes de digestibilidade aparente (%) dos ácidos graxos (AG) das dietas testes com sebo bovino utilizadas no experimento.

Item	Inclusão de sebo bovino				Probabilidade de maior F				
	5% (n=6)	10% (n=6)	15% (n=6)	Média grupo	EP ¹	CV	Efeito Dose	Efeito AG	Efeito dose x AG
C14:0	71,19	77,02	80,67	76,29	1,89	10,50	ns		
C14:1	100,0	100,0	100,0	100,0			ns		
C16:0	73,38 ^b	80,40 ^a	80,6 ^a 4	78,14	3,00	21,14	0,0035		
C16:1	76,17	78,59	72,69	77,02	1,50	8,26	ns		
C18:0	77,88	80,94	78,54	79,12	0,93	5,0	ns		
C18:1	72,68	78,44	75,91	75,68	1,39	7,81	ns		
C18:2n6	71,22	82,30	76,94	76,82	3,16	17,48	ns		
C18:3n3	69,17	82,46	80,70	77,45	3,31	18,15	ns		
C20:2	100,0	100,0	100,0	100,0			ns		
Categorias									
Saturados	74,15	79,45	79,95	77,85			0,002	ns	ns
Monoinsaturados	82,95	85,68	84,07	84,23			ns	<0,001	ns
Poliinsaturados	80,13	88,25	85,88	84,75			ns	<0,0001	ns
Efeito									
Categoria	Probabilidade de maior F								
	<0,0001								

¹EP = erro padrão, n=6
a,b,c,médias numa mesma linha sem uma letra em comum não diferem pelo teste Tukey (P<0,05)

Os resultados das regressões polinomiais para cálculo da digestibilidade aparente dos ácidos graxos do sebo bovino também apresentaram valores biologicamente incoerentes. Apenas o modelo de equação exponencial resultou em valores compatíveis (Tab. 2.19).

A figura 2.10 ilustra as digestibilidades médias dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados dos três grupos de dietas testes. O grupo com óleo de vísceras de frango apresentou maiores resultados nas três categorias.

Tabela 2.19 Equações polinomiais e exponenciais dos ácidos graxos das dietas testes com sebo bovino utilizadas no experimento.

Ítem	R ²	Equação		Digestibilidade aparente estimada para ácidos graxos (%)
		Polinomial		
C14:0	0,25	Y = 63,76 + (0,964x)		160,16
C16:0	0,45	Y = 68,12+ (0,76x)		144,12
C16:1		ns		
C18:0		ns		
C18:1		ns		
C18:2n6		ns		
C18:3n3		ns		
Quadrático				
C14:0		ns		
C16:0		ns		
C16:1		ns		
C18:0		ns		
C18:1		ns		
C18:2n6		ns		
C18:3n3		ns		
Exponencial				
C14:0	0,48	Y = (80,2277)x(1-10 ^(-0,11984x))		80,23
C16:0	0,72	Y = (81,3681)x(1-10 ^(-0,1299x))		81,37
C16:1	0,09	Y = (77,4333)x(1-10 ^(-0,2331x))		77,43
C18:0	0,21	Y = (79,7439)x(1-10 ^(-0,212842x))		79,74
C18:1	0,35	Y = (77,3828)x(1-10 ^(-0,1591x))		77,38
C18:2n6	0,28	Y = (80,2144)x(1-10 ^(-0,1269x))		80,21
C18:3n3	0,41	Y = (83,8127)x(1-10 ^(-0,099768x))		83,81

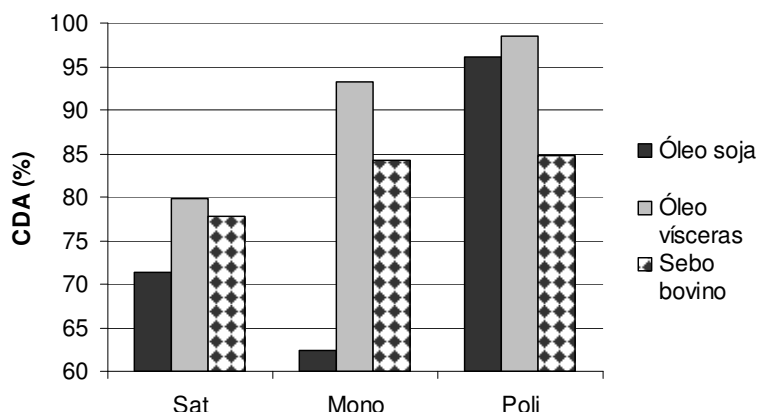


Fig. 2.10 Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) médios dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados das dietas com óleo de soja, óleo de vísceras de frango ou sebo bovino fornecidas aos gatos.

Para as dietas teste com óleo de soja e óleo de vísceras de frango, não foi encontrada correlação entre ingestão e excreção de nenhum ácido graxo. Desta forma não foi possível calcular a excreção endógena, nem tão pouco a digestibilidade verdadeira dos mesmos. Para as dietas teste com sebo bovino foi encontrada correlação linear entre ingestão e excreção dos ácidos graxos C16:0; C18:0 e C18:1. Assim, para estes ácidos graxos, foi calculada a excreção endógena e a digestibilidade verdadeira. As equações geradas pelas regressões de ingestão *versus* excreção do C16:0, C18:0 e C18:1 estão demonstradas na tabela 2.20.

Tabela 2.20 Análises de regressão polinomial entre a excreção fecal de ácidos graxos e sua ingestão (g/kg/dia), para as dietas testes com sebo bovino fornecidas aos gatos.

Ácido graxo	R ²	Equação
C16:0	0,84	Y = 0,0232 + 0,1552x
C18:0	0,85	Y = 0,002 + 0,2061x
C18:1	0,82	Y = 0,0172 + 0,2111x

Os valores calculados de digestibilidade verdadeira para o ácido graxo C16:0 do sebo bovino foi 17 pontos percentuais superior ao valor obtido para a

média da digestibilidade aparente. Entretanto, para os ácidos graxos C18:0 e C18:1 as diferenças foram menores (Tab. 2.21).

Tabela 2.21. Análises de regressão exponencial para a digestibilidade verdadeira (%) dos ácidos graxos C16:0, C18:0 e C18:1 em função da adição de sebo bovino nas dietas teste fornecidas aos gatos.

Ácido graxo	R ²	Equação Exponencial	Digestibilidade verdadeira estimada de ácidos graxos (%)
C16:0	0,89	$Y = (95,4904) \times (1 - 10^{(-0,1749x)})$	95,49
C18:0	0,18	$Y = (80,2002) \times (1 - 10^{(-0,223445x)})$	80,20
C18:1	0,16	$Y = (79,515) \times (1 - 10^{(-0,2077x)})$	79,51

2.4 DISCUSSÃO

Todas as fontes de gordura utilizadas nas confecções das dietas testes eram de boa qualidade, sem peróxido e com acidez dentro do esperado (Tab. 2.2).

As dietas referência (DR) e testes apresentaram valores de análises químicas próximos ao formulado (Tab. 2.3). Durante a realização das análises de perfil de ácidos graxos, aconteceram problemas técnicos que impediram que o perfil de ácidos graxos da dieta referência fosse corretamente determinado. Assim, ao invés de utilizar um valor impreciso, optou-se por excluir os dados de ácidos graxos da DR, mesmo que para isso as regressões de ácidos graxos ficassem com apenas três pontos.

Como esperado as dietas testes com as diferentes fontes de gordura apresentaram perfis de ácidos graxos distintos. Enquanto nas dietas com óleo de soja mais de 50% dos AG eram poliinsaturados, nas dietas com óleo de vísceras de frango havia ao redor de 38% de poliinsaturados e nas com sebo bovino ao redor de 6%. Neste último grupo, aproximadamente 53% dos AG eram saturados (Tab. 2.4).

Todas as dietas foram oferecidas em quantidade calculada para atender a demanda energética de gatos adultos magros em manutenção (NRC, 2006), por isso a diferença de ingestão de energia bruta não era esperada. Durante a realização do experimento, alguns animais não consumiam a quantidade diária estipulada, havendo sobras de ração. Gatos são animais conhecidos pelo hábito alimentar seletivo. A palatabilidade de uma dieta semi purificada, como a utilizada neste experimento, pode ter influenciado neste aspecto, fazendo com que alguns animais não consumissem toda a quantidade fornecida. Dentre os dez grupos experimentais (DR mais nove dietas testes), o grupo 15% sebo bovino foi o que consumiu a maior quantidade de energia bruta por kg/dia.

A diferença de ingestão por kg animal/dia de proteína bruta, matéria mineral e extrativos não nitrogenados das dietas experimentais não parece ter influenciado nos resultados do estudo (Tab. 2.5), uma vez que não houve

diferença na digestibilidade destes nutrientes (Tab. 2.6). JORGENSEN & FERNANDEZ (2000) observaram que em suínos em crescimento a adição de óleo de soja à dieta aumentou a digestibilidade da proteína, provavelmente pela diminuição da taxa de passagem da digesta. Este fenômeno não foi observado neste experimento, pois não houve diferença de digestibilidade da proteína bruta para nenhuma dieta.

Houve diferença de ingestão e digestibilidade da fibra bruta para as diferentes dietas. Entretanto, apesar desta determinação ser comumente utilizada em *petfood*, esta é uma análise que foi desenvolvida para forrageiras e não para produtos extrusados ricos em amido. Por isso, a análise é sabidamente sujeita a erros, e não é raro encontrarmos valores de digestibilidade de fibra bruta, a semelhança deste estudo, negativos em cães e gatos.

Foi encontrada, também, diferença na ingestão de extrato etéreo ácido, o que confirma que o delineamento do projeto atendeu seus objetivos (Tab. 2.5).

Para os grupos formados pela DR mais dietas testes com óleo de soja e DR mais dietas testes com óleo de vísceras de frango a excreção fecal de EEA (g/kg animal/dia) foi constante, independente da dose utilizada (Fig 2.1). Este fato teve um reflexo direto na digestibilidade destas dietas. O aumento da inclusão destas fontes de gordura foi acompanhado por aumento da digestibilidade aparente do EEA das dietas, o que pode ser considerado efeito da diluição proporcional da gordura endógena. No grupo DR mais dietas testes com sebo bovino, os resultados foram diferentes. Houve correlação linear positiva entre a ingestão e a excreção fecal de EEA, o que também se refletiu na digestibilidade aparente do nutriente. Mesmo com o aumento da inclusão do sebo bovino à DR, não houve diferença nos coeficientes de digestibilidade aparente do EEA (Tab. 2.7).

KANE et al., (1981) estudando em gatos a digestibilidade do extrato etéreo de uma dieta semi-purificada com três diferentes inclusões de gordura de restaurante, encontrou menor digestibilidade apenas para a taxa de adição mais baixa, 10%. Os autores não encontraram diferença quando a adição foi de

25 ou 50%. Para estes teores mais altos de inclusão, a digestibilidade aumentou dos 90,4% obtidos anteriormente, para aproximadamente 98%. JORGENSEN & FERNANDEZ (2000) encontraram em suínos em crescimento, relação linear positiva e quadrática entre adição e digestibilidade da gordura, tanto quando a fonte de gordura era animal como quando era vegetal. ROUVINEN (1990) encontrou efeito de teor de gordura na digestibilidade do extrato etéreo para o *mink*, um carnívoro de pequeno porte. O valor encontrado por este autor em uma dieta com 15% de sebo bovino foi semelhante ao do presente estudo, 74%. Já para a raposa do Ártico, outro carnívoro de pequeno porte, não houve efeito do teor de inclusão de gordura na digestibilidade do extrato etéreo da dieta (ROUVINEN & KIISKINEN, 1988).

Desta forma, os resultados obtidos no presente experimento, ou seja, o aumento progressivo da inclusão de óleo de soja e óleo de vísceras de frango aumentou o CDA do EEA da dieta, e onde o mesmo aumento de sebo bovino não resultou em elevação da digestibilidade aparente da gordura, somados aos resultados descritos por JORGENSEN & FERNANDEZ (2000), ROUVINEN (1990), ROUVINEN & KIISKINEN., (1988) e KANE et al., (1981), indicam que não se pode generalizar que a digestão aparente da gordura é dependente do teor de inclusão. Este efeito parece estar ligado tanto à fonte de gordura do alimento, quanto à espécie estudada.

Os valores máximos de digestibilidade aparente do EEA encontrados para as dietas com óleo de soja e óleo de vísceras de frango foram, respectivamente de, 91,51 e 92,21%. O CDA médio do EEA das dietas com sebo bovino foi de 75,55%. Estes valores foram inferiores aos encontrados por PEACHEY et al., (1999) e KANE et al., (1981). PEACHEY et al., (1999), estudaram outra fonte de gordura vegetal poliinsaturada, o óleo de girassol, e encontraram em uma dieta com 44% de gordura total na matéria seca uma digestibilidade do extrato etéreo de 94%. Para a dieta com sebo bovino, na mesma adição, encontraram uma digestibilidade de 94,1%. KANE et al., (1981) obtiveram um coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo de 98,7% para uma dieta com 25% de óleo de frango e de 98,4% para uma dieta com 25% de sebo bovino.

As maiores digestibilidades encontradas por KANE et al., (1981) para gordura de frango e por PEACHEY et al., (1999) para óleo de girassol, poderiam ser explicadas, ao menos em parte, pela maior inclusão das fontes de gordura. Entretanto, os valores obtidos por eles, foram até mesmo superiores a digestibilidade estimada dos próprios ingredientes óleo de vísceras de frango e óleo de soja obtidos neste trabalho (Tab. 2.9). A maior discrepância de resultados, todavia, aparece nas dietas com sebo bovino, quando os CDA do EEA superam em muito os obtidos aqui. Apesar da inclusão de sebo bovino ter sido maior pelos autores citados, a digestão desta fonte de gordura, não mostrou no presente trabalho, ser dependente da inclusão (Tab. 2.7).

