

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

**LEVEDURAS DE CERVEJA E CANA-DE AÇÚCAR
(*Saccharomyces cerevisiae*), AUTOLISADA E ÍNTEGRA,
NA DIETA DE CÃES**

Mariana dos Santos Martins

Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2009

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

**LEVEDURAS DE CERVEJA E CANA-DE AÇÚCAR
(*Saccharomyces cerevisiae*), AUTOLISADA E ÍNTEGRA,
NA DIETA DE CÃES**

Mariana dos Santos Martins

**Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Nilva Kazue Sakomura
Co-Orientador: Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Dezembro de 2009

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

MARIANA DOS SANTOS MARTINS – filha de Américo Fernandes Martins e Nilva Pereira dos Santos, nasceu em 27 de julho de 1984, na cidade de São Paulo, SP. Em março de 2002 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, durante o qual foi bolsista de Iniciação Científica sob orientação do Professor Dr. Juarez Lopes Donzele. Permaneceu durante dois semestre no estado de Minnesota, E.U.A., no qual estudou na University of Minnesota, Crookston *Campus*. Graduiu-se em julho de 2007 e ingressou como aluna especial na Universidade Federal de Lavras, sob orientação da Professora Dr^a. Flávia M. Borges Saad e em março de 2008 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), *Campus* de Jaboticabal, sob orientação da Professora Dr^a. Nilva Kazue Sakomura e co-orientação do Professor Dr. Aulus Cavalieri Carciofi.

“Somos herdeiros dos nossos próprios atos.”

André Luiz

Aos meus pais pela compreensão da distância, amor incondicional, respeito,
orgulho, paciência, apoio e as palavras sensatas.

À minha irmã, pelo incentivo e carinho.

Ao meu namorado, Felipe, sempre presente e acolhendo-
me com paciência e amor.

E a Filó, que tanto amo, minha companheira felina de tantas
idas e vindas pelas cidades universitárias.

À Deus, por ter feito manhãs ensolaradas depois de
madrugadas escuras.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Às empresas Fri-ribe, Corn Products, SPF do Brasil, pela doação de parte dos ingredientes, assim como a empresa Panelis do Brasil pela realização dos testes de palatabilidade e a Ajinomoto Interamericana Ind. e Com. Ltda. pela análise do perfil aminoacídico dos ingredientes testes. Também, as Usinas Santo Antonio e Zilor. por terem contribuído com as leveduras avaliadas;

À Mogiana Alimentos S.A. (Guabi) pelo suporte ao Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos “Prof. Dr. Flávio Prada” no qual foi desenvolvida a presente pesquisa;

Ao CNPq pelo auxílio concedido através de bolsa de mestrado;

À orientação da Prof. Dr. Nilva Kazue Sakomura, que me propiciou momentos de profundo aprendizado.

À co-orientação do Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi, principalmente pelo apoio científico, profissional e a amizade; sem estes, todo o caminho percorrido teria sido mais difícil.

Aos funcionários da fábrica de ração Sandra, Oswaldo e Helinho que auxiliaram com muita dedicação;

À Ana Paula e Sr. Orlando, do LANA, pelas elucidações e sempre terem sido tão atenciosos e prestativos;

À Adriana, secretária da nutrição animal, pela atenção, carinho, amizade, enfim, por ter sido uma pessoa especial;

À Renata e Paulo, do laboratório do Prof Jurandir, pela compreensão e permissão de uso, e principalmente a Cláudia um agradecimento todo especial, pois sempre foi muito empenhada, disponível e atenciosa;

À Elaine, Jhones, Diego, funcionários do Laboratório de Nutrição de Cães e Gatos, pela ajuda no experimento e carinho com os animais;

Ao Ricardo pela inestimável ajuda, ensinamentos, esclarecimentos e amizade;

Aos Pós-graduandos Thaila, Marcia, Juliana, Fabiano, Márcio, Eliana, Sandra, Letícia, Leandro, Guilherme por me acolherem no grupo, pela amizade, ensinamentos, aprendizado e conversas;

Aos estagiários do laboratório de nutrição de cães e gatos Carol (Brilim), Fernando (Mulambento), Ana Paula, Chayanne, Natalie (Pitanga), Mayara, Bruna, Mariana (Uréia), Amanda (Xanti), Marina (Kentinha), e o bolsista do projeto Danilo (Sivirino) o meu muitíssimo obrigada pelo auxílio na condução do experimento e análises e, pela agradável convivência;

Aos Estagiários do aviário Rafael (Stink), Juliano (Kakareco), Gabi por terem me ajudado em momentos necessários;

Aos orientados da professora Nilva: Sandra, Jefferson, Melina, Anchieta, Edney e Rodrigo pelo suporte e, Íris por toda a ajuda e carinho;

Aos funcionários do setor de avicultura: Robson, Vicente, Izildo, Tripa e Max pela colaboração na produção das rações experimentais, por serem sempre prestativos e pela agradável convivência;

À Prof Márcia Mutton, por elucidar-me a respeito dos ingredientes avaliados;

Ao Prof Euclides Malheiros pela ajuda, direcionamento e explicações com relação às análises estatística;

Às Prof Jane e Maria Cristina, membros da banca de qualificação, pela contribuição para melhoria desta dissertação;

As eternas Paquitas: Carlinha, Gisele, Sandra, Carlota, Ludmila, Lidiane e a sempre agregada Ronilda, pela amizade, colos, abraços, risadas e por tantos momentos divertidos na casa amarela, tem manta tricotada para mais de metro!!!

Pessoal, a todos vocês, muito obrigada! Sem a colaboração de cada um, eu teria encontrado muito mais dificuldade para realizar esta dissertação.

“Quando o poder do amor superar o amor pelo poder, o mundo conhecerá a paz.” Jimi Hendrix

SUMÁRIO

Conteúdo	Página
RESUMO	xiii
SUMMARY	14
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1. Perfil de mercado da Cana-de-açúcar e Levedura.....	18
2.2. Processamento da Levedura de Cana-de-açúcar	20
2.3. Propriedades Celulares da Levedura de Cana-de-açúcar	22
2.4. Propriedades da Parede Celular da Levedura.....	23
2.5. Levedura como Ingrediente Protéico	26
2.6. Apetibilidade em Cães.....	28
2.7. Características de produção das leveduras de cana-de-açúcar, autolisada e íntegra ..	Erro!
Indicador não definido.	
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1. <i>Ensaio 1: Determinação da digestibilidade dos nutrientes e das energias digestível e metabolizável da levedura de cerveja e da levedura de cana-de-açúcar (Saccharomyces cerevisiae) autolisada e íntegra para cães, pelo método de substituição</i>	32
3.1.1. <i>Leveduras estudadas</i>	32
3.1.2. <i>Animais.....</i>	35
3.1.3. <i>Delineamento Experimental</i>	36
3.1.4. <i>Dietas Experimentais</i>	36
3.1.5. <i>Metodologia experimental.....</i>	39
3.1.6. <i>Análises Laboratoriais</i>	39
3.1.7. <i>Descrição dos cálculos.....</i>	40
3.1.8. <i>Análises Estatísticas</i>	41
3.2. <i>Ensaio 2: Avaliação de diferentes teores de inclusão de levedura de cana-de-açúcar (Saccharomyces cerevisiae) autolisada e íntegra em dietas para cães.....</i>	42
3.2.1. <i>Animais.....</i>	42
3.2.2. <i>Delineamento experimental.....</i>	42
3.2.4. <i>Metodologia experimental.....</i>	45
3.2.5. <i>Avaliação das fezes</i>	46
3.2.6. <i>Resposta de Uréia Sérica Pós-Prandial.....</i>	46
3.2.7. <i>Teste de Preferência do Alimento</i>	47
3.2.8. <i>Análises Laboratoriais</i>	48
3.2.9. <i>Cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente das dietas experimentais e do balanço de nitrogênio</i>	48
3.2.10. <i>Análises estatísticas.....</i>	49
4. RESULTADOS e DISCUSSÃO	50

4.1.	Determinação da digestibilidade dos nutrientes e das energias digestível e metabolizável da levedura de cerveja e das leveduras de cana-de-açúcar (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) autolisada e íntegra para cães, pelo método de substituição.....	50
4.2.	Avaliação da inclusão da levedura de cana-de-açúcar (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) autolisada e íntegra em dietas para cães	58
4.2.1.	<i>Ingestão de nutrientes, coeficientes de digestibilidade aparente, energia digestível e metabolizável das dietas</i>	58
4.2.2.	<i>Produção e características fecais e urinárias.....</i>	63
4.2.3.	<i>Balanço de Nitrogênio.....</i>	67
4.2.4.	<i>Uréia Sérica Pós-Prandial</i>	70
4.2.5.	<i>Teste de Preferência</i>	75
5.	CONCLUSÕES	79
6.	REFERÊNCIAS	80