Os valores médios de digestibilidade aparente das dietas com sebo bovino e óleo de soja encontrados na presente pesquisa foram semelhantes aos encontrados por ROUVINEN (1990) em *mink*. O autor encontrou nesta espécie 74% de digestibilidade de gordura em uma dieta com 15% de sebo bovino, mas quando a inclusão foi de 25%, a digestibilidade do sebo caiu para 71%. Utilizando 20% de óleo de soja, o autor encontrou uma digestibilidade de gordura da dieta de 93%.

Uma grande diferença entre a presente pesquisa e o trabalho de KANE et al (1981) está no método de análise da gordura. Trabalhando com alimentos úmidos, os autores empregaram o extrato etéreo comum, enquanto o presente estudo que utilizou de alimentos extrusados, empregou método que precede à extração pelo éter hidrólise ácida da amostra (AOAC, 1995). Submetida à extrusão, até mesmo a gordura livre pode sofrer reações de complexação com proteínas (Reação de Maillard) ou amido (Complexação amilose-lipídica), reduzindo a quantidade de gordura extraída pelo extrato etéreo convencional (BHATNAGAR, 1994).

Nesta situação são mais indicadas técnicas como a hidrólise ácida ou análises específicas como a extração do fluído supercrítico, cromatografia, dentre outras (ELLER & KING, 1996; PALMQUIST & JENKINS, 2003). Em experimento de comparação de métodos, CARCIOFI et al. (2008) demonstraram diferenças nos valores de extrato etéreo (1,5%) e extrato etéreo

ácido (5,4%) de fezes de cães que se refletiram diretamente nos coeficientes de digestibilidade da gordura das dietas, que foi 5,6 pontos percentuais menor do que quando calculada pelo método com hidrólise ácida.

As digestibilidades da energia das diversas dietas foram próximas aos encontrados por PEACHEY et al. (1999) e por KANE et al. (1981). Entretanto o CDA da EB da dieta com sebo bovino no trabalho de PEACHEY et al. (1999), de 83%, foi inferior ao encontrado no presente estudo (Tab. 2.7). Este resultado causou surpresa, pois a digestibilidade da gordura desta dieta no estudo de PEACHEY et al., (1999) foi 17 pontos percentuais mais elevada que a aqui verificada.

O coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB), não apresentou efeito de dose, apenas de fonte de gordura utilizada, sendo também menores para o sebo bovino (Tab 2.7). Estes valores não diferiram muito dos encontrados por ROUVINEN & KIISKINEN. (1988) em raposas do Ártico e são superiores aos encontrados por ROUVINEN (1990) para o mink. Na raposa do Ártico o CMEB das dietas com sebo ficou entre 81 e 86%, dependendo da inclusão, e o da dieta com óleo de soja foi de 87,6%. Já para o mink, CMEB para as dietas com sebo ficaram entre 73 e 77% e na dieta com óleo de soja 81%. Embora existam muitos dados publicados a respeito do CMEB em espécies de produção, como suínos e aves, a comparação dos dados obtidos foi feita preferencialmente com o mink e com a raposa do Ártico, por se tratarem de animais carnívoros de pequeno porte, assim como os gatos.

Houve grande variação de resultados na digestibilidade aparente estimada das fontes de gordura pelas diversas equações matemáticas. Enquanto as equações polinomiais geraram valores biologicamente sem sentido, as equações exponenciais ajustada de Mitscherling geraram valores dentro do esperado.

Uma vez que só foi encontrada correlação entre ingestão e excreção fecal de EEA para as dietas referência mais testes com sebo bovino, só foi possível calcular a excreção endógena e a digestão verdadeira deste ingrediente. A excreção endógena estimada de EEA para este grupo foi de 91mg/kg peso corporal/dia. MUHLUM et al. (1989) estimaram em cães,

utilizando para isso os resultados de 25 testes de digestibilidade, que a excreção endógena de gordura na espécie está entre 60-70 mg/kg peso corporal/dia. Os mesmos autores encontraram que quando a ingestão de gordura ultrapassava 2 g/kg peso/dia, a digestibilidade aparente média da gordura era de 97%, independente da fonte de gordura e da composição da dieta.

Nesta pesquisa apenas dois grupos de gatos apresentaram ingestão de EEA superior a 2 g/kg peso corporal/dia, o grupo 15% óleo de vísceras (2,48 g/kg/dia) e o grupo 15% sebo (2,38 g/kg/dia) (Tab. 2.5). Diferente do que ocorreu no trabalho de MUHLUM et al.,(1989), mesmo com ingestão superior a 2g/kg animal/dia houve efeito da fonte de gordura. Enquanto a dieta 15% óleo de vísceras teve um CDA do EEA de 92,21%, a dieta com 15% de sebo bovino obteve apenas 77,65%.

A digestibilidade verdadeira do EEA estimada nas dietas com sebo bovino foram em media seis pontos percentuais mais altas do que a aparente. Assim como ocorreu na digestibilidade aparente, o aumento da inclusão do sebo bovino na dieta não alterou significativamente o valor da digestibilidade verdadeira. A digestibilidade verdadeira estimada para o ingrediente sebo bovino foi 82,52%, cinco pontos percentuais superiores ao encontrado para a digestibilidade aparente do ingrediente, 77,59% (Tab. 2.9 e 2.10).

O uso do método de substituição para cálculo da digestibilidade das fontes de gordura, testando-se os três níveis de substituição e nos três ingredientes teste, resultou em valores superiores a 100%, portanto sem sentido biológico (Tab. 2.11). Desta forma, o método não se mostrou adequado para este tipo de estudo e por isso não foram feitas comparações entre estes resultados e os resultados gerados por regressão.

Foram feitas regressões polinomiais e exponenciais entre a EM encontrada e o teor de gordura da dieta para se estimar a EM das fontes de gordura. Ao contrário do que ocorreu com as regressões de digestibilidade, os resultados obtidos com as regressões polinomiais lineares para a EM, levaram a um resultado mais próximo ao esperado do que as regressões exponenciais, sendo portanto as consideradas (Tab. 2.12).

A EM estimada para o óleo de vísceras de frango, foi superior a encontrada por JUNQUEIRA et al., (2005) para frangos de corte (8251 kcal/kg), mas a EM do óleo de soja encontrada por estes autores foi superior as aqui verificadas. JORGENSEN & FERNANDEZ (2000) encontraram para suínos em crescimento valores de EM do óleo de soja inferiores ao determinado na presente pesquisa.

Segundo WISEMAN & COLE (1987), ao se usar uma equação linear para estimar a energia de uma fonte de gordura, está se assumindo que não há interação entre a dieta basal e a gordura adicionada, e que o valor de energia da gordura não é influenciado pelo seu grau de inclusão. No presente estudo, não houve efeito da porcentagem de inclusão de gordura na digestibilidade da energia, nem no coeficiente de metabolização da energia bruta (Tab. 2.6 e 2.7). Estes dados, somado aos dados de KANE et al., (1981) que utilizaram até 50% de inclusão de gordura em dietas para gatos, mostram não parecer existir nesta espécie uma inclusão máxima de gordura na dieta, a partir da qual ocorra diminuição de digestibilidade. Assim, o emprego de equações lineares para a estimativa da energia metabolizável pode ser justificado em fontes de gordura para estes animais.

Os resultados das análises de digestibilidade aparente dos ácidos graxos aqui encontrados foram menores dos que os obtidos por PEACHEY et al., (1999) e KANE et al., (1981). Verificou-se também, diferenças importantes para o mesmo ácido graxo, dependendo da inclusão na dieta e da fonte de origem. Para o grupo de dietas com óleo de soja, houve efeito de dose no aumento da digestibilidade para quase todos os ácidos graxos, a única exceção foi o ácido linoléico (Tab. 2.14). Para as dietas com óleo de vísceras de frango, só houve efeito de dose para os ácidos graxos saturados e monoinsaturados (Tab. 2.16). Já para as dietas com sebo bovino, o aumento da adição de gordura à DR só resultou no aumento da digestibilidade do ácido Palmítico (Tab. 2.18). Estes dados indicam, que do mesmo modo que ocorreu para digestibilidade da gordura, não se pode generalizar que a digestão aparente dos ácidos graxos é dependente do teor deste presente na dieta.

Para as três fontes de gordura testadas, houve diferença de digestibilidade entre as categorias dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados. Para as dietas com óleo de vísceras e sebo bovino a categoria com maior CDA foi a dos poliinsaturados, seguida dos monoinsaturados e por último os saturados. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por PEACHEY et al. (1999), que também encontraram menores digestibilidades para AG saturados. Entretanto, para as dietas com óleo de soja, os AG saturados tiveram maior digestibilidade aparente do que os monoinsaturados. Esta diferença provavelmente foi resultado do CDA negativo do C16:1 na dieta 5% óleo de soja, que diminuiu a média do grupo.

Embora PEACHEY et al. (1999) tenham encontrado em gatos maior digestibilidade dos ácidos graxos de menor cadeia, os resultados obtidos aqui, não permitem conclusões sobre o efeito do comprimento de cadeia carbônica na digestibilidade. Uma vez que houve efeito de categoria na digestibilidade dos AG das três fontes de gordura estudadas, só foram comparados ácidos graxos de diferentes comprimentos dentro de cada categoria. Assim, nas dietas com óleo de soja, o AG C16:0 apresentou maior CDA do que o C18:0, entretanto, o CDA do C18:1 foi maior do que o C16:1 e entre os poliinsaturados não houve diferença significativa. Nas dietas com óleo de vísceras de frango o CDA foi maior nos AG de 16 carbonos do que nos de 18, tanto para os saturados quanto para os monoinsaturados. Entretanto, os poliinsaturados de 20 carbonos tiveram um CDA maior do que os de 18 carbonos. Nas dietas com sebo bovino não houve diferença quanto a digestibilidade dos AG saturados, apenas nos monoinsaturados, o AG de menor cadeia teve o maior CDA.

Em suínos desmamados a digestibilidade dos ácidos graxos saturados também é menor do que a dos insaturados. Da mesma forma que ocorre com a digestibilidade da gordura, a digestibilidade ileal dos ácidos graxos saturados é maior do que a digestibilidade no trato total. Entretanto, os AG insaturados apresentam maior digestibilidade no trato total do que ileal (SOUZA et al., 1995). Este fenômeno, segundo os autores, poderia estar associado tanto a síntese verdadeira de EE ou gordura pela microbiota intestinal, como pela

saturação parcial dos resíduos de AG insaturados que atingem o intestino grosso.

Os gatos são animais carnívoros de trato digestivo curto e sem saculações. Não há dados disponíveis na literatura que permitam afirmar que a alta digestibilidade, de até mesmo 100% dos ácidos graxos poliinsaturados na espécie, seja real ou seja efeito da saturação dos resíduos destes que escaparam para o intestino grosso. De qualquer forma, gatos são animais carnívoros verdadeiros, adaptados a uma dieta natural rica em gordura, que não aparentam possuir um platô máximo de digestão de lipídeos e que possuem a recomendação dietética de cinco ácidos graxos essenciais, ácidos linoléico, araquidônico, alfa-linolênico, eicosapentaenóico e docosahexaenóico, todos poliinsaturados de cadeia longa, sendo um deles com 22 carbonos e três insaturações (NRC, 2006). Estas características dão indícios de que a espécie deve ser totalmente adaptada à digestão e absorção deste tipo de ácido graxo e que, portanto, os valores de digestão aparente no trato digestivo total encontrados não devem estar muito longe dos valores reais.

Entre as três fontes de gordura estudadas, o óleo de vísceras de frango se mostrou a melhor opção para alimentação de gatos. Este ingrediente apresentou o maior coeficiente de metabolização da energia bruta e a maior energia metabolizável. Além disso, os coeficientes de digestibilidade obtidos foram muito próximos aos obtidos no óleo de soja, com a vantagem de que o óleo de vísceras de frango possui um ácido graxo essencial a mais. O sebo bovino é, entre as três, a opção menos recomendada. Esta gordura apresentou os piores coeficientes de digestibilidade e a menor energia metabolizável, além de ser pobre em ácidos graxos essenciais.

As diferenças de resultados obtidos pelos diferentes métodos de cálculos utilizados no presente experimento revelaram não se ter obtido um modelo ideal para o estudo da digestibilidade e da energia de fontes de gorduras para gatos. A extrapolação do valor de x para 100% de inclusão do ingrediente na equação linear resultou, na maioria das vezes, em valores superiores a 100% e portanto sem sentido biológico. As exceções ficaram por conta dos cálculos de energia metabolizável. Os valores gerados ficaram

dentro de uma faixa esperada, próximos aos valores citados por outros autores com outras espécies.

Quando a extrapolação de x para 100 foi feita em uma equação quadrática, os valores resultantes eram piores ainda, quase sempre negativos. Este fato não chega a ser uma surpresa, pois o aumento e posterior queda de valores resultantes Y, são uma característica deste tipo de curva, que a distância do modelo biológico.

A equação exponencial ajustada de Mitscherling, por se tratar de uma curva com platô máximo, foi a que mais se encaixou nos ensaios biológicos empregados. Entretanto, alguns valores obtidos por estas equações foram menores do que os valores de digestibilidade já descritos por outros autores na mesma espécie (PEACHEY et al., 1999 e KANE et al., 1981). Um fator que pode ter influenciado este resultado foi a faixa de adição de gordura utilizada, de 5 a 15%. O valor máximo utilizado pode ter ficado muito abaixo do platô real da curva, trazendo assim o resultado mais para baixo. Optou-se por trabalhar com ração seca extrusada, assim, a maior inclusão de 15% de gordura foi determinada pela capacidade máxima dos biscoitos em absorverem o óleo adicionado, sem deixar a ração excessivamente melada, uma característica que prejudica a palatabilidade e a ingestão do alimento pelos gatos. Pelos resultados descritos por KANE et al. (1981), o platô da curva da equação exponencial talvez fosse atingido apenas com 25% de inclusão da fonte de gordura, um teor inviável para adição externa em alimentos extrusados.

O método de substituição de MATTERSON et al. (1965), para determinação da digestibilidade dos ingredientes, independente do valor de substituição testado, resultou sempre em valores muito superiores a 100%, não se mostrando, portanto, compatível com o tipo de estudo realizado.

Outra possibilidade para determinação da digestibilidade verdadeira ou aparente corrigida de gorduras é a subtração do valor da excreção fecal de gordura da dieta basal dos valores de excreção fecal das dietas testes. Teoricamente, por este método, a gordura fecal resultante seria exclusivamente originária da fonte de gordura adicionada. FREEMAN et al. (1968) encontraram em suínos uma relação bastante aproximada entre a digestibilidade corrigida

por este método, e a digestibilidade verdadeira determinada pelo uso de ácidos graxos marcados. O método descrito não foi utilizado neste experimento por dois motivos. Primeiramente, não foi possível conseguir nos testes pilotos, uma ração referência extrusada com valor de EEA próximo a zero ou 1%. Em segundo lugar, a excreção fecal de gordura da DR foi na maioria das vezes, ligeiramente maior do que a das dietas teste. As exceções foram as dietas teste com sebo bovino. Não foi encontrada uma explicação clara para este fato, que sugere que a digestibilidade da gordura livre adicionada na forma de óleo de soja e óleo de vísceras de frango tiveram digestibilidade de 100%.

Quase não existem dados na literatura a respeito da digestibilidade de gordura para gatos (PEACHEY et al, 1999 e KANE et al, 1981). Os estudos localizados empregaram alimentos úmidos e não rações extrusadas, o principal alimento comercial empregado hoje em dia para a espécie. Não foram localizados, também, dados à respeito da digestibilidade e da energia metabolizável de fontes de gordura. Este panorama indica a necessidade de mais estudos que enfoquem a biodisponibilidade destas importantes fontes de nutrientes e energia. Paralelamente a isto, são necessários estudos que busquem os melhores métodos para estas determinações, de forma que os resultados obtidos sejam sempre próximos aos reais.

2.5 CONCLUSÕES

Diante do exposto, pode-se concluir que a digestibilidade aparente da gordura e dos ácidos graxos não está sempre associada à sua taxa de inclusão na dieta. A adição de gordura não interfere com a digestibilidade dos demais nutrientes. O óleo de vísceras de frango possui para gatos a maior energia metabolizável, 9088 kcal/kg, seguido pelo óleo de soja, 8850 kcal/kg e por último pelo sebo bovino, 8032 kcal/kg. O óleo de soja e o óleo de vísceras de frango apresentaram melhor digestibilidade que o sebo bovino, respectivamente 92,87%, 92,27% e 77,59%. Os ácidos graxos poliinsaturados de todas as fontes de gordura apresentaram maior digestibilidade que os monoinsaturados e que os saturados.

CAPÍTULO 3: AVALIAÇÃO DO USO DA LECITINA DE SOJA EM DIETAS PARA GATOS

Resumo: Os lipídeos são nutrientes importantes para os gatos domésticos. São fonte de energia, ácidos graxos essenciais, carreadores de vitaminas lipossolúveis e estão positivamente associados à palatabilidade do alimento. Os poucos estudos publicados a respeito da digestibilidade de gordura em gatos mostram que a espécie tem uma boa capacidade digestiva do nutriente, mas que pode haver um declínio importante desta função em gatos idosos. Este efeito pode ser constatado pela maior incidência de gatos idosos abaixo do peso ideal do que com sobrepeso. A lecitina de soja tem sido estudada na alimentação de animais de produção como agente emulsificante, aumentando a incorporação de ácidos graxos na fase micelar, melhorando a digestão e absorção de gorduras. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da substituição de 3,5% ou 7% do extrato etéreo ácido de uma dieta por lecitina de soja sobre a digestibilidade de nutrientes e energia metabolizável quando esta era fornecida a um grupo de gatos adultos e um grupo de gatos idosos. O experimento foi organizado na forma de quatro quadrados latinos 3 x 3, sendo dois com gatos adultos e dois com gatos idosos, feitos em três repetições no tempo, totalizando seis repetições (gatos) por tratamento. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Quando comparado ao grupo Adulto, o grupo Idoso apresentou menores digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e energia bruta, bem como menor energia metabolizável das dietas ($p < 0,05$). Não foi encontrado efeito de idade ou da adição de lecitina na digestibilidade do extrato etéreo ácido. Os gatos idosos apresentaram menor digestibilidade do ácido oléico e maior digestibilidade dos ácidos Mirístico e Heptadecanóico ($p < 0,05$). Os dois grupos apresentaram digestão aparente de 100% para os ácidos graxos essenciais araquidônico, eicosapentaenóico e docosahexaenóico. A adição de lecitina de soja diminuiu a digestibilidade do ácido alfa-linolênico no grupo de gatos Idosos, mas não alterou a digestibilidade do grupo adultos.

Palavras-Chave: ácidos graxos, digestibilidade, felino, gordura, ingrediente.

3.1 INTRODUÇÃO

Os gatos são animais estritamente carnívoros, com necessidades nutricionais bastante específicas. A espécie apresenta recomendação nutricional de cinco ácidos graxos: linoléico; araquidônico; alfa linolênico; eicosapentaenóico e docosahexaenóico (NRC, 2006). As gorduras são também uma importante fonte de energia, são carreadoras de vitaminas lipossolúveis e estão positivamente associadas à palatabilidade da dieta (NUNES, 1998).

Os poucos trabalhos já publicados indicam que os gatos apresentam uma boa capacidade de digerir gorduras, com valores que chegam a 95% dependendo da dieta e do teor de inclusão (KANE et al. 1981; PEACHEY et al. 1999). Entretanto, recentemente encontrou-se relação quadrática entre a idade e a digestibilidade de gorduras para gatos, sendo os menores valores encontrados para os animais idosos ($r^2=51,5$; $p < 0,006$) (TESHIMA, 2006). Tal estudo confirmou os achados de TAYLOR et al. (1995) e PEACHEY et al. (1999) que também encontraram em gatos idosos uma menor digestibilidade do extrato etéreo e da energia da dieta. Sugere-se que a incidência da baixa digestibilidade de gordura em gatos com mais de 12 anos seja de 33% (PÉREZ-CAMARGO, 2004). Nestes indivíduos o coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo ácido é inferior a 80% (PATIL et al. 2004), mas em alguns indivíduos pode chegar somente a 30% (PÉREZ-CAMARGO, 2004). Além da menor digestibilidade de gorduras, um quinto dos gatos idosos pode apresentar menor digestibilidade da proteína, que é caracterizada por valores inferiores a 77% (TESHIMA, 2006; PÉREZ-CAMARGO, 2004).

Apesar de não se saber ainda as causas exatas destes fenômenos, seus efeitos podem ser vistos na prática, pois a incidência de gatos com mais de 12 anos abaixo do peso ideal supera a dos com sobrepeso (PÉREZ-CAMARGO, 2004). Por vezes, estes animais podem demonstrar sinais de letargia e deficiência nutricional. O início do emagrecimento progressivo é uma

característica que antecede, em média, dois anos a morte do animal (PÉREZ-CAMARGO, 2004).

O termo lecitina e fosfatidilcolina são frequentemente utilizados como sinônimos. A palavra lecitina é originária do grego “lekithos” que significa gema de ovo, sua primeira fonte de extração (CHERRY & KRAMER, 1989). Atualmente as lecitinas comerciais são quase que exclusivamente derivadas da soja e nesta predominam quatro fosfolipídios: fosfatidilcolina (lecitina), fosfatidiletanolamina (cefalina), fosfatidilinositol (inositol) e fosfatidilserina (serina). Dentre suas diversas propriedades estão a de ser agente emulsionante, redutor de viscosidade de emulsões gordurosas, dispersante, antioxidante para compostos orgânicos e inibidor de cristalização (OKADA, 1985).

Além de ser uma fonte rica em colina, tem-se atribuído à suplementação de lecitina de soja na alimentação de cães e gatos diversos benefícios à saúde, como: pelagem mais brilhante, aumento do vigor e atividade, menos rigidez e sinais de movimentos dolorosos em animais geriátricos, melhora do apetite, retorno de hábitos esquecidos (memória), aumento do estado de alerta e recuperação mais rápida ao estresse (KULLENBERG, 1989). Todos estes aspectos, no entanto, são apenas especulativos e necessitam de comprovação científica.

Em animais de produção, a lecitina é estudada como emulsificante, promovendo a incorporação de ácidos graxos não polares na fase micelar, aumentando a digestibilidade das gorduras (OVERLAND et al. 1994). Os resultados encontrados nos estudos são contraditórios, mas parece haver influência da espécie animal e do tipo de gordura da dieta. JONES et al. (1992) encontrou efeito positivo em suínos quando a fonte de gordura era o sebo bovino. MINHSIU & SHUHSING (1998) encontraram efeito positivo em pintinhos independente da fonte de gordura utilizada. OVERLAND et al. (1993) e OVERLAND & SUNDSTOL (1995) não encontraram efeito da adição da lecitina sobre a digestibilidade da gordura em suínos. Já OVERLAND et al. (1994) encontrou em suínos efeito negativo da lecitina sobre a digestibilidade de alguns ácidos graxos.

Um efeito positivo da lecitina em aumentar a digestibilidade da gordura poderia ser benéfico para gatos idosos, animais que têm diminuída sua capacidade de aproveitar este nutriente e, por consequência, provavelmente a energia e os ácidos graxos essenciais da dieta. Este efeito poderia ser benéfico, também, para a manutenção de uma melhor composição corporal nestes animais, evitando ou prevenindo a perda de peso. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar em gatos adultos e idosos os efeitos da lecitina de soja sobre a digestibilidade da gordura, dos ácidos graxos e energia metabolizável da dieta.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos ensaios de digestibilidade com gatos adultos e idosos, mediante o consumo de rações extrusadas completas, variando quanto à inclusão ou não de lecitina de soja. O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos “Prof. Dr. Flávio Prada” do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, campus Jaboticabal.

3.2.1 Animais

Foi utilizado para este estudo um total de 11 gatos sem raça definida divididos em dois grupos. Um grupo (Adultos) era formado por seis animais adultos, com idade média de $5 \pm 0,5$ anos e peso médio de $3,78 \pm 1,00$ kg. O outro grupo (Idosos) era composto de cinco gatos idosos, com idade média de $14 \pm 0,5$ anos e peso médio de $4,6 \pm 0,81$ kg. Antes do início do experimento todos os animais foram submetidos à pesagem corporal e exames físicos e clínicos que comprovaram o bom estado de saúde.

3.2.2 Dietas experimentais

Foram utilizadas três dietas experimentais completas, formuladas para atender os níveis nutricionais mínimos estipulados para gatos adultos em manutenção pela AAFCO (2004). A composição percentual de ingredientes das rações experimentais encontra-se na Tabela 3.1. Os ingredientes foram pesados, misturados e moidos, com exceção da fonte de gordura, da lecitina de soja e do palatilizante. Esta mistura foi extrusada em equipamento com rosca simples (Extec[®]). Após a extrusão, a ração foi analisada quanto ao teor de extrato etéreo ácido (EEA), sendo então adicionado óleo de vísceras de frango em quantidade suficiente para que o produto final tivesse 15% de EEA na matéria seca (MS). No tratamento Controle foi adicionado somente óleo de vísceras de frango. No tratamento Lecitina 0.5 foi substituído 3,5% do extrato

etéreo ácido esperado da dieta por lecitina de soja, enquanto no tratamento Lecitina 1 foi substituído 7% do extrato etéreo por lecitina.

Para adicionar a lecitina de soja nas dietas, esta foi previamente aquecida em banho maria e então diluída no óleo de vísceras de frango. A mistura foi adicionada aos biscoitos anteriormente a adição do palatabilizante. Os padrões de qualidade da lecitina de soja (Sina[®]) empregada no experimento estão apresentados na Tabela 3.2.

Tabela 3.1 Composição de ingredientes (%) das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja.

Ingrediente	Dietas		
	Controle, Lecitina 0.5 e Lecitina 1		
Farinha de vísceras de frango	37,54		
Quirera de arroz	25,0		
Milho	12,8		
Glúten de milho 60	8,0		
Polpa de beterraba	4,0		
Premix vitamínico-mineral	0,6		
Sal	0,4		
Cloreto de potássio	0,4		
DL- Metionina	0,4		
L-Lisina	0,2		
Taurina	0,15		
Antifúngico*	0,1		
Antioxidante**	0,01		
	Ingredientes adicionados pós extrusão (%)		
	Dieta Controle	Dieta Lecitina 0.5	Dieta Lecitina 1
Dieta extrusada	93,5	93,5	93,5
Óleo de vísceras de frango	3,5	2,98	2,45
Lecitina de soja	-	0,52	1,05
Palatabilizante líquido	3,0	3,0	3,0

*Filax[®] (Trow Nutrition), **Banox E[®] (Alltech)

Tabela 3.2. Níveis de garantia da lecitina de soja* utilizada na confecção das dietas experimentais.

Parâmetro	Valor
Umidade (máx)	1%
Viscosidade (máx)	110 poise
Óleo (máx)	38%
Insolúveis em acetona (mín.)	62%
Insolúveis em hexano (máx)	0,3%
Acidez (máx)	16%
Cor Gardner	10

*Sina[®]

3.2.3 Procedimento e manejo experimentais

O ensaio de digestibilidade foi conduzido pelo método de colheita total de fezes. A duração total de cada ensaio foi de 15 dias, sendo cinco de adaptação à dieta e 10 de colheita, reunindo um conjunto de fezes de cada animal. Água era fornecida sempre a vontade. Os gatos foram mantidos durante todo o experimento em gaiolas individuais de 60 x 120 x 60 cm, que permitiam a separação das fezes da urina, porém, sem quantificação da urina excretada. Foi determinada a qualidade das fezes por meio de escore fecal, atribuindo-se notas de 0 a 5, sendo 0 = fezes líquidas; 1 = fezes pastosas e sem forma; 2 = fezes macias, mal formadas e que assumem o formato do recipiente de colheita; 3 = fezes macias, formadas e úmidas, que marcam o piso; 4 = fezes bem formadas e consistentes que não marcam o piso; 5 = fezes bem formadas, duras e secas, considerando-se normal os valores entre 3 e 4.