LISTA DE ABREVIATURAS

AAC	Área abaixo da curva
AAFCO	Association of American Feed Control Official
AT	Amido total
Ca	Cálcio
CANAOESTE	Associação dos plantadores de cana do oeste do estado de são Paulo
CDA	Coeficiente de digestibilidade aparente
CMEB	Coeficiente de metabolização da energia bruta
CV	Coeficiente de variação
EB	Energia bruta
EE	Extrato etéreo
EEA	Extrato etéreo em hidrólise ácida
EM	Energia metabolizável
ENN	Extrativo não-nitrogenado
EPM	Erro padrão da média
FB	Fibra bruta
FDN	Fibra em detergente neutro
FCAV	Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias
Inc	Incremento
LANA	Laboratório de Nutrição Animal, Depto. de Zootecnia, UNESP- Campus de Jaboticabal
MM	Matéria mineral
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
NRC	National Research Council
OMC	Organização Mundial do Comércio
P	Fósforo
PB	Proteína bruta
PC	Parede celular
TGI	Trato gastrintestinal
UNESP	Universidade Estadual Paulista
VB	Valor biológico

LISTA DE TABELAS

Páginas

<i>Tabela 1. Composição química das leveduras de cerveja e cana-de-açúcar, autolisada e íntegra¹</i>	34
<i>Tabela 2. Fórmula e a composição da dieta referência (DR). Valores sobre a matéria natural.</i>	36
<i>Tabela 3. Composição bromatológica das dietas experimentais do ensaio de substituição</i>	38
<i>Tabela 4. Fórmulas das dietas experimentais (valores expressos na matéria natural)</i>	44
<i>Tabela 5. Composição química das dietas experimentais (valores expressos na matéria seca)</i>	45
<i>Tabela 6. Ingestão de nutrientes, coeficientes de digestibilidade aparente das dietas referência e testes (média $\pm$ erro padrão da média).</i>	52
<i>Tabela 7. Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes, nutrientes digestíveis, energia digestível e energia metabolizável (EM) das leveduras de cerveja e de cana-de-açúcar, autolisada e íntegra, para cães determinados pelo método de substituição (média $\pm$ erro padrão da média).</i>	54
<i>Tabela 8. Ingestão de nutrientes, coeficientes de digestibilidade aparente e, energia digestível e metabolizável das dietas experimentais com diferentes inclusões de levedura de cana-de-açúcar para cães.</i>	59
<i>Tabela 9. Produção e características fecais e urinárias de cães mediante consumo das dietas experimentais com diferentes inclusões de levedura de cana-de-açúcar.</i>	64
<i>Tabela 10. Regressões polinomial dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e da energia digestível das dietas experimentais e, produção e características fecais dos cães mediante níveis de inclusão das leveduras</i>	Erro! Indicador não definido.
<i>Tabela 11. Volume urinário e balanço de nitrogênio dos cães mediante consumo de níveis crescentes de inclusão das leveduras.</i>	69
<i>Tabela 12. Incremento de uréia sérica pós-prandial em cães alimentados com as dietas experimentais (mg/dL) (média $\pm$ erro padrão da média)</i>	72

LISTA DE FIGURAS

Páginas

Figura 1. Figura esquemática apresentando a composição e estrutura da parede celular da levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	23
Figura 2. Foto micrografia eletrônica da levedura de cana-de-açúcar (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) íntegra empregada no estudo. Aumento de 3.500 vezes. Nota-se que a parede celular encontra-se bem definida e intacta. Laboratório de Microscopia eletrônica, Unesp-Jaboticabal, 2008.. Erro! Indicador não definido.	
Figura 3. Foto micrografia eletrônica da levedura de cana-de-açúcar (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) autolisada empregada no estudo. Aumento de 3.500 vezes. Nota-se que a parede celular encontra-se desestruturada. Laboratório de Microscopia eletrônica, Unesp-Jaboticabal, 2008..... Erro! Indicador não definido.	
Figura 2. Foto micrografia eletrônica da levedura de cana-de-açúcar (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) íntegra empregada no estudo. Aumento de 3.500 vezes. Nota-se que a parede celular encontra-se bem definida e intacta. Laboratório de Microscopia eletrônica, Unesp-Jaboticabal, 2008.....	33
Figura 3. Foto micrografia eletrônica da levedura de cana-de-açúcar (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) autolisada empregada no estudo. Aumento de 3.500 vezes. Nota-se que a parede celular encontra-se desestruturada. Laboratório de Microscopia eletrônica, Unesp-Jaboticabal, 2008.....	33
Figura 4. Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das leveduras de cerveja e cana-de-açúcar (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) autolisada e íntegra para cães pelo método de substituição.	56
Figura 5. Coeficientes de digestibilidade das dietas experimentais com teores crescentes da levedura de cana-de-açúcar (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) autolisada e íntegra em alimentos extrusados para cães	65
Figura 6. Incrementos de uréia sérica pós-prandial dos cães, segundo os efeitos da inclusão de levedura de cana-de-açúcar	74
Figura 7. Comparações dos testes de primeira escolha de alimento basal e 7,5% de levedura de cana-de-açúcar, íntegra e autolisada	76
Figura 8. Comparações das taxas de consumo de alimento basal e 7,5% de levedura de cana-de-açúcar, íntegra e autolisada	76

AVALIAÇÃO DA LEVEDURA DE CANA-DE AÇÚCAR (*Saccharomyces cerevisiae*) AUTOLISADA E ÍNTEGRA NA DIETA DE CÃES

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi determinar por meio dos métodos de substituição, os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) das leveduras de cerveja e de cana-de-açúcar autolisada e íntegra, e de inclusão de teores crescentes das leveduras de cana-de-açúcar em dietas extrusadas para cães adultos. Dois ensaios foram conduzidos; no primeiro foi utilizado o método de substituição e 4 dietas experimentais, uma dieta referência isenta de levedura e outras três compostas pela substituição de 15% da dieta basal por leveduras de cerveja e de cana-de-açúcar autolisada e íntegra, respectivamente. Para o segundo ensaio foram utilizados 35 cães adultos distribuídos em 5 tratamentos e 7 repetições por dieta, estas sendo: 0 (basal), 7,5 e 15% de levedura de cana-de-açúcar autolisada e 7,5 e 15% de íntegra. No primeiro ensaio, os CDA da PB são 96,47, 62,98 e 74,70% e da EB 84,01, 68,43 e 75,95%, respectivos as leveduras; havendo diferença entre as leveduras avaliadas apenas para o CDA da PB ($p<0,05$). No segundo ensaio, os tratamentos não se mostraram diferentes quanto a digestibilidade para os nutrientes MS, MO, EEA, FDN e EB ($p>0,05$). As energias das dietas acima são respectivamente (Kcal/Kg MS): ED (4107,74; 3995,23, 3922,53; 4066,7; 3921,15) e EM (3714,96; 3749,46; 3667,53; 3876,23; 3673,16) e os CDA (%): MS (81,95; 82,13; 79,14; 80,79; 80,59), MO (86,56; 85,88; 83,68; 85,09; 85,07), PB (84,68; 85,20; 81,90; 83,31; 82,89), EEA (83,68; 83,58; 81,28; 83,82; 82,69), FB (44,99; 33,10; 30,14; 37,33; 22,37), FDN (47,40; 54,20; 45,36; 46,70, 50,99) e EB (86,03; 85,09; 82,54; 84,81; 84,13). A utilização da levedura de cana-de-açúcar não influenciou o CDA das dietas para MS, MO, PB, EEA, FDN, EB e EM das dietas ($p<0,05$), porém prejudicou linearmente, conforme aumento na inclusão das leveduras de cana-de-açúcar, o CDA da FB e ED ($p>0,05$). Conforme aumento na inclusão da levedura íntegra houve piora na qualidade fecal ($p<0,05$). Concluindo, a levedura de cerveja teve maior CDA do que as leveduras de cana-de-açúcar autolisada e íntegra, mas estas também demonstraram ser alternativas interessantes de fonte protéica para dietas de cães adultos.