O alimento foi oferecido das 13:00 as 7:00 horas da manhã do dia seguinte, respeitando-se o comportamento alimentar da espécie, em quantidade suficiente para atender a demanda energética do animal preconizada pelo NRC (2006). As fezes eram colhidas sempre que defecadas, entre 7:00 e 17:00 horas, pesadas e acondicionadas em recipientes apropriados em *freezer* (-15°C) até a realização das análises laboratoriais.

3.2.4 Análises laboratoriais

As análises químicas de rações e fezes bem como a liofilização das fezes foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, campus Jaboticabal. As amostras de fezes de cada gato foram descongeladas, homogeneizadas e liofilizadas no equipamento Savant Modulyo[®]D Freezer Dryer (Thermo Electron Corporation). Posteriormente, as amostras de fezes, juntamente com as amostras de ração foram moídas em micro moinho tipo faca, com peneira de crivos de 1 mm. Todas as amostras foram analisadas em duplicata quanto à matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo por hidrólise ácida (EEA), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM) segundo a AOAC (1996).

As amostras foram analisadas quanto à energia bruta (EB) por combustão em bomba calorimétrica adiabática (PARR[®]) no Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP, campus de Pirassununga

Foram realizadas, também, nas amostras de ração e fezes análise do perfil de ácidos graxos. A extração e a metilação foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da FCAV, Unesp, campus Jaboticabal segundo MAIA & RODRIGUES-AMAYA (1993). A determinação dos ácidos graxos foi feita no Laboratório de Bioquímica e Biologia Molecular do Departamento de Tecnologia da FCAV, Unesp, campus Jaboticabal segundo HORWITZ (2000) em cromatógrafo a Gás GC – 14B (Shimadzu[®]), com coluna capilar, sílica fundida, Omegawax 250 (30m x 0,25mm x 0,25 μ m).

3.2.5 Procedimentos de cálculo

Foram calculados os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da MS, MO, PB, EEA, MM, FB, ENN, EB e dos ácidos graxos, bem como a EM das três rações pelo método de coleta total de fezes, sem colheita de urina (AAFCO 2004). Para tanto foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\text{CDA (\%)} = \frac{\text{nutriente ingerido (g)} - \text{nutriente excretado (g)}}{\text{nutriente ingerido (g)}} \times 100$$

$$\text{EM (kcal/kg)} = \frac{(a \times b) - (c \times d) - [(b \times e/100) - (d \times f/100)] \times g}{b} \times 1000, \text{ onde:}$$

a = energia bruta do alimento (kcal/g)

b = total de alimento consumido (g)

c = energia bruta das fezes (kcal/g)

d = total de fezes coletadas (g)

e = proteína bruta no alimento (%)

f = proteína bruta nas fezes (%)

g = fator de correção (gatos = 0,86 kcal/g de proteína digestível consumida)

Os extrativos não nitrogenados (ENN) e a matéria orgânica (MO) foram obtidos, respectivamente, pelas fórmulas:

$$\text{ENN (\%)} = 100 - (\text{PB} + \text{EEA} + \text{FB} + \text{MM} + \text{Umidade})$$

$$\text{MO (\%)} = 100 - \text{MM}$$

3.2.6 Análise estatística.

O experimento foi organizado na forma de quatro quadrados latinos 3 x 3, sendo dois com gatos adultos e dois com gatos idosos, feitos em três repetições no tempo, totalizando seis repetições (gatos) por tratamento. Cada quadrado latino teve três animais, três rações (tratamentos) e três tempos (repetições) cada. Uma vez que tínhamos apenas cinco gatos idosos, para o segundo quadrado latino deste grupo foi sorteado um gato idoso do quadrado latino anterior. As análises estatísticas incluíram análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (P<0,05). Estas foram conduzidas no programa SAS[®] (1996), sendo todas as variáveis previamente testadas quanto à normalidade do resíduo pelo método de Shapiro- Wilk.

3.3 RESULTADOS

A composição química das dietas experimentais encontra-se na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 Composição química das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja*

Nutriente	Controle	Lecitina 0.5	Lecitina 1
Matéria Seca (%)	91,35	92,45	88,21
Valores sobre a matéria seca			
Matéria orgânica (%)	92,94	92,90	92,68
Proteína Bruta (%)	37,24	36,41	36,99
Extrato Etéreo ácido (%)	15,30	15,18	15,78
Matéria Mineral (%)	7,06	7,10	7,32
Fibra Bruta (%)	2,06	1,86	2,46
Extrativos não Nitrogenados (%)	38,34	39,45	37,45
Energia Bruta (kcal/g)	5,15	5,09	5,33

*Controle (zero lecitina), Lecitina 0.5 (0,52% lecitina), Lecitina 1 (1,05% lecitina)

A composição em ácidos graxos das dietas experimentais encontra-se na Tabela 3.4. A análise de ácidos graxos das dietas e das fezes revelou algumas diferenças. Em nenhuma dieta foi identificado o ácido pentadecanóico (C15:00) presente em todas as amostras de fezes. Ao contrário, em nenhuma das amostras de fezes, foram identificados os ácidos graxos miristoléico (C14:1), araquidônico (C20:4n6), eicosapentaenóico (C20:5n3) e docosahexaenóico (C22:6n3), presentes nas três dietas.

O consumo médio de nutrientes pelos animais, em g/kg peso corporal/dia estão apresentados na Tabela 3.5. Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes encontram-se na Tabela 3.6. Houve efeito da idade no CDA da MS, MO, da PB e da EB. Não houve efeito de dieta em nenhum destes parâmetros, nem tão pouco interação dieta x idade.

Tabela 3.4 Composição em ácidos graxos das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja*. Valores em porcentagem sobre a matéria seca.

Ácido Graxo (%)	Dieta Controle	Dieta Lecitina 0.5	Dieta Lecitina 1
C12:00 (Láurico)	0,0061	0,0076	0,0152
C14:00 (Mirístico)	0,0643	0,0622	0,0607
C14:1 (Miristoléico)	0,0092	0,0091	0,0091
C15:00 (Pentadecanóico)	-	-	-
C16:00 (Palmítico)	2,6102	2,5518	2,2891
C16:1 (Palmitoléico)	0,3106	0,2884	0,2778
C17:00 (Heptadecanóico)	0,0306	0,0258	0,0213
C18:0 (Esteárico)	1,1643	1,5089	2,4728
C18:1n9c (Oléico)	4,4814	4,2884	3,9696
C18:2n6c (Linoléico)	5,8691	5,6090	5,2052
C18:3n3 (Alfa linolênico)	0,4850	0,4812	0,4751
C20:4n6 (Araquidônico)	0,0413	0,0850	0,0319
C20:5n3 (Eicosapentaenóico)	0,0122	0,0182	0,0516
C22:3n3 (Docosahexaenóico)	0,0122	0,0182	0,0577
Não identificados	0,2035	0,2262	0,2429

*Controle (zero lecitina), Lecitina 0.5 (0,52% lecitina), Lecitina 1 (1,05% lecitina)

Tabela 3.5 Consumo médio de nutriente (g/kg peso corporal/dia e kcal/kg peso corporal/dia) por gatos consumindo dietas experimentais* com diferentes inclusões de lecitina de soja

	MS	MO	PB	EEA	FB	MM	ENN	EB
	%							
Adultos								
Controle	9,81	9,11	3,65	1,50	0,20 ^b	0,69	3,76	50,49
Lecitina 0.5	9,87	9,17	3,59	1,50	0,18 ^b	0,70	3,89	50,22
Lecitina 1	9,60	8,89	3,74	1,51	0,24 ^a	0,70	3,40	51,14
Média do grupo	9,75	9,06	3,66	1,50	0,21	0,70	3,68	50,61
Idosos								
Controle	13,59	12,63	5,06	2,08	0,28 ^b	0,96	5,21 ^a	70,01
Lecitina 0.5	13,74	12,77	5,00	2,09	0,25 ^b	0,98	5,42 ^a	69,97
Lecitina 1	13,54	12,55	5,28	2,14	0,33 ^a	0,99	4,80 ^b	72,18
Média do grupo	13,63	12,65	5,11	2,10	0,29	0,97	5,14	70,72
EP ¹	0,46	0,42	0,17	0,07	0,01	0,03	0,18	3,52
CV	23,48	23,49	23,60	23,51	26,19	23,52	24,05	38,07
Efeito	Probabilidade de maior F na análise de variância							
Idade	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dieta	ns	ns	ns	ns	<0,0001	ns	0,0001	ns
Interação	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

*Controle (zero lecitina), Lecitina 0.5 (0,52% lecitina), Lecitina 1 (1,05% lecitina)

¹- EP = erro padrão, n= 6 por tratamento

^{a,b} Médias na mesma coluna sem uma letra comum diferem pelo teste de Tukey (p<0,05). Resultados válidos dentro de um mesmo grupo (Adultos ou Idosos).

Tabela 3.6 Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja* por gatos adultos e idosos

	MS	MO	PB	EEA	FB	MM	ENN	EB
	%							
Adultos								
Controle	79,88	83,81	83,10	86,77	11,10	28,12	87,24	83,99
Lecitina 0.5	79,56	83,59	82,96	86,11	4,59	26,85	86,92	83,50
Lecitina 1	79,14	83,08	83,40	86,97	12,95	29,28	85,85	84,41
Média do grupo	79,50	83,49	83,15	86,61	9,55	28,06	86,67	83,80
Idosos								
Controle	77,43	81,10	78,92	84,53	9,77	29,05	85,70	80,89
Lecitina 0.5	77,65	81,29	78,97	84,85	9,01	30,03	85,47	82,34
Lecitina 1	77,17	80,73	78,59	85,03	20,06	32,11	85,39	81,48
Média do grupo	77,41	81,25	78,80	84,76	12,95	30,40	85,50	81,57
EP ¹	0,43	0,39	0,61	0,55	2,70	1,04	0,36	0,47
CV	3,11	2,30	2,71	3,91	151,42	26,13	2,17	2,61
Efeito	Probabilidade de maior F na análise de variância							
Idade	0,0208	0,0027	<0,0001	ns	ns	ns	ns	0,0071
Dieta	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

*Controle (zero lecitina), Lecitina 0.5 (0,52% lecitina), Lecitina 1 (1,05% lecitina)

¹- EP = erro padrão, n= 6 por tratamento

Os valores de energia metabolizável (kcal/g) das dietas experimentais encontram-se na Tabela 3.7. Foram verificados tanto efeito de dieta quanto de idade. Dentro do grupo Adulto a dieta Lecitina 1 teve maior energia metabolizável, o que não ocorreu para o grupo Idoso.

Tabela 3.7 Energia metabolizável (EM) das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja* fornecidas a um grupo de gatos adultos ou idosos.

	EM (kcal/g)
Adultos	
Controle	4,06 ^{a,b}
Lecitina 0.5	3,98 ^b
Lecitina 1	4,22 ^a
Média do grupo	4,09
Idosos	
Controle	3,91
Lecitina 0.5	3,94
Lecitina 1	4,08
Média do grupo	3,98
EP ¹	0,03
CV	2,69
Efeito	Probabilidade de maior F na Análise de Variância
Idade	0,0071
Dieta	0,0012
Interação	ns

*Controle (zero lecitina), Lecitina 0.5 (0,52% lecitina), Lecitina 1 (1,05% lecitina)

¹- EP = erro padrão, n= 6 por tratamento

^{a,b} Médias na mesma coluna sem uma letra comum diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Resultados válidos dentro de um mesmo grupo (Adultos ou Idosos).

A representação gráfica do CDA da MS, MO, PB e EB estão apresentadas nas Figuras 3.1 a 3.4.

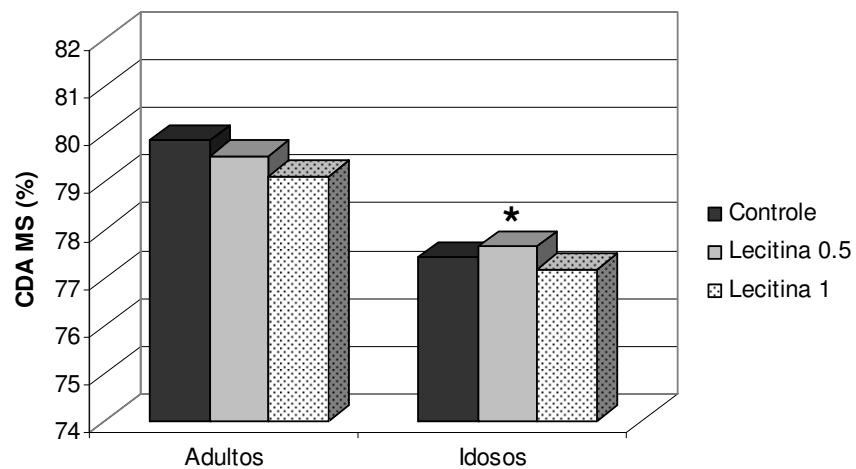


Figura 3.1. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja por gatos Adultos e Idosos.

*diferença significativa entre gatos adultos e idosos ($p < 0,05$)

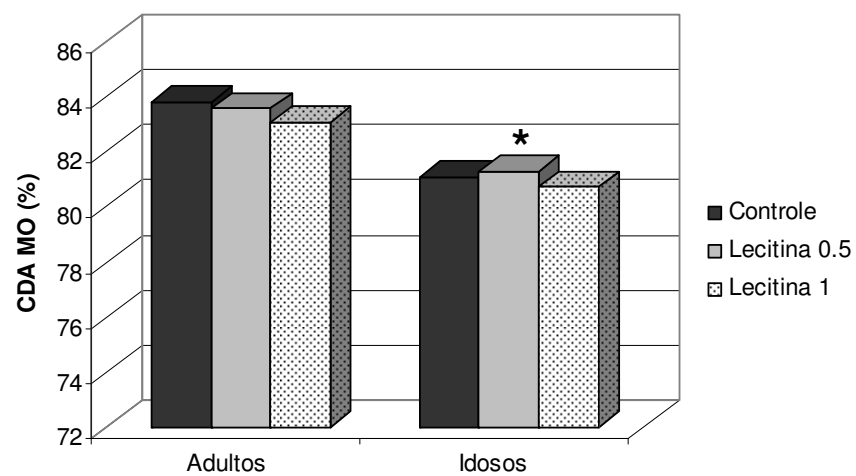


Figura 3.2. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja por gatos Adultos e Idosos.

*diferença significativa entre gatos adultos e idosos ($p < 0,05$)

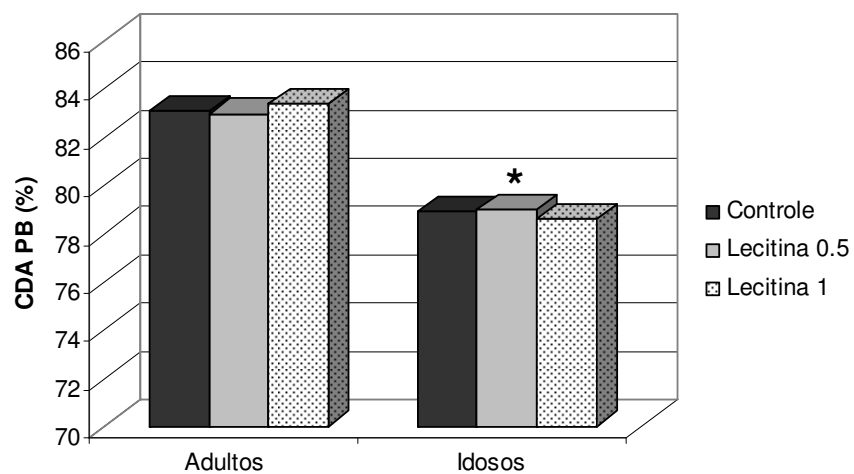


Figura 3.3. Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja por gatos Adultos e Idosos.

*diferença significativa entre gatos adultos e idosos ($p < 0,05$)

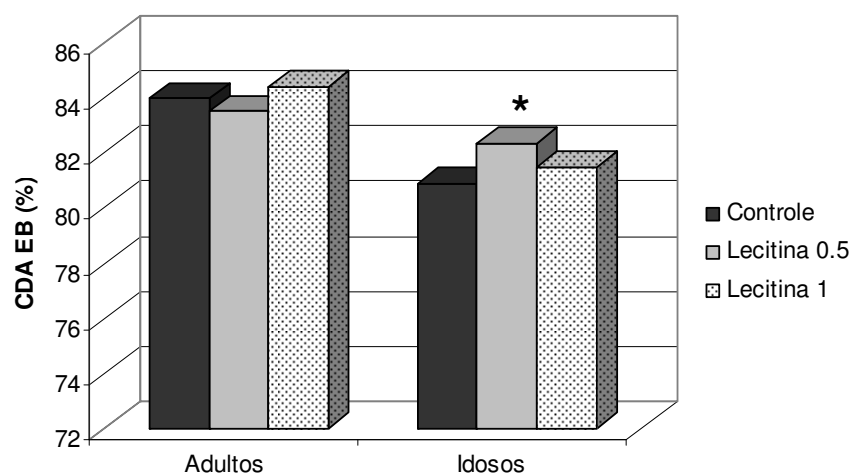


Figura 3.4. Coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja por gatos Adultos e Idosos.

*diferença significativa entre gatos adultos e idosos ($p < 0,05$)

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos ácidos graxos das dietas experimentais encontram-se na Tabela 3.8. Para o grupo de gatos Adultos, a excreção de C12:0 e C14:0 foi maior do que a ingestão, resultando em um coeficiente de digestibilidade negativo. Isto também ocorreu na dieta Lecitina 1 para o C17:0. Entretanto, para o grupo de Idosos, este fenômeno só ocorreu com o C12:0 nas dietas Controle e Lecitina 0.5. Tanto no grupo Adulto quanto no grupo Idoso houve excreção de C15:0, apesar deste ácido graxo não ter sido identificado na dieta. Tal fato impossibilitou o cálculo do coeficiente de digestibilidade deste nutriente. Apesar de presentes na dieta, não foi identificado em nenhuma amostra de fezes os ácidos graxos C14:1; C20:4n6; C20:5n3 e C22:3n3 o que levou a um coeficiente de digestibilidade aparente de 100%. Houve efeito da dieta nos coeficiente de digestibilidade dos ácidos graxos C17:0 e C18:0. Enquanto a adição da lecitina de soja diminuiu a digestibilidade do C17:0, ela aumentou a do C18:0. Houve efeito da idade na digestibilidade dos ácidos graxos C14:0, C17:0 e C18:1 ($p < 0,05$).

Tabela 3.8 Coeficiente de digestibilidade aparente de ácidos graxos em gatos adultos e idosos alimentados com as dietas experimentais contendo diferentes inclusões de lecitina de soja.*

	C12:0	C14:0	C14:1	C15:0	C16:0	C16:1	C17:0	C18:0	C18:1n9c	C18:2n6c	C18:3n3	C20:4n6	C20:5n3	C22:3n3
Adultos														
Controle	-214,58	-11,18	100,00	-	85,58	90,34	39,81 ^a	64,90	89,18	95,96	95,65	100,00	100,00	100,00
Lecitina 3.5	-139,65	-5,23	100,00	-	84,70	89,28	23,41 ^{a,b}	76,15	87,35	95,04	97,78	100,00	100,00	100,00
Lecitina 7	-22,56	-12,03	100,00	-	83,35	89,97	-4,97 ^b	80,41	88,92	95,35	97,43	100,00	100,00	100,00
Média do grupo	-117,60	-9,49	100,00		84,54	89,86	19,42	73,82	88,48	95,45	96,96	100,00	100,00	100,00
Idosos														
Controle	-75,30	30,12	100,00	-	83,81	89,65	61,79 ^a	63,24 ^a	85,33	94,70	97,98 ^a	100,00	100,00	100,00
Lecitina 3.5	-78,62	20,98	100,00	-	82,95	89,27	32,57 ^{a,b}	75,38 ^{a,b}	85,19	95,00	96,78 ^{a,b}	100,00	100,00	100,00
Lecitina 7	9,78	22,28	100,00	-	79,84	86,83	17,53 ^b	85,67 ^b	84,54	94,49	96,09 ^b	100,00	100,00	100,00
Média do grupo	-48,05	24,46	100,00		82,21	88,58	36,29	74,72	85,01	94,73	96,95	100,00	100,00	100,00
EP ¹	25,03	7,92	0	-	0,68	0,47	5,21	1,89	0,76	0,35	0,41	0	0	0
CV	-171,77	496,26	0	-	4,59	2,98	77,58	12,42	3,52	1,32	2,16	0	0	0
Efeito	Probabilidade de maior F na análise de variância													
Idade	ns	0,0145	ns	-	0,0876	ns	0,0324	ns	0,0036	ns	ns	ns	ns	ns
Dieta	ns	ns	ns	-	ns	ns	0,0004	0,0005	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

*Controle (zero lecitina), Lecitina 0,5, Lecitina 1

1- EP = erro padrão, n= 6 por tratamento

a,b Médias na mesma coluna sem uma letra comum diferem significativamente pelo teste Tukey (p<0,05). Resultados válidos dentro de um mesmo grupo (Adultos ou Idosos).

A representação gráfica dos coeficientes de digestibilidade dos ácidos graxos C14:0, C17:0, C18:0, C18:1 e C18:3n3 estão apresentadas nas Figuras 3.5 a 3.9.

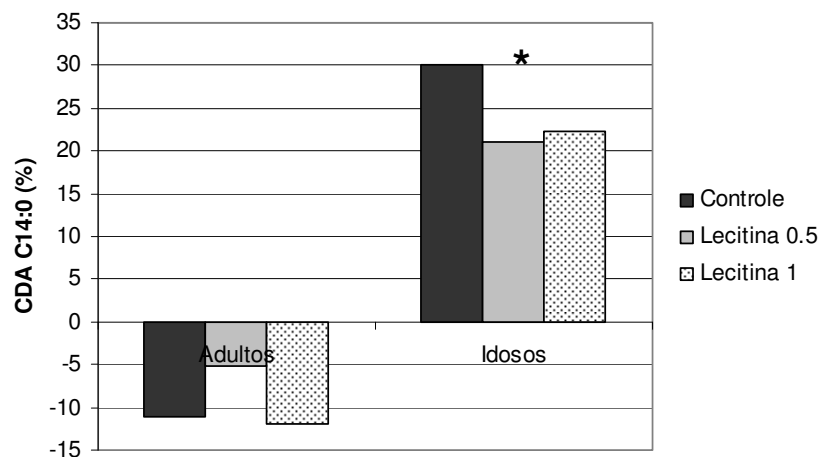


Figura 3.5. Coeficiente de digestibilidade aparente do ácido graxo C14:0 das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja por gatos Adultos e Idosos.

*diferença significativa entre gatos adultos e idosos ($p < 0,05$)

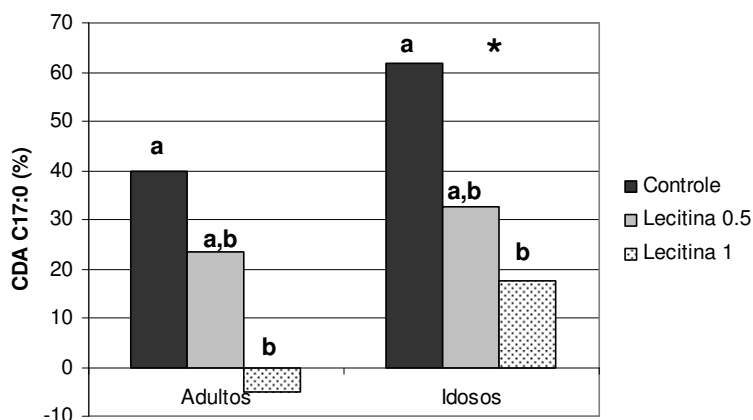


Figura 3.6. Coeficiente de digestibilidade aparente do ácido graxo C17:0 das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja por gatos Adultos e Idosos.

*diferença significativa entre gatos adultos e idosos ($p < 0,05$)

^{a,b} - diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Comparação válida para uma mesma faixa etária.

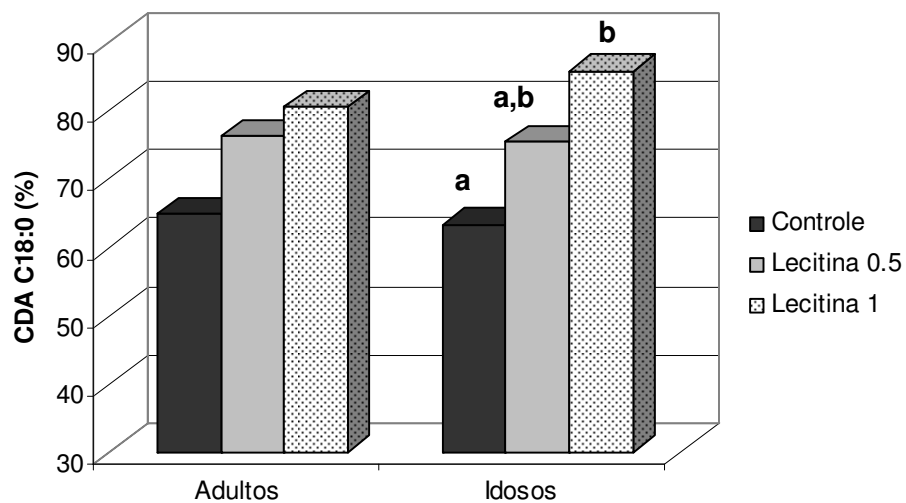


Figura 3.7. Coeficiente de digestibilidade aparente do ácido graxo C18:0 das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja por gatos Adultos e Idosos.

^{a,b} - diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Comparação válida para uma mesma faixa etária.

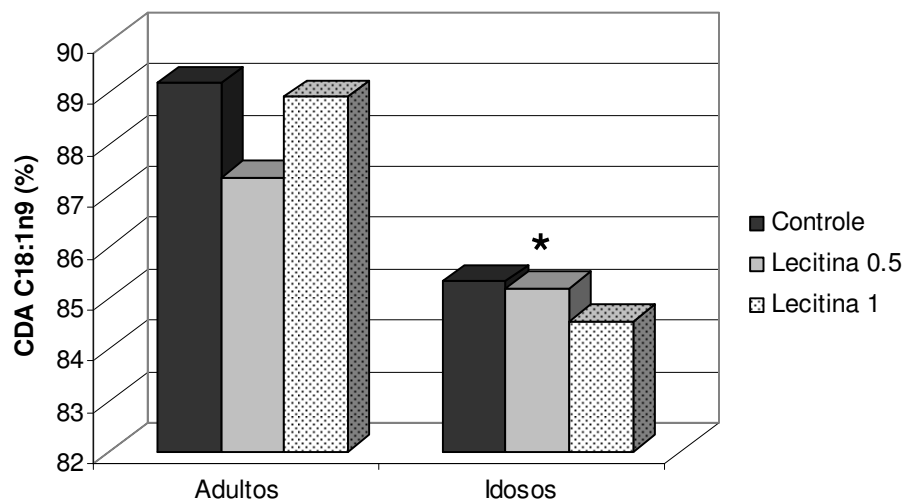


Figura 3.8. Coeficiente de digestibilidade aparente do ácido graxo C18:1n9 das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja por gatos Adultos e Idosos.

*diferença significativa entre gatos adultos e idosos ($p < 0,05$)

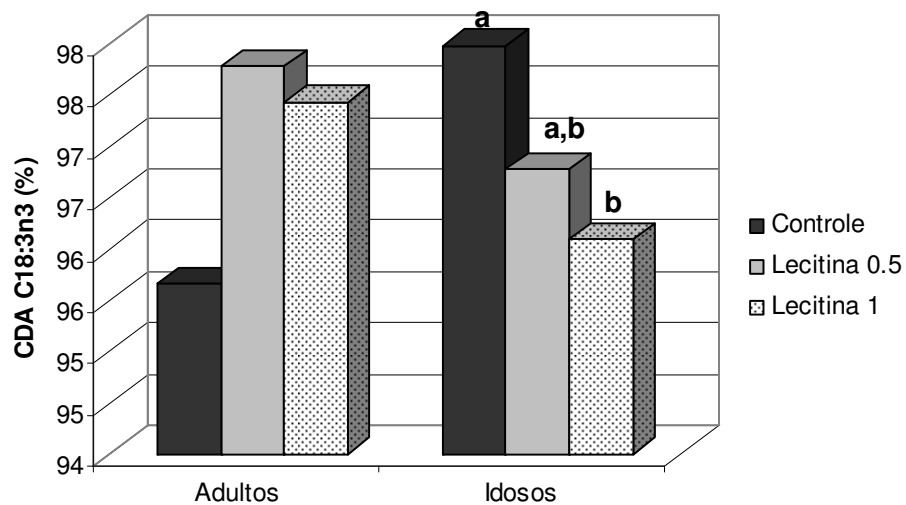


Figura 3.9. Coeficiente de digestibilidade aparente do ácido graxo C18:3n3 das dietas experimentais com diferentes inclusões de lecitina de soja por gatos Adultos e Idosos.