PALAVRAS-CHAVE: animais de companhia, digestibilidade, balanço de nitrogênio, uréia sérica, palatabilidade, ingrediente

EVALUATION OF SUGAR CANE YEAST (*Saccharomyces cerevisiae*) AUTOLYZED AND INTEGRAL IN DOGS' DIET

SUMMARY

The present study aimed to determine, for dogs, the digestibility of the brewer's yeast and sugar cane yeast, autolyzed and integral, and the diets' nutrients that used the sugar cane yeast in increasing inclusions. Two metabolism assays were performed, the first one had used the substitution method to define the digestibility of the ingredients tests, being made one without yeast (control) and others 3 tests diets (15% brewer's yeast, sugar cane autolyzed and integral + 85% control diet). In the second assay, it was used 35 adult dogs distributed in 5 treatments with 7 replications for each diet. These were: 0 (control), 7,5 and 15% sugar cane yeast autolyzed and 7.5 and 15% of integral yeast. In the first assay, the coefficients of apparent digestibility (CAD) of the CP were 96.47, 62.98 and 74.70%, and CE 84.01, 68.43 and 75.95%, respectively from yeasts; just the CP was different between the yeast evaluated ($p < 0,05$). In the second assay, the treatments weren't difference for the dry matter (DM), organic matter (OM), acid ether extract (AEE), neutral detergent fiber (NDF) and crude energy (CE) between the ingredients. The energies from diets were respectively (Kcal/Kg CM): digestible energy (DE) (4,107.74; 3,995.23; 3,922.53; 4,066.7; 3,921.15) and metabolizable energy (ME) (3,714.96; 3,749.46; 3,667.53; 3,876.23; 3,673.16) and the CAD (%): DM (81.95; 82.13; 79.14; 80.79; 80.59), OM (86.56; 85.88; 83.68; 85.09; 85.07), CP (84.68; 85.20; 81.90; 83.31; 82.89), AEE (83.68; 83.58; 81.28; 83.82; 82.69), crude fiber (CF) (44.99; 33.10; 30.14; 37.33; 22.37), NDF (47.40; 54.20; 45.36; 46.70, 50.99) and CE (86.03; 85.09; 82.54; 84.81; 84.13). The sugar cane yeast did not affect the diets' CAD of DM, OM, AEE, NDF and ME of the diets ($p < 0.05$); but, the CDA had a linear reduction in CP, CF, CE and DE ($p > 0.05$) with the increasing inclusions. Therefore, the brewer's yeast presented better CDA than the sugar cane autolyzed and integral; but theses are interesting alternatives as protein sources in adults dogs' diets.

KEYWORDS: pet, digestibility, nitrogen balance, postprandial blood urea, palatability, ingredient

1. INTRODUÇÃO

Muita atenção vem despertando o mercado de *petfood*. A ANFAL-pet (2009), informou que o mercado *pet* mundial gerou 69 bilhões de dólares, tendo o Brasil uma fatia de 6% deste valor, a mesma quantia que a França; enquanto que os EUA, maior participante deste mercado, contribui com 36%. Estima-se que em 2009, o mercado *pet* brasileiro atingirá 9,1 bilhões de reais, sendo 64% deste valor correspondente a alimentos e outros 36% a equipamentos, serviços e medicamentos. No Brasil, desde 1994, o volume de alimento produzido vem aumentando anualmente, com exceção de 2008, devido a crise financeira do *subprime* iniciada em 2007 nos EUA. Neste mesmo ano foram produzidas 1795 mil toneladas de alimento *petfood*. O Brasil detém a 2º maior população de cães e gatos do mundo, com 32 milhões de cães e 16 milhões de gatos.

As populações canina e felina doméstica brasileira vem aumentando significativamente nos últimos anos, da mesma forma, o perfil de alimentação dos *pets* e o comportamento dos seus proprietários com relação a compra dos seus alimentos vêm mudando (GOMES, 2009). Em muitos casos, os cães e gatos são tidos como “membros da família”, um fenômeno mundial correlacionado ao perfil da sociedade moderna (RUSSO, 2005), com redução do número de filhos nas famílias, aumento da população idosa, falta de segurança, isolamento humano nos centros urbanos e, especialmente, carência afetiva. Em decorrência desses fatos, há maior conscientização da população com relação à importância da alimentação adequada dos animais de companhia. A alimentação industrializada para cães e gatos permite conciliar interessante custo/benefício, segurança alimentar e praticidade; com isso, a cada ano o uso deste tipo de alimento vem aumentando no Brasil.

Além da produção de alimentos para animais de estimação despontar-se como mercado promissor, ela vem ganhando importância por outros motivos, como o

aproveitamento de resíduos de abatedouros (farinha de carne e ossos, vísceras de frango e farinha de peixe). Dentro deste contexto, deve-se ressaltar o difícil descarte de resíduos agroindustriais, por serem ricos em matéria orgânica e nutrientes (MATOS, 2005) apresentam ao alto poder poluente, podendo acarretar grande impacto ambiental.

Para a correta utilização dos subprodutos provenientes dos resíduos agroindustriais na alimentação animal, no entanto, depende de que se verifique a adequação nutricional destes ingredientes em potencial. Isto é importante pois a correta formulação de dietas para animais de estimação vai além do atendimento das necessidades nutricionais dos animais, incluindo a qualidade do produto acabado e o atendo das expectativas dos consumidores (VASCONCELLOS & CARCIOFI, 2009). Apesar de existir grande potencial de desenvolvimento do mercado nacional de alimentos para estes animais, ainda há poucos trabalhos relacionados com a determinação da digestibilidade dos ingredientes, as necessidades nutricionais e o manejo alimentar de cães e gatos (CARCIOFI et al., 2006). Isso dificulta o desenvolvimento de dietas que atendam os principais objetivos de um alimento para animais de estimação, que são: resistência às doenças, longevidade e crescimento harmonioso (SÁ-FORTES et al. 2005 b, c), assim como apresentar *shelf-life* prolongado sem perda do valor nutricional e atender aos critérios de segurança alimentar e especificações de rótulo (VASCONCELLOS & CARCIOFI, 2009).

De modo geral, farinhas de origem animal, que são amplamente utilizadas como fonte protéica na alimentação de cães e gatos, apresentam grande variação em sua composição nutricional, devido a alterações na composição das matérias-primas e os efeitos do processamento (OLIVEIRA, 2009). Estes fatores, juntamente com a variação sazonal dos preços dos grãos de cereais e fontes protéicas vegetais, tornam as informações sobre biodisponibilidade de ingredientes alternativos um fator importante, permitindo seu adequado emprego e redução do custo da formulação (ALBINO & SILVA, 1996; BATH et al. 1999; DALE, 1999)

Dentre os alimentos não convencionais com uso potencial para dietas para cães incluem-se os produtos de origem microbiana, especificamente as leveduras, co-produtos da indústria canavieira (BUTOLO, 1991). As leveduras constituem-se, na

atualidade, um grupo de microrganismos com ampla utilização, sendo aplicadas em grande número de processos fermentativos (BOURGEOIS & LARPENT, 1995). A levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) vem sendo avaliada para emprego como fonte protéica na dieta de diferentes espécies animais, incluindo novilhos, peixes, suínos e frangos de corte (PEREIRA, 2001; MOREIRA et al. 2002; CASTILHO, 2004; PEZZATO, 2006). A indústria *petfood* já emprega a levedura *Saccharomyces cerevisiae* em dietas comerciais para cães, entretanto, esta entra como ingrediente funcional em pequena taxa de inclusão, não existindo, até o momento, estudos deste ingrediente como fonte de proteína e de energia, sendo desconhecida a biodisponibilidade de seus nutrientes.

A *Saccharomyces cerevisiae* é proveniente das usinas beneficiadoras de cana-de-açúcar que utilizam a cultura *in vivo*. Estes microrganismos têm alta velocidade de crescimento e, com isso, excesso de produção da cultura é gerado, tornando-se um resíduo agroindustrial (MOREIRA et al. 2002). As leveduras possuem vantagens em relação a outros microrganismos, principalmente em razão da sua capacidade de assimilar grande variedade de substratos, sua alta velocidade de crescimento e facilidade de separação de sua biomassa (ICIDCA, 1999).

Considerando a ausência de informações de caráter científico acerca do emprego de leveduras em dietas para cães, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o valor nutricional da levedura de cerveja e das leveduras de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) nas formas autolisada e íntegra e, das dietas que utilizaram estas últimas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Perfil de mercado da Cana-de-açúcar e Levedura

A exportação de etanol em 2003 foi de 0,762 bilhões e em 2007 atingiu 3,5 bilhões de litros (DATAGRO, 2008). A safra de 2009 pode chegar a 21 bilhões de litros e estima-se que até 2020/21 chegará a 49,6 bilhões de litros. A previsão de produção de cana-de-açúcar em 2010/11 será de 601 milhões de toneladas, com aumentos progressivos, de modo que em 2020/21 estima-se produção de 1.038 milhões de toneladas (ÚNICA, 2007).

Segundo a Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), a demanda por carros movidos a álcool vem crescendo desde o lançamento, em 2002, dos veículos bicomcombustíveis. Em 1999, a venda de carros movidos, até então, somente a álcool foi de 10.942 unidades. Em 2004, os carros bicomcombustível tiveram vendas de 379.328.

A demanda externa desse produto cresce a cada ano em virtude da necessidade de reduzir a emissão de poluentes na atmosfera, de tal forma que o Brasil exportou 2,4 bilhões de litros de álcool em 2004, com crescimento superior a 200%. O mercado interno consumiu 16,7 bilhões de litros de álcool combustível em 2007, crescendo perto de 28% em relação aos 13 bilhões registrados em 2006. A expectativa é que em 2015 o mercado doméstico responda pelo uso de 32 bilhões de litros de etanol, segundo a RC Consultores. Esse consumo seria resultado do crescimento da frota de veículos flexíveis quanto ao combustível.