^{a,b} diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Comparação válida para uma mesma faixa etária.

A avaliação da excreção e qualidade das fezes dos gatos mediante o consumo das dietas experimentais encontra-se na Tabela 3.9. Tanto a excreção de fezes em função da ingestão (fezes excretadas dividido por ração ingerida) na matéria natural quanto na matéria seca foram maiores no grupo Idoso.

Tabela 3.9 Excreção e escore de fezes* de gatos Adultos e Idosos alimentados com dietas experimentais contendo diferentes inclusões de lecitina de soja**

	g fezes/g ração MN	g fezes/g ração MS	Escore de fezes
Adultos			
Controle	0,40	0,20	4,96
Lecitina 0,5	0,43	0,20	4,92
Lecitina 1	0,42	0,21	4,98
Média do grupo	0,43	0,20	4,95
Idosos			
Controle	0,61	0,23	3,98
Lecitina 0,5	0,57	0,22	3,83
Lecitina 1	0,57	0,23	3,86
Média do grupo	0,58	0,23	3,89
EP ¹	0,02	0,004	0,14
CV	10,88	11,22	19,55
Probabilidade de maior F na Análise de Variância			
Idade	<0,0001	0,0216	<0,05
Dieta	ns	ns	ns
Interação	ns	ns	ns

*1 fezes líquidas, 2: fezes moles e sem formato, 3: fezes bem formadas e úmidas, 4 fezes bem formadas e secas, 5 fezes ressecadas

**Controle (zero lecitina), Lecitina 1 (0,52% lecitina), Lecitina 2 (1,05% lecitina)

¹- EP = erro padrão, n= 6 por tratamento

3.4 DISCUSSÃO

As três dietas experimentais apresentaram valores nutricionais aproximados e próximos ao esperado. A dieta Lecitina 1, em comparação as outras, apresentou um valor ligeiramente superior de extrato etéreo ácido e de energia bruta (Tab. 3.3).

A ingestão de energia e nutrientes foi maior no grupo Idoso do que no grupo Adulto (Tab. 3.5). A maior ingestão calórica por gatos idosos foi observada também por TAYLOR et al. (1995), estudando o regime *ad libitum* e por CUPP et al. (2006) que acompanharam um grupo de 90 gatos entre 7 e 17 anos por 5 anos. Entretanto, outros autores (TESHIMA, 2006 e PEACHEY & HARPER, 2002) não observaram esta diferença.

Durante todo experimento, o alimento foi fornecido aos animais em quantidade o suficiente para atender a demanda energética diária, que foi calculada utilizando-se a fórmula proposta pelo NRC (2006) para gatos adultos magros. Entretanto, foi observado que no grupo Adulto, freqüentemente havia sobras de ração, o que não ocorria no grupo Idoso. Esta diferença pode ser explicada tanto pelo não ajuste energético dos animais a fórmula empregada, quanto pela maior ingestão em busca de mais nutrientes pelo grupo Idoso.

Apesar das freqüentes sobras de ração, o grupo Adulto não teve perda de peso durante o experimento. A diferença entre a necessidade energética calculada e a necessidade real pode ter sido resultado do confinamento dos animais as gaiolas, o que fez com que estes tivessem menor gasto energético.

Gatos idosos tendem a ter diminuída sua capacidade digestiva (TESHIMA, 2006; PÉREZ-CAMARGO, 2004; PEACHEY et al. 1999; TAYLOR et al. 1995). Assim, apesar do grupo Idoso estar nas mesmas condições de confinamento e gasto calórico que o grupo Adulto, a maior ingestão de energia e nutrientes pode ter ocorrido como mecanismo compensatório de busca de nutrientes. Neste

experimento pudemos observar que se de fato ocorreu um mecanismo compensatório de busca de nutrientes no grupo Idoso, ele não foi bem ajustado, pois houve ganho de peso nestes animais durante o período experimental.

Os resultados de digestibilidade de EEA obtidos para gatos idosos neste experimento foram superiores aos valores estimados por PATIL et al. (2004) e semelhantes ao dos gatos adultos ($p > 0,05$). Isto mostrou que o grupo de gatos idosos estudados, apesar de já estar com a idade bastante avançada (14 +/-0,5 anos), não apresentava aparentemente déficit de digestão de gorduras. Entretanto, não se pode afirmar que este resultado seria o mesmo se, ao invés de 15% EEA na dieta, houvesse a semelhança do estudo de PEACHEY et al. (1999), 44%. Neste caso, a contribuição proporcional da gordura endógena seria menor e talvez um pequeno déficit digestivo no grupo idoso pudesse aparecer. Por outro lado, os gatos Idosos apresentaram menor digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e energia bruta (Tab. 3.7), além de menor energia metabolizável no alimento (Tab. 3.8), confirmando um menor aproveitamento das dietas por este grupo.

Diferente dos resultados obtidos aqui, TAYLOR et al. (1995), PEACHEY et al. (1999) e PEREZ-CAMARGO (2004) encontraram menor digestibilidade de gordura em gatos idosos. PEREZ-CAMARGO (2004) estimou que 33% dos gatos com mais de 12 anos apresentam deficiência em digerir gorduras. Segundo PATIL et al. (2004), estes animais têm digestibilidade da gordura inferior a 80%. Entretanto, PEACHEY et al. (1999) encontrou diferença significativa na digestibilidade de gordura entre gatos adultos e idosos mesmo quando esta era elevada, de 94,36% em média para os adultos versus 92,23% em média para os idosos. Este resultado mostra que mesmo gatos idosos aparentemente normais já podem apresentar algum déficit digestivo em relação à gordura.

Não foram localizados estudos que, a semelhança deste, encontrou diferenças significativas entre gatos adultos e idosos na digestibilidade da matéria seca e da matéria orgânica. Enquanto TESHIMA (2006) não observou diferenças nestes quesitos, PEACHEY et al. (1999) não demonstrou estes dados, preocupando-se

apenas com os macro nutrientes proteína, gordura e energia. A observação neste estudo de que gatos idosos apresentam menor digestibilidade da matéria seca e da matéria orgânica é bastante relevante, pois o dado confirma o menor aproveitamento geral do alimento por esta faixa etária.

A menor digestibilidade de proteína em gatos idosos (Tab. 3.7) verificada no presente trabalho confirma os achados de TESHIMA (2006) e PEREZ - CAMARGO (2004) e contra diz os de PEACHEY et al. (1999) e TAYLOR et al. (1995). PEREZ-CAMARGO (2004) considerou como baixa digestibilidade de proteína valores inferiores a 77%. No presente estudo, apesar do valor médio encontrado no grupo Idoso ter sido superior a este, de 78,8%, foi 4,3 pontos percentuais inferior a dos animais adultos (83,15%). O mesmo ocorreu com TESHIMA (2006) que também encontrou menor digestão de proteínas em gatos idosos e valores superiores a 77%. Desta forma, não é válido estipular um valor, assim como fez PEREZ-CAMARGO (2004), para se considerar baixa digestibilidade de proteína. Além disso, não se pode deixar de considerar que a digestibilidade, tanto da proteína quanto de outros nutrientes, pode variar grandemente com a dieta. O mesmo autor estimou como sendo 20% a incidência de baixa digestão de proteínas em gatos idosos. Esta variação existente na população pode explicar porque PEACHEY et al. (1999) e TAYLOR et al. (1995) não encontraram este tipo de alteração.

O menor aproveitamento da dieta pelo grupo Idoso teve reflexo na menor digestão da energia (Tab. 3.6) e na menor energia metabolizável (Tab. 3.7) das dietas experimentais para este grupo. Embora TESHIMA (2006) não tenha encontrado diferenças entre a energia metabolizável de duas dietas para gatos de diferentes faixas etárias, os resultados encontrados aqui confirmaram os achados de PEACHEY et al. (1999) e TAYLOR et al. (1995), que também encontraram menor digestão da energia em gatos de idade mais avançada.

Para o grupo Adulto houve diferença na energia metabolizável das dietas experimentais. A dieta Lecitina 1 (1,05% de adição, substituição de 7% do extrato etéreo ácido) apresentou maior energia metabolizável (4,22 EM kcal/g) e a dieta

Lecitina 0,5 (0,52% de adição, substituição de 3,5% do extrato etéreo ácido) a menor energia (3,98 EM kcal/g) como pode ser visto na Tab. 3.7. Entretanto, não se pode afirmar que esta diferença tenha sido em decorrência da maior adição da lecitina de soja, pois a dieta controle, sem adição de lecitina, apresentou EM semelhante à da dieta Lecitina 1.

Na presente pesquisa não se encontrou efeito da adição de lecitina de soja, nos níveis de testados, sobre a digestibilidade da gordura em gatos adultos ou idosos. Não foi localizado outro trabalho que estudasse os efeitos da lecitina de soja sobre a digestão de gatos ou outro felino, assim o resultado obtido só pôde ser comparado aos resultados verificados em outras espécies.

MINHSIU & SHUHSING (1998) encontraram em pintinhos efeito positivo da adição de lecitina (2% da dieta) no aumento da digestibilidade da gordura da dieta tanto quando esta era sebo bovino, como quando era óleo de soja (8% de adição). SOUZA et al. (1995) estudaram os efeitos da suplementação de lecitina de soja sobre a digestibilidade da gordura em suínos desmamados. Os autores encontraram aumento da digestibilidade da gordura dietética (sebo bovino) com adição de 1,5% de lecitina em um primeiro experimento. Entretanto, em um segundo ensaio, também com 1,5% lecitina e sebo bovino, porém testando duas diferentes tecnologias de aplicação (mistura ou *spray*) o resultado não foi reproduzido, não havendo efeito do uso do emulsificante (SOUZA et al. 1995). JONES et al. (1992) encontraram em suínos desmamados uma melhora significativa na digestão da gordura dietética (sebo bovino) com adição de 1% de lecitina de soja; a digestibilidade da gordura elevou-se de 80,9% para 88,4%. Entretanto, no mesmo trabalho, os autores encontraram influência negativa da lecitina sobre a digestibilidade da gordura suína e ausência de efeito quando a fonte de gordura foi o óleo de soja.

OVERLAND et al. (1994) não encontraram, em suínos, interação entre lecitina de soja (0 e 0,24%) e gordura de abatedouro (0 e 6%) na digestibilidade ileal e total da gordura. OVERLAND et al. (1993) também não encontraram efeito da lecitina (2%) na digestibilidade da gordura (óleo de soja) em suínos desmamados.

OVERLAND & SUNDSTOL (1993) não observaram interação entre lecitina de soja (0 e 2%) e gordura de abatedouro (0 e 6%) em suínos desmamados com relação à digestibilidade do EEA ou da energia, apenas efeito do acréscimo de gordura. WIELAND et al. (1993) estudaram em suínos recém nascidos, pelo método de determinação sérica de ácidos graxos, os efeitos de três emulsificantes sobre a utilização de triglicérides de cadeia média (até 12 carbonos). A lecitina de soja não foi eficiente no propósito, porém, o emulsificante a base de polioxietileno sorbitol aumentou a absorção destes ácidos graxos. Um dos motivos citados pelo autor pelo não sucesso da lecitina de soja é de que este ingrediente favorece a formação de emulsões água em óleo. O autor argumenta que talvez o teor de óleo utilizado possa ter sido muito baixo para a formação de uma emulsão estável.

Sendo assim, pela breve revisão em aves e suínos apresentada, pôde se constatar que os efeitos da lecitina são contraditórios entre os experimentos. Da mesma forma como verificado na presente pesquisa, um bom número de trabalhos não demonstraram efeitos positivos com sua adição ao alimento. No entanto, outros fatores não considerados na presente pesquisa, como a ação da lecitina em diferentes fontes de gordura e mesmo a adição de níveis mais elevados do composto na dieta, precisariam ser estudados.

Com relação à digestibilidade aparente dos ácidos graxos, o grupo Idoso apresentou maior digestibilidade dos ácidos graxos Heptadecanóico (C17:0) e Mirístico (C12:0), entretanto, o coeficiente de digestibilidade do grupo Adulto para este último foi negativo. O grupo Idoso apresentou, também, menor digestibilidade do ácido Oléico (C18:1n9), como pode ser visto na Tab. 3.8. Estes resultados diferem dos resultados encontrados por PEACHEY et al. (1999) que também estudaram a digestão de gordura e ácidos graxos em gatos adultos e idosos. Para isso, os autores utilizaram uma dieta úmida comercial suplementada com sebo bovino, óleo de oliva ou óleo de girassol. Os autores encontraram no grupo idoso (média 11 anos), para as três dietas, menor digestibilidade da gordura e de todos os ácidos graxos estudados (Mirístico, Palmítico, Palmitoléico, Esteárico, Oléico, Linoléico e Alfa-linolênico). Diferente do estudo de PEACHEY et al. (1999), neste

estudo os gatos idosos não apresentaram déficits digestivos em relação à gordura da dieta. Assim, era esperado que este grupo de animais também não tivesse apresentado menor digestibilidade de ácidos graxos, sendo o ácido oléico uma exceção.

Entre os 14 ácidos graxos analisados neste estudo, quatro apresentaram coeficientes de digestibilidade aparente de 100% nos dois grupos de animais estudados, os ácidos Miristoléico (C14:1), Araquidônico (AA) (C20:4n6), Eicosapentaenóico (EPA) (C20:5n3) e Docosahexaenóico (DHA) (C22:3n3). Este resultado é importante, principalmente quando são considerados os três últimos, AA, EPA e DHA, por se tratarem de ácidos graxos essenciais. A recomendação nutricional de AA para felinos já existe há mais de 20 anos (NRC, 1986), entretanto, as recomendações de EPA e DHA surgiram em guia nutricional apenas há pouco tempo (NRC 2006). Estes ácidos graxos de cadeia longa participam da formação do cérebro e da visão dos felinos. Devido a sua estrutura, são encontrados em poucas fontes nutricionais usualmente empregadas na fabricação de alimentos comerciais para gatos. Apesar da recomendação nutricional do NRC (2006) ser pequena, de 0,015g de AA e 0,025g de EPA+DHA/1000kcal, os teores destes ácidos graxos nos ingredientes também são pequenos. Assim, o coeficiente de digestibilidade de 100% aqui encontrado indica que o potencial de aproveitamento destes ácidos graxos é bastante elevado.

O ácido Pentadecanóico (C15:0) foi localizado em todas as amostras de fezes, mas não estava presente nas dietas experimentais, o que impossibilitou o cálculo de seu CDA. O teor de C15:0 nas fezes do grupo Adulto foi correspondente a aproximadamente 3% da gordura fecal, enquanto no grupo Idoso foi de aproximadamente 2%. Não sendo de origem exógena, o C15:0 pode ter tido origem nas células de descamação intestinal, nas secreções do trato digestivo ou mesmo podem ser parte estrutural de bactérias que compõe a flora intestinal. É pouco provável que o C15:0 fecal tenha tido origem na beta-oxidação do C17:0, pois a soma da excreção do C15:0 e do C17:0 foi sempre mais que o dobro da ingestão do C17:0. Neste estudo, não foi possível determinar a origem exata deste

nutriente. O mesmo pode ter ocorrido com os ácidos Láurico (C12:0) e Mirístico (C14:0). Apesar de presente nas três dietas experimentais, a excreção de ácido Láurico foi maior que a ingestão nos dois grupos de gatos estudados, resultando em digestibilidade negativa. Já com o ácido Mirístico, a digestão negativa ocorreu apenas no grupo Adulto. Não se encontrou explicação para o porquê desta diferença, que pode ser tanto conseqüente a diferenças nas secreções digestivas quanto na flora bacteriana entre as diferentes faixas etárias. Estes resultados diferiram dos encontrados por PEACHEY et al. (1999) e KANE et al. (1981) que encontraram, respectivamente, 95,8% e 98,8% de digestibilidade para o ácido Mirístico.

Também para os CDA dos ácidos palmítico, palmitoléico, heptadecanóico, esteárico, linoléico e alfa-linolênico (Tab. 3.8) não foram encontradas diferenças entre Adultos e Idosos, sendo os valores obtidos inferiores aos encontrados por PEACHEY et al. (1999) e KANE et al. (1981).

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos ácidos graxos encontrados por PEACHEY et al. (1999) para gatos adultos e idosos para as três dietas estudadas (sebo bovino, óleo de oliva e óleo de girassol), foram altos. KANE et al. (1981) estudaram em gatos adultos a digestibilidade de ácidos graxos em 6 dietas semi purificadas suplementadas com diferentes fontes e teores de gordura. Os autores também encontraram valores elevados de digestibilidade para todos os ácidos graxos. Com exceção do Alfa-linolênico, todas as médias foram superiores às encontradas no presente estudo, como pode ser visto na Tab. 3.10.

Tabela 3.10 Comparação entre os coeficientes de digestibilidade aparente de ácidos graxos encontrados na presente Tese e em outros dois estudos com gatos.

Fonte	CDA (%)					
	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1n9	C18:2n6	C18:3n3
Este estudo	83,4	89,2	74,3	86,7	95,1	96,9
Peachey et al. (1999)	95,0	98,2	92,8	97,3	98,3	99,2
Kane et al. (1981)	97,7	99,7	96,5	97,4	97,2	92,1
Diferença entre extremos	14,3	10,5	22,2	10,7	3,2	7,1

Uma diferença importante entre o presente estudo e os de PEACHEY et al. (1999) e KANE et al. (1981) foi o tipo de dieta utilizada. PEACHEY et al. (1999) empregaram dietas úmidas, com 44% de gordura na MS, sendo que mais de 30% da dieta era gordura livre adicionada. Já KANE et al. (1981) utilizaram uma dieta semi purificada, na qual foi adicionado gordura livre entre 10% e 50%. No presente estudo foram utilizadas dietas experimentais com 15% de EEA total. Destes, apenas 3,5% era gordura livre adicionada, os restantes 11,5% se tratavam de EEA presente nos ingredientes. A porção de extrato etéreo de uma dieta que não foi adicionada livre pode estar ligada a outros compostos ou mesmo não estar sob a forma de triglicérides. Isto pode fazer com que a digestão desta porção seja mais difícil do que a da gordura livre adicionada (OVERLAND et al. 1993 citando LEIBRANDT et al. 1975). Outro aspecto a ser considerado é que as rações empregadas no presente estudo foram submetidas à extrusão. Apesar do processo, de uma maneira em geral, favorecer um melhor aproveitamento dos nutrientes dos alimentos pelos animais, ocorrem algumas reações de complexação, entre elas a formação do complexo amilose-lipídio. Este complexo reduz a extração de lipídios por éter e pode comprometer sua digestão (BHATNAGAR, 1994).

O menor teor de gordura adicionado neste trabalho foi propositadamente escolhido. Este valor representa o teor de gordura médio encontrado nos alimentos comerciais secos para gatos de nosso país, pois se pretendia obter resultados práticos de serem utilizados. Assim, como a digestão aparente da gordura é dependente da inclusão dietética (KANE et al. 1981; OVERLAND et al. 1993; OVERLAND et al. 1994), o mesmo ocorre para os ácidos graxos (OVERLAND et al. 1994), o que pode explicar as diferenças encontradas na digestibilidade entre os estudos (PEACHEY et al. 1999 e KANE et al. 1981).

A comparação dos resultados de digestibilidade de ácidos graxos obtidos aqui e nos estudos de PEACHEY et al. (1999) e KANE et al. (1981), mostraram que as diferenças foram menores quando se tratou dos ácidos graxos essenciais C18:2n6 e C18:3n3 (Tab. 3.11). Este fato pode indicar que a digestibilidade dos ácidos

graxos poliinsaturados pelos gatos pode ser menos sensível à dieta do que os ácidos graxos saturados.

Houve influência da dieta na digestibilidade de três ácidos graxos. A adição de lecitina de soja diminuiu a digestibilidade do ácido Heptadecanóico (C17:0), tanto no grupo Idoso quanto no grupo Adulto, que chegou a apresentar um CDA negativo na dieta Lecitina 1. A lecitina ainda diminuiu a digestibilidade do ácido Alfa-linolênico (C18:3n3), e aumentou a do Esteárico (C18:0), mas apenas no grupo Idoso. A diminuição da digestibilidade no trato digestivo total do C18:0 pela lecitina foi observada também por OVERLAND et al. (1994) em suínos. Neste mesmo estudo os autores também encontraram decréscimo na digestibilidade total do C14:0 e ileal do C16:0.

Diferentemente dos resultados supracitados, MINHSIU & SHUHSING (1998) encontraram em pintinhos aumento da digestibilidade dos ácidos graxos C16:0 e C18:0 com o uso da lecitina. Entretanto, estes autores também haviam encontrado efeito positivo na digestão da gordura da dieta.

A diminuição da digestibilidade do C17:0 na dieta Lecitina 1 em comparação a dieta controle nos dois grupos de gatos estudados, pode ter ocorrido pela diminuição proporcional deste ácido graxo na dieta Lecitina 1. A redução de C17:0 nesta dieta foi da ordem de 30%. Esta diferença pode ter feito com que a contribuição endógena do C17:0 tenha sido proporcionalmente muito elevada na dieta Lecitina 1, resultando em um reduzido CDA. A mesma lógica pode ser usada para o aumento de digestibilidade observada para o ácido graxo C18:0. A dieta Lecitina 1 continha mais que o dobro deste ácido graxo do que a dieta controle, o que pode ter diminuído proporcionalmente sua contribuição endógena. Entretanto, com relação à diminuição no CDA do ácido Alfa-linolênico no grupo Idosos na dieta Lecitina 1, a razão não fica tão clara, pois a redução do teor deste ácido graxo nesta dieta em relação a controle foi pequena, de apenas 2%.

Os gatos idosos apresentaram, também, maior excreção de fezes, tanto quando esta foi mensurada g fezes/g ração ingerida na matéria natural como na

matéria seca (Tab. 3.9). Esta observação é um reflexo direto do menor aproveitamento da dieta por este grupo de animais.

Os resultados obtidos neste experimento bem como os encontrados na literatura, não permitem fazer afirmações sobre a eficiência ou não da lecitina de soja em aumentar a digestibilidade de gorduras e ácidos graxos. A maior parte dos lipídeos nos alimentos está sob a forma de triglicerídeos. Para que os animais possam utilizá-los, eles precisam ser digeridos e absorvidos. No processo digestivo, a digestão de lipídeos no lúmen intestinal requer tanto a participação de secreções biliares como pancreáticas (ARGENZIO, 1988). Entre os componentes que formam a bile estão os sais biliares e os fosfolípidos. Fosfolípidos são compostos emulsificantes, ou seja, promovem a mistura de dois líquidos imiscíveis. Sendo a gordura insolúvel em água e de difícil manejo em meio aquoso, como o trato gastrointestinal, é preciso emulsificá-la antes da digestão (OVERLAND et al. 1993). A emulsificação das gorduras também é um fator importante para a ação da lipase pancreática, pois esta enzima trabalha na interface óleo/água da emulsão. Além disso, a emulsificação diminui o tamanho das moléculas de gordura, aumentando a interface da área exposta do lipídeo para a ação da lipase (WIELAND et al. 1993).

A lipase pancreática atua liberando, a partir da posição 1,3 do triglicerídeo, um β -monoglicerídeo e dois ácidos graxos livres (ARGENZIO, 1988). Estes produtos também são insolúveis em água, mas são anfifílicos, isto é, parte polar, hidrossolúvel e parte apolar, lipossolúvel. A solubilização dos produtos finais da digestão pela lipase depende da ação dos ácidos biliares. Estes ácidos atuam como detergente e tornam solúveis os materiais insolúveis em água, pela formação de um agregado de carga negativa, chamado micela. O material insolúvel em água é dissolvido no interior da micela. Na conversão de gorduras em emulsão em micela, o diâmetro da partícula é reduzido 100 vezes e a área superficial aumenta 10 mil vezes. As micelas atuam como um veículo para partículas em emulsão alcançarem a borda em escova do epitélio (ARGENZIO, 1988). Ao alcançar os enterócitos para absorção, os produtos de digestão dos

triglicéridos precisam atravessar a barreira de água adjacente à borda em escova. Micelas e lipossomos, estabilizados pela carga negativa carregada pelas moléculas de sais biliares, servem como veículo de difusão de substâncias não polares através do ambiente aquoso. Ácidos graxos de cadeia curta e média são mais solúveis do que os de cadeia longa no quimo aquoso, e podem se difundir através da camada de água sem a assistência da micela (WIELAND et al. 1993).

A lecitina (fosfatidilcolina) tem o potencial de ser utilizada como emulsificante exógeno para aumentar a digestão de gorduras. SOUZA et al. (1995) observaram em suínos que a adição de lecitina de soja a dieta aumentou a digestibilidade do sebo. O mesmo foi observado por JONES et al. (1992), entretanto o autor verificou que a adição de lecitina diminuiu a digestão da banha e não alterou a do óleo de soja. Segundo JONES et al. ácidos graxos saturados de cadeia longa, como os presentes no sebo bovino, podem diminuir a formação de micelas, diminuindo a entrada destes AG na fase micelar o que provavelmente limita sua absorção. Assim, o aumento da digestibilidade do sebo na presença de lecitina de soja pode ser devido, segundo o autor, ao aumento da capacidade das micelas de sais biliares solubilizarem AG saturados de cadeia longa e esteróis. Substâncias anfífilas, como a lecitina, podem aumentar o tamanho das micelas de sais biliares, aumentando então a capacidade interior das micelas, fazendo com que mais ácidos graxos possam ser incorporados (FREEMAN, 1968).

Diferente de SOUZA et al. (1995) e JONES et al. (1992), neste experimento a fonte de gordura utilizada foi o óleo de vísceras de frango, e não o sebo bovino. O óleo de vísceras de frango é um ingrediente amplamente utilizado em alimentos para gatos e contém um teor até dez vezes maior de ácidos graxos poliinsaturados do que o sebo bovino. A diferença entre o perfil de ácidos graxos das dietas é um dos fatores que pode explicar os resultados contraditórios encontrados na literatura.

Variações de eficácia da lecitina nas diferentes espécies animais, bem como nas diferentes idades, também são possíveis. Estas se justificariam por diferenças tanto na quantidade de bile liberada no jejuno, quanto na porcentagem de

fosfatidilcolina presente nos fosfolípidos biliares. Segundo COLEMAN et al. (1979), o teor de fosfolípido presente na bile dos mamíferos varia dependendo da espécie, entre as espécies estudadas, das quais o gato não fazia parte, a fosfatidilcolina (lecitina) representa mais de 80%. Não se sabe ainda o que causa a má digestão de gordura em gatos idosos, mas o fenômeno pode estar associado tanto a deficiência enzimática, como a alteração na formação da bile, o que prejudicaria a formação de emulsão e micelas. Se fosse este o caso, a utilização de um emulsificante externo, como a lecitina de soja, poderia contribuir para a melhora do quadro.

No presente estudo o grupo de gatos idosos utilizado não apresentou deficiência aparente na digestão de gorduras, quando comparado aos adultos. Isto indica que o teor de fosfolípido presente na bile destes animais estava em quantidade suficiente para solubilizar os ácidos graxos presentes, permitindo absorção normal dos mesmos.