Com esse aumento na produção de álcool, conseqüentemente aumentará a produção de levedura de cana-de-açúcar, que é um co-produto da fermentação do caldo de cana durante a produção de etanol. Segundo VALETE (2001), a levedura pode

ter tanto valor comercial em uma usina como o açúcar. O que auxiliou a agregar valor a este produto foi o processo de secagem, que permitiu manter o valor nutritivo e abastecer tanto o mercado interno como externo. As usinas secaram perto de 50 mil toneladas em 2000 movimentando um mercado de R\$ 350 milhões. Do montante produzido, apenas 5 mil toneladas foram consumidas no mercado interno.

A produção mundial de leveduras de cerveja é de aproximadamente de 80.000tons/ano, sendo que o crescimento de produção tem sido lento, menor que 2% ao ano, em relação ao crescimento da produção de leveduras inativas secas de cana-de-açúcar no Brasil que é de 4% ao ano. A produção de leveduras inativas secas de cana é de aproximadamente 75.000tons/ano, porém aproveita-se apenas 15% das leveduras disponíveis para processamento. A produção de leveduras inativas secas de cana tem potencial de produção, considerando a tecnologia de produção atual, cerca de 500.000tons/ano (SANTOS, 2009).

De início a levedura, quando surgiu como produto do setor sucroalcooleiro, era seca por prensagem em rolos e seus valores comercial e nutritivo eram baixos. Atualmente, a levedura é seca pelo método de *spray-dries*, apresentando-se como ingrediente de melhor valor nutricional. O interesse do uso da levedura na alimentação animal tomou volume quando o mal da vaca louca (Encefalopatia Espongiforme Transmissível) reapareceu em 1995. Neste período, seu valor comercial e mesmo de outras proteínas, como as de origem vegetal, subiram de forma extraordinária, conseguindo espaço para se firmar no mercado. Pode-se dizer que a levedura está valorizada na alimentação animal devido a uma lei européia que proíbe o uso da proteína de origem animal na alimentação de animais ruminantes.

Existe uma demanda expressiva e crescente para a comercialização da levedura seca, por ser considerada de bom valor nutricional. Além disso, a levedura é uma das fontes mais seguras de proteína nas rações para animais (ICON TECH, 2009).

2.2. Processamento da Levedura de Cana-de-açúcar

Como descrito por NOVAES (1980), para o início do processo de fermentação, o mosto, um líquido açucarado susceptível de fermentação obtido a partir da cana-de-açúcar, é encaminhado para caleagem, ou adição de leite de cal, destinada a sua purificação parcial, quando ocorre a coagulação de algumas impurezas coloidais. Nessa operação, seu pH original, de 5,0 a 5,5, é elevado até 5,8 a 6,2. A seguir, o caldo é submetido a um aquecimento da ordem de 100°C, ocorrendo à coagulação de outras impurezas, sendo então encaminhado a uma decantação contínua e purificação. Do processo resulta o caldo claro decantado e o lodo ou borra. O caldo claro é encaminhado a evaporadores destinados a aumentar sua concentração, e/ou resfriadores de placas, enquanto o lodo é misturado com bagacinho, sofre filtragem a vácuo; resultam o caldo filtrado, que retorna a calagem, e a torta formada será destinada a lavoura. As mesmas correções feitas para o mosto de melaço são realizadas no caldo, a fim de convertê-lo em mosto apto a fermentar. Após a fermentação, o produto alcoólico será separado da levedura.

De acordo com MOREIRA et al. (2002) existem várias formas de obtenção da levedura seca, destacando-se a sangria do leite de levedura, do fundo de dorna e da vinhaça. ICON TECH (2009) destacou que a sangria trás benefícios, pois ajuda a manter a concentração de células em processo estável no valor desejado e permite o controle sobre a idade média das células de levedura em processo, mantendo a população jovem. Algumas etapas adicionais são necessárias antes da secagem. Primeiramente, a levedura ainda em creme é submetida a um processo chamado de fermentação endógena. Neste processo a levedura é colocada em situação de estresse, o que faz com que ela consuma as próprias reservas de carboidratos, até a exaustão de todos esses açúcares. Como consequência desse fenômeno ocorre aumento da quantidade de proteína celular.

Um último procedimento ainda é necessário antes da secagem: a retirada do álcool ainda presente nas leveduras (desalcoholização). A desalcoholização do creme

pode ser realizada de duas maneiras, por destilação ou por lavagem (ICON TECH, 2009). O creme destinado à obtenção da levedura íntegra é centrifugado e seco. Para se produzir levedura autolisada, após a lavagem, esta é submetida a um processamento de estresse, permanecendo durante aproximadamente seis horas em uma salmoura e, em seguida, adiciona-se enzima para hidrólise enzimática da parede celular. A levedura autolisada é então, encaminhada para centrifugação e secagem.

Após a obtenção do produto úmido, existem ainda duas técnicas de secagem: por rolos rotativos e, mais recentemente, pela tecnologia *spray-dry*. O primeiro método consiste na secagem do leite de levedura por meio do contato direto com a superfície aquecida do rolo rotativo, atingindo temperaturas de até 200°C (LANDELL FILHO et al. 1994). Já o segundo processo, citado pelos mesmos autores, é constituído pelo bombeamento do leite de levedura em uma câmara de secagem, passando por um cabeçote atomizador que, girando a altíssima rotação, atomiza o leite em pequenas gotículas que, combinado com o fluxo de ar quente, é seco instantaneamente.

A levedura desidratada é recolhida no fundo da câmara, em forma de cone. O produto é descarregado por uma válvula rotativa, quando está pronto para ser ensacado na forma de pó fino. O processo de secagem *spray-dry* possibilita a obtenção de produto de melhor qualidade nutricional, pois a temperatura máxima no processo de secagem e o tempo de contato neste sistema são menores, em comparação ao rolo rotativo, proporcionando melhor uniformidade de granulometria, cor e, principalmente, preservação de aminoácidos e redução dos custos de produção (FURCO, 1996; GHIRALDINI & ROSELI, 1997).

As principais diferenças entre as leveduras de cana-de-açúcar nas formas autolisada e íntegra foram salientadas por AMORIM e LOPES (2009). A levedura autolisada pode ser obtida através da autodigestão enzimática das proteínas e de outros componentes celulares. Para isto, pode utilizar ácidos ou enzimas para hidrolisar a célula (hidrolisados), ou por ruptura usando pressão osmótica expondo as leveduras a uma solução com elevada concentração de sais (plasmolisados). Deve-se atentar ao fato de que as paredes não são removidas, resultando em um produto

apenas parcialmente solúvel em água. Logo, a levedura autolisada continua contendo ambos os componentes solúveis e insolúveis da célula.

2.3. Propriedades Celulares da Levedura de Cana-de-açúcar

A morfologia das leveduras descrita por HORII (1980) demonstra que freqüentemente células-filhas podem não se desprender das células-mães, surgindo então pares, cadeias ou pseudomicélio. As formas predominantes são ovais ou elípticas, com dimensões variáveis, apresentando cerca de 4 a 8 μ no menor diâmetro por 5 a 16 μ no maior diâmetro. As formas apresentadas por uma dada espécie variam grandemente em função da composição do meio de cultivo.

Em relação à sua composição, segundo CAMPOS NETO (1987), a porcentagem de extrato etéreo na levedura, encontrada na literatura, é baixa, varia com o substrato utilizado e pode representar de 0,9 a 1,6%, compreendendo aproximadamente proporções iguais de triglicerídeos e fosfolipídeos. Quanto aos minerais, a levedura apresenta teor relativamente elevado, com variação entre 9,8 e 14,4%, sendo o fósforo e o potássio os principais componentes desta fração.

Os carboidratos representam de 45 a 55% da composição da levedura, sendo representados, em média, por 33% de trealose, 27% de glucanos, 21% de mananoligossacarídeos e 12% de glicogênio (BATTISTI et al. 1985). Glucanos e mananoligossacarídeos podem ter efeito positivo no sistema imunológico, aumentando a capacidade de prevenir a colonização de bactérias patogênicas no trato gastrointestinal. Por sua vez, os teores de fibra bruta são normalmente inferiores a 1% (CAMPOS NETO, 1987).

Conforme este mesmo autor, a levedura apresenta elevadas concentrações de vitaminas do complexo B, principalmente tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantotênico e inositol. Outro componente importante da levedura são os nucleotídeos, representados pelos ácidos nucleicos. Os nucleotídeos podem ter efeito sobre o trato

gastrintestinal, melhorando suas vilosidades e influenciando positivamente a microbiota intestinal.

2.4. Propriedades da Parede Celular da Levedura

O interesse na parede celular de levedura (PCL) foi estimulado pela enorme gama fenômenos relacionados a ela com possível efeito sobre a saúde (FLEET, 1991). A PCL pode representar até 30% do peso seco da célula. Cerca de aproximadamente 75% do peso seco da PCL é representado por polissacarídeos, integrados por um complexo de s(1,3)- e s(1,6)-D-glucano e quitina mais componentes amorfos denominados mananoproteínas (HORII, 1980), como ilustrado na Figura 1. Os s-D-glucanos e a quitina são um dos responsáveis pela rigidez da parede celular e definem sua forma (GOMES, 2009).

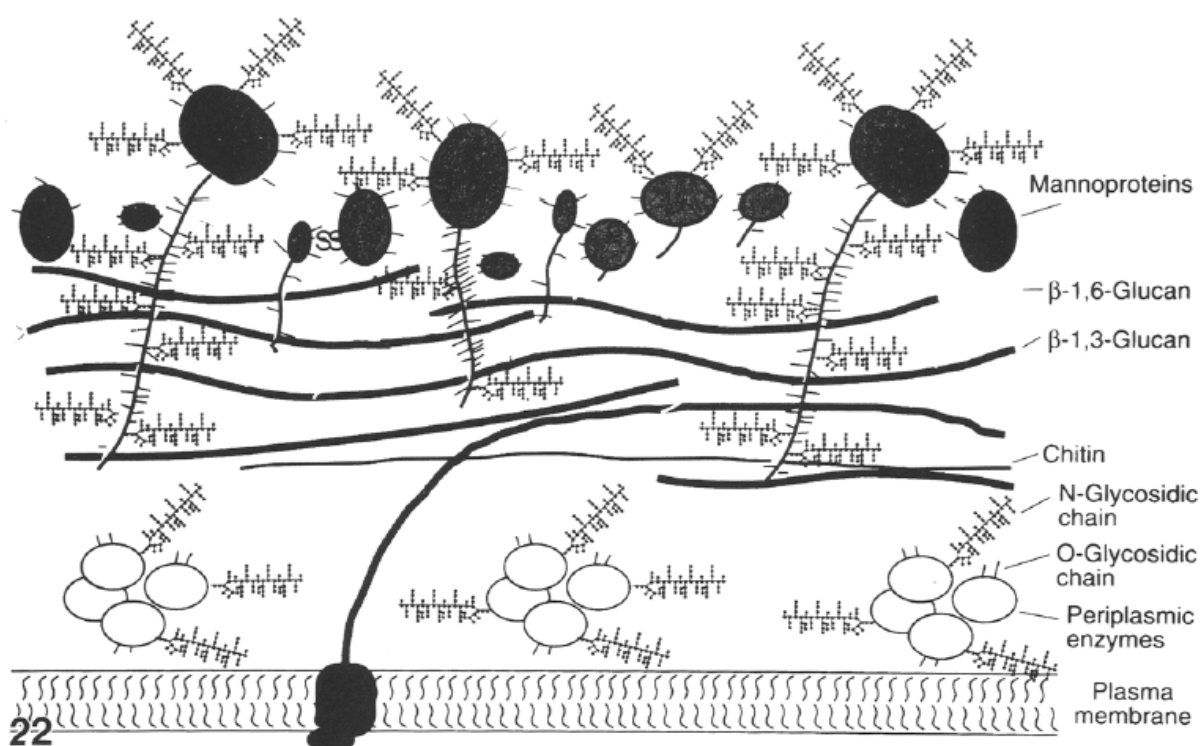


Figura 1. Figura esquemática apresentando a composição e estrutura da parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

Fonte: OSUMI (1998).

A PCL é fisicamente resistente, a camada externa cuja função primária é a proteção do protoplasma, confere formato a célula. (HORII, 1980 e ARNOLD, 1981). A estabilidade é proveniente da existência de grande número de ligações, a partir das quais seus componentes formam o heterogêneo polímero de carboidratos e proteínas. Outra característica é sua elasticidade, devido a presença de substâncias osmoticamente ativas e em elevadas concentrações quando a PCL se contrai (HORII, 1980).

A PCL é porosa, com inúmeros poros distribuídos ao acaso. Estes apresentam pequena dimensão, funcionam como um filtro por onde passam apenas substâncias de peso molecular inferior a 4.500 daltons. Por isso, moléculas de alto peso molecular, como proteínas, dextrana e outros polissacarídeos, entre outros nutrientes, não são absorvidos pelas leveduras (HORII, 1980). Tanto a porosidade como a carga elétrica da parede podem regular o acesso de moléculas para o protoplasma (FLEET, 1991).

Sua atividade enzimática está associada com a parede e com o espaço periplasmático (ARNOLD, 1981). Enzimas extracelulares contidas na PCL, como invertase, melibiase, glucoamilase e outras, funcionam na translocação e desdobramento de moléculas para utilização pelo citoplasma (HORII, 1980). Algumas enzimas atuam na hidrólise de nutrientes extracelulares enquanto outras na agregação das células, receptores de sítios moleculares específicos, hormônios ou para anular toxinas. Já no periplasma encontram-se outras enzimas, como invertase (β -frutofuranosidase) e fosfatase, além de outras que permitem a degradação da própria parede celular, como as glucanases, mananases, proteases e quitinases. Assim, a PCL pode ser considerada como uma organela multifuncional de proteção, forma, interação celular, recepção, adesão e atividade de enzimas específicas (FLEET, 1991).

Quanto à composição, a PCL contribui com 15-30% do peso seco da célula, sendo 80-90% da parede constituída de polissacarídeos (glucana, manana e quitina), e uma pequena quantidade de lipídios e proteínas. Geralmente glucanas e mananas perfazem de 25 a 50% dos polissacarídeos da PCL e a quitina está presente em menor quantidade. Este último é composto por um polissacarídeo linear de β -(1 $\rightarrow$ 4) N-

acetilglucosamina, estando presente nas cicatrizes da divisão celular (FLEET, 1991 e WALKER, 1998).

O conteúdo de lipídio de *Saccharomyces cerevisiae* representa de 2-14% da PCL, os fosfolipídios e esteróis são ausentes e os gliceróis estão presentes com predominância dos insaturados, como palmítico e oléico (FLEET, 1991).

Proteínas representam aproximadamente 13% da PCL e representam um complexo de moléculas, podendo estar ligadas covalentemente a manana ou polímeros da parede. Mediante a digestão pelas proteases que liberam manana da parede, alguma proteína pode servir de função estrutural como ancoramento de polissacarídeos. Outras funções das proteínas incluem *turnover* de polímeros da parede, interações de adesão, receptor de moléculas ou fator aglutinante (FLEET, 1991). Na composição de aminoácidos da parede há predominância de ácido glutâmico e aspártico, serina, treonina, glicina, alanina, valina e prolina, com notável deficiência de aminoácidos sulfurosos. (FLEET, 1991).

As mananoproteínas e sua porção de carboidrato α -D-manano são responsáveis pelo reconhecimento e interações célula-célula, interações com o meio-ambiente e determinam a especificidade imunológica de leveduras. De forma interessante, os dois principais polissacarídeos constituintes da parede celular das leveduras - s-D-glucanos e α -D-manano, têm sido recentemente reconhecidos como capazes de promover modulação do sistema imune de diversos organismos vivos, desde insetos a humanos, mediante interações específicas com diferentes células imunocompetentes (GARCIA, 2008).

O sistema imunológico compreende os componentes celular e humoral da resposta imune. É importante que os dois componentes funcionem de forma apropriada para proteger o organismo contra ação de agentes patogênicos (TIZARD, 2002). Como descrito por GOMES (2009) as superfícies mucosas também desenvolvem mecanismos ativos de defesa, mediados por células e por fatores químicos, tanto relacionados à imunidade inata como a adquirida. O trato gastrointestinal possui quatro mecanismos de defesa principais: barreira física, digestiva, tecido linfóide associado ao intestino e a eubiota. A digestão pode auxiliar na eliminação de patógenos em potencial devido a

acidez do estômago, que destrói muitos organismos, e a eliminação de microrganismos pelas enzimas digestivas do estômago e intestinos.

Muitos componentes dos alimentos, especialmente oligossacarídeos são considerados como tendo atividade prebiótica. A principal forma de ação dos prebióticos é sobre a modulação benéfica da microbiota nativa presente no hospedeiro (MACARI & MAIORKA, 2000), estimulando o crescimento e/ou ativando o metabolismo de algum grupo de bactérias do trato intestinal.