Outro fator importante a ser considerado é o tipo de lecitina de soja suplementada na dieta. No presente estudo a lecitina utilizada continha 62% de insolúveis em acetona, que mede o teor de fosfolípidos presentes no ingrediente. Dos trabalhos encontrados, apenas OVERLAND et al. (1994) especificaram o teor de insolúveis em acetona da lecitina utilizada, os outros não mencionam este importante fator. Há, ainda, a necessidade de se considerar o perfil de fosfolípidos presentes na lecitina. Novamente, apenas OVERLAND et al. (1994), especificaram que a lecitina utilizada tinha 25% de fosfatidilcolina.

O teor de fosfatidilcolina presente na lecitina tem papel fundamental na formação da emulsão e das micelas. NISHIMUKAI, et al. (2003) encontraram em ratos que a excreção linfática de triglicérides só aumentou quando a razão triglicérides:fosfatidilcolina era de 3:1. Tanto neste, quanto nos trabalhos encontrados na literatura, não foi possível determinar a razão triglicérido:fosfatidilcolina utilizada.

3.5 CONCLUSÕES

Os resultados encontrados confirmaram que gatos idosos apresentam menor digestibilidade de alguns nutrientes, como proteína, energia e ácido oléico. A lecitina de soja, da maneira como foi utilizada, não apresentou influência sobre a digestibilidade de macro nutrientes, tanto considerando-se gatos adultos como idosos, com exceção do ácido alfa-linolênico, para o qual a adição de 1% de lecitina de soja à dieta diminuiu sua digestibilidade em gatos idosos. Os ácidos graxos essenciais poliinsaturados araquidônico, eicosapentaenóico e docosahexaenóico apresentaram digestibilidade aparente de 100%.

REFERÊNCIAS

- ANFALPET - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO. Institucional. Disponível em: www.anfalpet.org.br, Perfil. Acesso em 29 de agosto de 2007.
- AOAC – ASSOCIATION OF THE ANALITICAL CHEMISTS. **Official and tentative methods of analysis**. 16. ed. Arlington: AOAC International, 1996. v.1, p.1-45.
- ARGENZIO,R.A. Digestão e absorção de Carboidratos, Gorduras e Proteínas. P263-297. Dukes Fisiologia dos Animais Domesticos. In: SWENSON,M.J., (ed), Rio de Janeiro, Guanabara, 10 ed., 799p, 1988.
- ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIAL. **Dog and cat food substantiation methods**, Ottawa, 2004. 444p.
- BHATNAGAR, S.; HANNA, M. A. Amylose-lipid complex formation during single-screw extrusion of various corn starches. **Cereal Chemistry**, v. 71, n. 6, p. 582-587, 1994.
- CARCIOFI, A.C., SA-FORTES, C..M.L, TAKAKURA, F.S., de-OLIVEIRA, L.D., PALUMBO, G.R., PRADA, F. Técnicas de análise de extrato etéreo para determinação de coeficientes de digestibilidade de dietas extrusadas para cães. Dados não publicados, 2008.
- CHERRY,J.P.;KRAMER,W.H. Plant sources of lecithin. In: Szuhaj,B.F. **Lecithins: sources, manufactures & uses**. Illinois: The American Oil Chemist's Society. Champaing, cap. 3, p.16-31, 1989.
- COLEMAN,R.;IQBAL,S.;GODFREY,P.P.;BILLINGTON,D. Membranes e Bile Formation. **Biochemistry Journal**. v. 178, p. 201-208, 1979.
- CUPP,C.J.;JEAN-PHILIPPE,C.;KERR,W.W.;PATIL,A.R.,PEREZ-CAMARGO,G. Effect of nutritional interventions on longevity of senior cats. **Internal Journal Applied Research Veterinary Medicine**.v.04, n.1, p.34 – 50, 2006.
- DAVIDSON,B.C.;TRAHER,C.S. The importance of essential fatty acid evaluation and supplementation in feline diets. **Journal of the South African Veterinary Association**, march, p.39-41, 1987.

- ELLER, F.J.; KING, J.W; Determination of fat content in foods by analytical SFE. **Seminars in Food Analysis**, v.1, p.145-162, 1996.
- FRANKEL,T.L.;RIVERS,J.P.W. The nutritional and metabolic impact of γ linoleic acid (18;3w6) on cats deprived of animal lipids. **British Journal Nutrition**, Cambridge,v.39, n.1, p.227-231,1978.
- FREEMAN,C.P., HOLME,D.W.,ANNISON, E.F. The determination of the true digestibilities of interesterified fats in young pigs. **British Journal Nutrition**, n.22, p.651-660, 1968.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**, 3 ed., Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Editora, 1966.
- HASSAM.A.G.;RIVERS,J.P.W.; CRAWFORD,M.A.The failure of the cat to desaturate linoleic acid; its nutritional implications. **Nutrition Metabolism**, v.21,p.321-328,1977.
- HORWITZ,W. **Official methods of analysis of Association of Analytical Chemists**. 17th ed. Maryland: AOAC, cap. 41, met. 996.06, p. 20 (MA-CQ.014), v.2, 2000.
- JONES,D.B., HANCOCK,J.D. et al. F. Effect exogenous emulsifiers and fat sources on nutrient digestibility, serum lipids and growth performance in weanling pigs. **Journal Animal Science**, v.70, n.10, p.3473-3482,1992.
- JORGENSEN,H.; FERNANDES,J.A. Chemical composition and energy values of different fat sources for growing pigs. **Acta Agriculturae Scandinavica** – section A – Animal Science, v. 50, n.3, p. 129-136, 2000.
- JUNQUEIRA,O.M.,ANDREOTTI,M.O.,ARAUJU,L.F. et al. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34,n.6,2005.
- KANE, E.; MORRIS, J.G.; ROGERS, Q.R. Acceptability and digestibility by adults cats of diets made with various sources and levels of fats. **Journal of Animal Science**, v. 53, n. 6; p. 1516-1523, 1981.
- KULLENBERG,F.W. Lecithin in animal health and nutrition. In: Szuhaj,B.F. **Lecithins: Sources, Manufactures & Uses**. Illinois: The American Oil Chemist's Society, 1989. cap.16, p.237-252.

- LEPINE,A.J.;GARLEB,K.A.;REINHARTG.A.,KRESTY,L.A. Dietary Nitrogen and lipid utilization by growing pigs fed structured triacylglycerides synthesized from medium chain triacylglycerides and menhaden oil. **Journal Animal science**, v.72, p.938-945, 1994.
- MACDONALD,M.L.; ROGERS,Q.R.;MORRIS,J.G. Effects of dietary arachidonate deficiency on the aggregation of cat platelets. **Comparative Biochemistry Physiology C**, v.78,n.1,p.123-126,1984.
- MAIA, E.L.; RODRIGUES-AMAYA,D. Avaliação de um método simples e econômico, para metilação de ácidos graxos com lipídeos de diversas espécies de peixes. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 53, n.1-2, 2735, 1993.
- MATTERSON,L.B.,POTTER,L.M.,STUTZ,M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report**, v.7,p.3-11,1965.
- MAWBY, D.I.; MATHEW, A.G.; MEARS, E.A.; MOYERS, T.D.; KRAHWINKEL, D.J. Complications of ileal cannulation in cats. **Laboratory Animal Science**, v.49, n.4, p. 406-410, 1999.
- MINHSIU,C.,SHUHSING,C. The metabolizable energy value of lecithin and factors affecting its efficacy in improving the digestibility of fat in broilers – fat source and age. **Journal of the Chinese Society of Animal Science**. V27,n.4,p.459-472,1998.(Abstr)
- MUHLUN,A.,JUNKER.,S.,MEYER,H. Precaecal and postileal digestibility of various fats. **Advances in Animal Physiology and Animal Nutrition**,v.19, p.24-30, 1989.
- MUIR, E., MURRAY,S.M. et al. Nutrient Digestion by ileal cannulated dogs affected by dietary fibers with various fermentation characteristics. **Journal Animal Science**, v.74, p. 1641-1648, 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL Nutrient Requirements Of Domestic Animals: **Nutrient Requirements of Cat** . Washington: The National Academic Press, 1986.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, **Nutrient Requirements of Dogs and Cats**, Washington, The National Academic Press, 2006.
- NISHIMUKAI,M.,HARA,H.,AOYAMA,Y. Enteral administration of soyabean lecithin enhanced lymphatic absorption of triacylglycerol in rats. **British Journal of Nutrition**, n.90, p.565-571, 2003.

- NUNES, J.I. **Nutrição Animal Básica**. 2 ed, Belo Horizonte: FEP-MVZ editora,1998.
- OKADA,M. Lecitinas, origem, produção e propriedades. In: **I reunião SANBRA sobre lecitinas e suas aplicações**, 1985. Campinas. Resumo de palestras. Dezembro de 1985
- OLIVEIRA, L. D. Nutrientes protéicos para gatos – dados não publicados.
- OVERLAND, M., SUNDSTOL, F. Effects of lecithin on fat utilization by weanling pigs. **Livestock Production Science**, v.41,n.3,p.217-224,1995.
- OVERLAND,M.,MROZ,Z.,SUNDSTOL,F. Effect of lecithin on the apparent ileal and overall digestibility crude fat and fatty acids in pigs. **Journal Animal Science**, v.72, n.8, p.2022-2028,1994.
- OVERLAND,M.,TOKASH,M.D.;CORNELIUS,S.G.,et al. Lecithin in swine diets: I weaning pigs. **Journal Animal Science**, v.71, p.1187-1193,1993.
- PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Challenges with fats and fatty acid methods. **Journal of Animal Science**, v. 81, p.3250-3254, 2003.
- PATIL,A.R., CUPP,C.,PÉREZ-CAMARGO,G. Incidence of impaired nutrient digestibility in aging cats. **Compendium on Continuing Education on Practicing Veterinarian**, v.26, n.2, p.72, 2004. Suppl.
- PAWLOSKEY,R.J.;BARNES,A.;SALEN Jr,N.Essential fatty acid metabolism in the feline: relationship between liver and brain production of long chain polyunsaturated fatty acids. **Journal of Lipid Research**, v.35, p.2032-2040,1994.
- PAWLOSKEY,R.J.;DENKINS,Y.;WARD,G.;SALEN Jr,N. Retinal and brain accretion of long-chain polyunsaturated fatty acids in developing felines: the effect of corn oil-based maternal diets. **American Journal Clinical Nutrition**, v.65, p.465-72,1997.
- PEACHEY, S.E.; DAWSON, J.M.; HARPER, E.J.Gastrointestinal transit time in young and old cats. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A**, v.126, p. 85-90, 2000.

- PEACHEY, S.E.; HARPER, E.J. Aging does not influence feeding behavior in cats. **Journal Nutrition**, v. 132, p. 1735S-1739S, 2002.
- PEACHEY, S.E.;DOWSON,J.M.;HARPER,E.J. The effect of aging on nutrient digestibility by cats fed beef tallow, sunflower oil or olive oil – enriched diets. **Growth, Development and Aging**, v.63,n.1-2,p.61-70,1999.
- PÉREZ-CAMARGO, G. Cat Nutrition: what's new in the old? **Compedium on Continuing Education on Practicing Veterinarian**, v.26, n.2, p.5-10, 2004. Suppl.
- RIVERS,J.P.W.;SINCLAIR,A.J.;CRAWFORD,M.A. Inability of the cat to desaturate essential fatty acids. **Nature**, v.258,n.13,p.171-173,1975.
- ROUVINEN,K., KIISKINEN,T.,Digestibility of different fats and fatty acids in the blue fox (*Alopex lagopus*). **Acta Agriculturae Scandinavica**, v.38, n. 4, p.405-412, 1988.
- ROUVINEN,K., Digestibility of different fats and fatty acids in the mink (*Mustela vison*). *Acta Agriculturae Scandinavica*, v.40, n. 1, p.93-99, 1990.
- SÁ FORTES, C.M.L **Valor nutricional de ingredientes energéticos e protéicos para cães**. 2005, 74 p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.
- SCHOENHERR, W.D.;JEWELL,D.E. Nutritional modification of inflammatory disease. **Seminars in Veterinary Medicine and Surgery (Small Animal)**, v.12, n.3, p.212-222, 1997.
- SINCLAIR,A.J.;McLEAN,J.G.; MONGER,E.A. Metabolism of linoleic acid in the cat. **Lipids**,v.14,n.11,p.932-936,1979.
- SINCLAIR,A.J.;SLATTRY,W.;McLEAN,J.G.;MONGER,E.A. Essential fatty acid deficiency and evidence for arachidonate synthesis in the cat. **British Journal Nutrition**, v.46, n.1, p.93-96,1981.
- SOUZA,T.R.,PEINIAU,J.,MOUNIER,A.,AUMAITRE,A. Effect of addition of tallow and lecithin in the diet of weaning piglets on the apparent total tract and ileal digestibility of fats and fatty acids, **Animal Feed Science and Technology**, n.52, p.77-91, 1995.
- TAYLOR, E.J. ADAMS,C., NEVILLE,R. Some nutritional aspects of aging in dogs and cats. **Proceedings of the Nutritional Society**, v.54, n.3, p. 645-656,1995.

- TESHIMA, E. **Influencia da idade na digestibilidade de nutrientes em felinos domésticos**. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrônômica e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.
- WANDRON,M.K.;SPENCER,A.L.BAUER,J.E. Role of long chain polyunsaturated n-3 fatty acids in the development of the nervous system of dogs and cats. **Journal American Veterinary Medical Association**, v.213, n.5, p.619-622, 1998.
- WIELAND,T.M.,LIN,X.,ODLE,J. Utilization of mediun-chain triglycerides by neonatal pigs: effects of emulsification and dose deliverand. **Journal Animal Science**. v. 71, n. p. 1863-1868, 1993.
- WISEMAN,J.,COLE.,D.J.A. The digestible and metabolizable energy of two fat blends for growing pigs as influenced by level of inclusion. **Animal production**, v.45, p.117-122, 1987.
- ZUO,Y., FEHEY Jr,G.C, MERCHEN,N.R.,BAJJALIEH,N.L. Digestion responses to low oligosaccharide soybean meal by illealy-cannulated dogs. **Journal Animal Science**, v.7,n.,p.2441-2449,1996.