A alteração da microbiota intestinal consequente ao uso de prebióticos pode ocorrer, basicamente, de duas maneiras: pelo fornecimento de nutrientes para as bactérias desejáveis e por exclusão competitiva. Assim, por estes dois mecanismos a colonização intestinal indesejável é reduzida resultando em menor incidência de infecções e melhor integridade da mucosa intestinal (SILVA, 2006). Para que as bactérias indesejáveis consigam colonizar o trato intestinal e criar uma condição de doença precisam inicialmente aderir-se a superfície epitelial dos enterócitos. Esta adesão ocorre através das fimbrias bacterianas, que reconhecem determinados açúcares da superfície do epitélio intestinal. Portanto, se as bactérias se ligarem a um açúcar ou oligossacarídeo dietético, e não à mucosa intestinal, irão passar com a digesta sem causar transtornos para os animais (SILVA, 2006). A PCL é fonte natural destes oligossacarídeos não digestíveis (SILVA, 2006).

Ao estimularem o crescimento das bactérias produtoras de ácido láctico, os prebióticos estão atuando indiretamente de forma benéfica sobre o sistema imune do hospedeiro. Estas populações bacterianas produzem substâncias com propriedades imunoestimulatórias. Tais substâncias interagem com o sistema imune, promovendo a produção de citocinas, proliferação de células mononucleares, fagocitose macrofágica e indução de síntese de maiores quantidades de imunoglobulinas (MACFARLANE & CUMMINGS, 1999).

2.5. Levedura como Ingrediente Protéico

A indústria *pet* está crescendo rapidamente, com isso está gerando uma demanda por pesquisa de fontes de proteínas alternativas nas dietas, que preencham o requerimento de aminoácidos pelo animal, que sejam palatáveis e/ou aumentem o *status* imunológico do animal (DUST et al. 2005). Esta demanda se deve também a outros fatores, como as variações da composição química das fontes de proteína vegetal e das fontes de origem animal (SEIXAS et al. 2003) e por alguns ingredientes protéicos de origem animal possuírem excesso de matéria mineral (COWELL et al. 2000).

Em 1841 foi reportado (citado por NRC, 2006) que cães não poderiam ser mantidos com alimentação exclusiva de gelatina. KAUFFMANN (1905) citado pelo NRC (2006) informou que cães mantiveram o equilíbrio de nitrogênio quando foram alimentados com dieta baseada em gelatina suplementada com os aminoácidos: tirosina, cistina e triptofano. Testes de proteína purificada foram realizados e os resultados indicaram que proteínas não purificadas, quando fornecidas sem outros ingredientes alimentares, puderam manter os cães em boa saúde. Assim, foi estabelecido o conhecimento da essencialidade de aminoácidos e da qualidade da proteína em dietas para cães (CHITTENDEN, 1904, citado pelo NRC, 2006). Segundo estes autores, os principais pontos na avaliação qualitativa de um ingrediente protéico incluem sua digestibilidade e perfil de aminoácidos, que indicam o seu valor biológico (POND et al. 1995).

Aminoácidos são importantes em prover estrutura para muitas atividades biológicas e incontáveis peptídeos e proteínas. Se a dieta tem quantidade insuficiente de proteínas, os animais adultos experimentam balanço negativo de nitrogênio e perda de tecido corporal magro e os animais imaturos crescem menos ou mesmo perdem peso (CASE et al. 1998). O nitrogênio fecal provem das proteínas dietéticas não absorvidas e do nitrogênio de fontes endógenas. O nitrogênio urinário origina-se, principalmente, da uréia, que é o produto final do catabolismo das proteínas. Os fatores dietéticos que afetam o balanço de nitrogênio incluem a qualidade da proteína e sua composição em aminoácidos, a digestibilidade da proteína e a densidade energética da

dieta. Além disso, o grau de atividade, o estado fisiológico e o estado nutricional prévio do animal podem influir em sua necessidade de proteínas (CASE et al. 1998).

A levedura de cana-de-açúcar vem sendo recentemente estudada como alternativa protéica. Seu teor de proteínas pode superar 45% e sua concentração de aminoácidos essenciais, como lisina, triptofano e treonina é satisfatória. Porém, possuem menor quantidade de aminoácidos sulfurados, como a metionina e a cisteína (ROEPCKE, 2007).

PADUA (1997) obteve a seguinte composição aminoacídica da proteína de levedura de cana-de-açúcar, expressa em %: triptofano 1,40; arginina 4,97; isoleucina 5,08; leucina 7,83; lisina 8,29; metionina 2,52; cistina 0,85; fenilalanina 4,81; treonina 5,75; valina 5,36; histidina 2,47; alanina 5,97; ácido aspártico 9,18; ácido glutâmico 10,37; glicina 4,34; prolina 3,57; serina 2,55 e tirosina 3,56. Porém, PEPPLER (1970) encontrou valores de alguns aminoácidos diferentes em g/16g N, como: metionina 1,63; cistina 1,60; valina 6,67; tirosina 4,87 e treonina 5,20. PEPPLER (1970) analisou, ainda, a composição de nitrogênio da proteína de levedura, verificando nesta 80% do nitrogênio como aminoácidos, 12% como ácidos nucleicos e 8% como amônia, vitaminas e enzimas.

2.6. Apetibilidade em Cães

Segundo BRADSHAW (1991), os cães domésticos atuais possuem extraordinária diversidade de biotipos, tamanhos e conformação que excede aquelas da espécie *Canidae*. Algumas raças e tipos de cães diferem de outros no seu comportamento alimentar. Uma série de raças são conhecidas por consumirem grande quantidade de alimento rapidamente, possivelmente isto é o legado da competitividade do lobo. Esses cães que mantiveram essa tendência podem rapidamente tornar-se obesos alimentados *ad libitum*. Pouco se sabe como os lobos usam seu senso para escolher entre potenciais alimentos; é difícil definir se este comportamento nos cães foi modificado

pela domesticação. Este mesmo autor elucidou que para muitos cães, a seleção do alimento fornecida pelos humanos é realizada pela aparência, odor, sabor e textura.

A percepção de sabor em cães é baseada na premissa destes serem provenientes de animais carnívoros, sendo uma distinção a grande sensibilidade ao cloreto de sódio, freqüentemente um fator limitante em dietas de herbívoros porém menos crítico para carnívoros (BRADSHAW, 1991). Beagles aparentemente possuem apetite pelo sódio ou preferência por sal e cátions monovalentes (FREDLY, 1980). O sódio parece ser um potencializador de sabor para açúcares em cães.

BOUDREAU et al. (1985) descreve que os cães respondem primariamente para aminoácidos descritos como de sabor adocicado pelo homem, como L-prolina e L-cistina; e também respondem para mono e dissacarídeos. Logicamente, a palatabilidade influencia a escolha do alimento; por exemplo, cães escolhem sabores adocicados a outros agradáveis sabores (HOUPPT et al. 1979 e FERRELL, 1984), similarmente aos humanos e ratos (YEOMANS et al. 2001 e LEVIN & DUNN-MEYNELL, 2002).

Segundo YAMAGUCHI & NINOMIYA (2000), a palatabilidade promove a seleção e o consumo. Todos os cinco sentidos estão envolvidos na apetibilidade de um alimento: gosto, análise olfatória (aroma), estímulo tátil (textura, tamanho da partícula), conteúdo de umidade do alimento, comportamento alimentar, grau de fome e estresse do animal e efeito de experiência alimentar prévia, entre outros (KVAMME, 2003; BENNET, 2004; CARCIOFI et al. 2006; NRC 2006).

Como relatado por LIMA (2008), um dos fatores preponderantes na indústria de *pet food* é a apetibilidade dos produtos. Ela se apresenta como ponto chave pelo poder de ampliar o laço afetivo entre o proprietário e o animal de estimação. Dessa forma, a satisfação de apetibilidade se estende do animal ao seu proprietário, o qual detém o poder de decisão da compra num amplo leque de produtos existente atualmente no mercado (CARVALHO, 2006).

O odor tem grande papel na seleção do alimento, porque cães sem olfato apresentam reduzida distinção entre tipos de carnes (HOUPPT et al. 1978). Além disso, o aprendizado sensorial pode predispor a preferência de cães por alguns alimentos em

relação a outros, esta preferência modifica-se pela experiência do animal. Cães alimentados com o mesmo alimento por longo período, freqüentemente, aumentam a preferência por outra dieta (FERREL, 1984 e GRIFFIN, et al. 1984), chamado “efeito novidade”. Neofobia, rejeição inicial para alimentos aparentemente palatáveis que nunca foram experimentados antes, ou a neofilia ocorre em algumas raças, mas não todas (BRADSHAW, 1991)

Há muitos anos, durante um estudo de ribonucleotídeos produzidos pela degradação bioquímica do RNA da levedura, KUNINAKA identificou o guanilato como importante substância *umami* (KUNINAKA, 1960 e 1964, SAKAGUCHI et al. 1958). YAMAGUCHI & NINOMIYA (2000) descreveram que a sensação *umami* difere dos demais sabores clássicos: doce, azedo (ácido), salgado e amargo. Entretanto, o conceito de sabor *umami* é ainda controverso (HENDRIKS, 2002; KVAMME, 2003). A seu favor registra-se: o sabor *umami* difere claramente de outros sabores básicos; não é reproduzido por nenhuma associação de estímulos básicos; é um gosto universal induzido por componentes de vários alimentos e estudos indicam que ele promove, em humanos e cães, estímulos eletrofisiológicos independentes dos outros sabores (KURIHARA & KASHIWAYANAGI, 2000).

Este sabor é promovido pelo glutamato e 5'-ribonucleotídeos, como inosinato e guanilato. Glutamato e nucleotídeos estão presentes em alguns alimentos e possuem importante função na apetibilidade, sabor e aceitabilidade do alimento. Quando o glutamato e 5'-ribonucleotídeos são misturados juntos, a sensação *umami* é intensificada. Três substâncias *umami* foram identificadas, que são o glutamato monossódico (MSG), o guanilato dissódico (GMP) e o inosinato dissódico (IMP) (NINOMIYA, 1998; KUMAZAWA & KURIHARA, 1990; KURIHARA e KASHIWAYANAGI, 2000). Entretanto, deve-se notar que a adição em excesso de glutamato monossódico é limitante de consumo por si só (YAMAGUCHI & TAKAHASHI, 1984b e YAMAGUCHI & NINOMIYA, 2000).

As substâncias *umami* contêm o íon sódio, além de conter outros químicos que estimulam este sabor. Normalmente alimentos contêm várias substâncias químicas, mas somente um limitado número de componentes contribuem para caracterizar seu

sabor. (KURIHARA e KASHIWAYANAGI, 2000). KONOSU et al. (1987) mostraram que a característica sabor de muitos alimentos é reproduzido por uma mistura de aminoácidos, substancias *umami* e sais em proporção apropriada. Sais também são essenciais para a produção de característica sabor de muitos alimentos. A mistura de aminoácidos e substancias *umami* na ausência de sais pode ter sabor fraco ou diferente.

O sabor adocicado dos aminoácidos é aumentado quando se adiciona cloreto de sódio, este efeito sensorial do sal nos aminoácidos também é verificado nos animais (UGAWA & KURIHARA 1993). Esta resposta para aminoácidos é melhorada pelos sais de sódio, potássio e cálcio, mas não pelo de magnésio. O cloreto de sódio, por sua vez, é muito mais eficiente que o fosfato de sódio (KURIHARA e KASHIWAYANAGI, 2000; UGAWA e KURIHARA, 1994). Os sais não penetram na membrana das células gustativas, com isso são necessários carreadores, sendo estes cátions orgânicos como colina e N-metil-D-glicosamina. Estes transportadores aumentam a resposta por meio de estímulos químicos (KURIHARA e KASHIWAYANAGI, 2000).

No animal há diversos fatores que podem influenciar a escolha da dieta, como necessidade de consumo energético, necessidade por determinado nutriente (GEISSLER et al. 1998), palatabilidade do alimento, neste inclui-se preferência por específico atributo sensorial, e aprendizado a aversão ao sabor (VAVILOVA & KASSIL, 1984). Estudo realizado por TÔRRES et al (2003) verificou que cães controlam o consumo de alimentos conforme a necessidade energética. Também foi verificado que esta espécie mantêm a relação de consumo entre proteína e energia, selecionando porções apropriadas de cada alimento fornecido. Aparentemente, os Beagles alteram seu perfil de escolha de alimento para manter a homeostase aminoacídica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo 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 da UNESP, campus de Jaboticabal. Foi realizado um ensaio de metabolismo para determinar a digestibilidade das leveduras de cerveja e de cana-de-açúcar nas formas autolisada e íntegra. Um segundo ensaio foi conduzido para avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de levedura de cana-de-açúcar em dietas extrusadas para cães. Os experimentos foram realizados entre janeiro a março de 2009.

Os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética e Bem-estar Animal (CEBEA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, no dia 16 de dezembro de 2008, sob o protocolo de número 024116-08 comprovando estar de acordo com os princípios éticos na experimentação animal adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA).

3.1. *Ensaio 1: Determinação da digestibilidade dos nutrientes e das energias digestível e metabolizável da levedura de cerveja e da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) autolisada e íntegra para cães, pelo método de substituição*

3.1.1. Leveduras estudadas

As leveduras de cerveja e de cana-de-açúcar, autolisada e íntegra, avaliadas foram obtidas de estabelecimento comercial. Verificou-se por meio de fotografias por micrografia eletrônica que a levedura de cana-de-açúcar íntegra (Figura 2) manteve a

integridade da parede celular e a levedura de cana-de-açúcar autolisada (Figura 3) apresentava porosidade na parede celular, como era esperado.

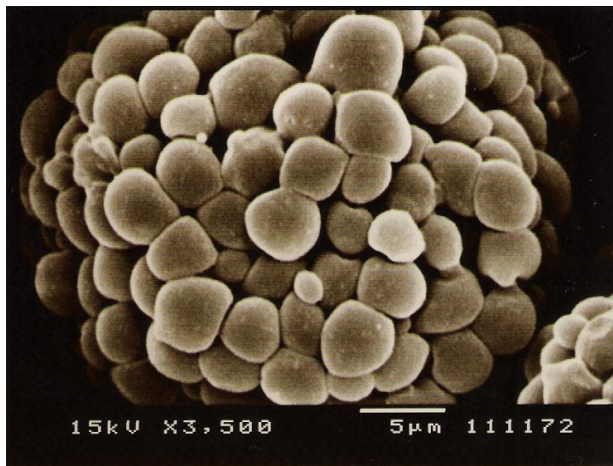


Figura 2. Foto micrografia eletrônica da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) íntegra empregada no estudo. Aumento de 3.500 vezes. Nota-se que a parede celular encontra-se bem definida e intacta. Laboratório de Microscopia eletrônica, Unesp-Jaboticabal, 2008.

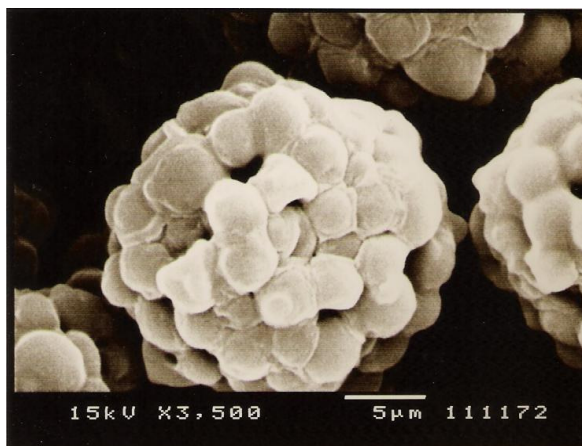


Figura 3. Foto micrografia eletrônica da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) autolisada empregada no estudo. Aumento de 3.500 vezes. Nota-se que a parede celular encontra-se desestruturada. Laboratório de Microscopia eletrônica, Unesp-Jaboticabal, 2008

As análises químicas das leveduras foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e

Veterinária da UNESP-Jaboticabal. (Tabela 1). Os teores de macro e microelementos dos ingredientes em estudo foram analisados segundo a AOAC (1995) no Laboratório de Análises Químicas e Bioquímicas de Plantas do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Câmpus de Jaboticabal (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química das leveduras de cerveja e cana-de-açúcar, autolisada e íntegra¹

Item	Levedura de Cerveja	Autolisada	Íntegra
Matéria seca (%)	93,73	92,14	92,69
Composição	Valores sobre a matéria seca		
Matéria orgânica (%)	87,34	87,32	86,49
Proteína bruta (%)	50,19	42,45	45,53
Extrato etéreo ácido (%)	3,13	2,66	2,86
Fibra detergente neutro _{cc} (%)	2,39	0,72	0,82
Matéria mineral (%)	6,39	4,82	6,20
Cálcio (%)	0,16	0,12	0,05
Fósforo (%)	1,44	0,73	1,38
Potássio (%)	1,72	0,99	1,65
Magnésio (%)	0,17	0,12	0,14
Sódio (%)	0,07	0,45	0,01
Cloro (%)	0,0002	0,004	0,001
Enxofre (%)	0,18	1,29	0,56
Energia bruta (kcal/kg MS)	4119,01	3738,62	4058,91

¹n= 2; CV<5%.

As análises do perfil aminoacídico das leveduras estudadas foram realizadas pela Ajinomoto Interamericana Ind. e Com. Ltda, onde seus valores estão expressos na tabela 2.

Tabela 2. Perfil aminoacídico das leveduras estudadas

Levedura de cana-de-açúcar

Item	Levedura de Cerveja	Autolisada	Íntegra
Matéria seca (%)	93,94	93,20	92,42
Proteína bruta (%)	40,16	37,80	39,97
Composição (%)	Valores sobre a matéria natural		
Lisina	2,61	2,30	2,68
Treonina	1,82	1,75	1,96
Metionina	0,62	0,46	0,58
Cistina	0,43	0,25	0,33
Metionina+Cistina	1,04	0,70	0,91
Alanina	2,63	1,98	2,29
Arginina	1,94	1,39	1,63
Ácido Aspártico	3,56	3,12	3,45
Ácido Glutâmico	5,37	3,53	3,82
Glicina	1,77	1,38	1,54
Histidina	0,85	0,68	0,72
Isoleucina	1,66	1,53	1,66
Leucina	2,68	2,21	2,45
Fenilalanina	1,66	1,40	1,43
Serina	1,94	1,86	2,07
Tirosina	1,34	1,12	1,14
Valina	2,07	1,78	2,00

3.1.2. Animais

Foram utilizados 28 cães adultos, machos e fêmeas, não castrados, com peso médio de $11,13 \pm 3,78$ Kg em manutenção, idade média de $6,36 \pm 1,31$ anos em boas condições corporais e clinicamente sadios, procedentes do canil do Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

Os animais foram previamente avaliados por meio de exames clínico, sangüíneo e coproparasitológico que atestaram bom estado de saúde, sendo, também, desverminados e vacinados.

3.1.3. Delineamento Experimental

Foram utilizadas quatro dietas (tratamentos) e sete cães (repetições) por dieta, totalizando 28 unidades experimentais. O experimento seguiu delineamento inteiramente casualizado.

3.1.4. Dietas Experimentais

Os ingredientes foram previamente analisados para matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo ácido. A partir dos resultados de análise, a dieta referência (DR) foi formulada de forma a atender as necessidades nutricionais de cães em manutenção preconizadas pela AAFCO (2004). A composição da dieta referência é apresentada na Tabela 2.

Tabela 3. Fórmula e a composição da dieta referência (DR). Valores sobre a matéria natural.

Ingrediente	%
Milho grão	30,000
Arroz quirera	23,150
Farinha de vísceras de frango	26,010
Glúten de Milho 60%	7,000
Gordura de aves	6,730
Palatabilizante líquido	2,000
Fosfato bicálcico	0,049
Suplemento mineral-vitamínico ¹	0,500
Casca de soja	2,560
Sal comum	0,500
Antifúngico ²	0,100
DL-Metionina	0,215
Lisina HCl	0,213
Antioxidante ³	0,050
Calcário calcítico	0,441
Cloreto de Potássio	0,494

Total	100,000
Índice de gelatinização (%)	93,020
Densidade (g/L)	455,450

¹ Adição por quilograma de dieta: Ferro 100 mg, Cobre 10 mg, Manganês 6,25 mg, Zinco 12,500 mg, Iodo 2,00 mg, Selênio 0,25 mg, Vitamina A 12.500 UI, Vit. D3 1500 UI, Vit. E 62,5 UI, Vitamina K3 1,25 mg, Vitamina B1 3,00 mg, Vitamina B2 5,5 mg, Vitamina B6 2,5 mg, Vitamina B12 40 mg, Niacina 31,25 mg, Ácido Fólico 0,5 mg, Ácido Pantotênico 18,75 mg, Colina 400 mg, BHT 1,25 mg.

² Antifúngico: Ácido propiônico, Água, Hidróxido amônico, Ácido sórbico, Ácido benzoico, Ácido fosfórico, Propilparabén, Metilparabén e Hidroxianisol butilado

³ Antioxidante: Ethoxiquin, BHT, TBHQ e ácido cítrico

A dieta teste (DT) foi obtida pela substituição de 15% da DR pela levedura de cerveja e pela levedura de cana-de-açúcar íntegra e autolisada, obtendo-se assim, três dietas testes. A composição da dieta referência e das dietas experimentais encontram-se na Tabela 3.

Tabela 4. Composição bromatológica das dietas experimentais do ensaio de substituição

Item	Dietas			
	Referência	15% Levedura de cerveja	15% Levedura cana-de-açúcar Autolisada	15% Levedura cana-de-açúcar Íntegra
Matéria Seca (%)	92,89	92,04	92,89	92,07
Composição (%)	Valores na matéria seca			
Matéria mineral	6,45	6,64	5,43	5,90
Matéria orgânica	86,44	85,40	87,46	86,17
Extrato etéreo hidrólise ácida	10,56	12,84	11,76	12,39
Fibra detergente neutro	10,53	8,87	9,25	8,82
Proteína bruta	29,90	35,59	31,16	31,84
Energia Bruta (Kcal/kg)	4774,80	4743,04	4705,23	4679,28

*_{cc} – corrigido para cinzas

As dietas experimentais foram moídas em moinho com peneiras de crivo de 1 mm e extrusadas em extrusora Tipo MAB 400S, com capacidade de processamento de 150 kg de ração/hora, na Fábrica de Rações do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal. Com o objetivo de produzir dietas com qualidade semelhante cozimento do amido, tomou-se como base a densidade das rações. Foram realizadas amostragens na saída da extrusora a cada 20 minutos, quando as rações eram pesadas em uma proveta de um litro, sendo o peso da proveta subtraído obtendo-se a densidade dos produtos (g/L). A verificação do grau de cozimento foi feita pela análise do índice de gelatinização do amido, na empresa LABTEC (Mogiana Alimentos S.A., Campinas) de acordo com AOAC (1995).

3.1.5. Metodologia experimental

O ensaio de digestibilidade foi conduzido conforme descrito por SAKOMURA & ROSTAGNO (2007), utilizando a metodologia de coleta total de fezes e urina, considerando-se as recomendações da American Association of Feed Control Official (AAFCO, 2004). As dietas foram oferecidas por um período de adaptação de cinco dias, seguidos de cinco dias de coleta, obtendo-se um conjunto de fezes e urina de cada animal. A água foi fornecida à vontade para os animais que estavam alojados em gaiolas individuais para estudos metabólicos, em inox, com dimensões de 90cm x 80cm x 90cm, equipadas com aparatos para coleta separada de fezes e urina.

As dietas experimentais foram oferecidas duas vezes ao dia, às 8 e 16 horas, em quantidade suficiente para atender às necessidades de nutrientes dos animais, preconizada pelo National Council Research (NRC, 2006). Transcorridos 15 minutos do fornecimento das dietas, as sobras de alimento eram recolhidas e pesadas, sendo calculado o consumo. As fezes foram recolhidas ao longo do dia, pesadas e acondicionadas em recipientes apropriados em freezer (-15°C). A urina foi recolhida em recipientes plásticos identificados colocados sob o funil coletor da gaiola, contendo 1 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) 1 Molar para evitar perda de nitrogênio e proliferação de bactérias. Às 9h, a urina foi coada e seu volume mensurado, sendo esta, então, armazenada em garrafas plásticas identificadas e mantidas em freezer (-15°C) até a realização das análises laboratoriais.

3.1.6. Análises Laboratoriais

As análises químicas dos ingredientes, rações, fezes e urina foram realizadas no Laboratório de Nutrição do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Câmpus de Jaboticabal, em duplicata e repetidas quando variavam mais de 5%.

As amostras de fezes de cada cão foram descongeladas separadamente e homogeneizadas, formando uma amostra composta de cada repetição. Posteriormente, foram secas a 55°C em estufa de ventilação forçada por 72 horas (320-SE, FANEM, São Paulo), a fim de promover a pré-secagem. Quanto à urina, foram colocados 30mL em placas de alumínio e pesadas antes de serem mantidas em estufa de ventilação forçada (320-SE, FANEM, São Paulo) a 55°C, por 24 horas, para redução do volume. Após este período as placas foram novamente pesadas; e este procedimento foi repetido por mais duas vezes, totalizando a secagem de 90mL de urina. As amostras de fezes, bem como das rações e ingredientes, foram moídas em moinho de bola (MOD 340, ART LAB, São Paulo).

As análises laboratoriais realizadas nas fezes, rações e ingredientes foram matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN) e extrato etéreo ácido (EEA), de acordo com métodos compatíveis com a AOAC (1995). Foi determinada a energia bruta (EB) das fezes, rações e ingredientes em bomba calorimétrica (1281, PARR Instruments, EUA).

3.1.7. Descrição dos cálculos

A digestibilidade das dietas foi determinada pelo método de coleta total de fezes e urina, conforme procedimentos de AAFCO (2004). A partir deste dados, conforme descrito por SAKOMURA & ROSTAGNO (2007), a energia metabolizável e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo em hidrólise ácida e fibra em detergente neutro de cada ingrediente avaliado foram calculadas pelo método da substituição, utilizando a equação proposta por MATTERSON et al. (1965), tendo os 15% de substituição da DR para obtenção da DT ajustado para matéria seca:

$$\text{CDap(\%)} = \text{CD(DR)} + \frac{\text{CD(DT)} - \text{CD(DR)}}{(\% \text{Subst. ajustado para MS/100})}$$

Onde:

CDap = Coeficiente de digestibilidade aparente, em % na matéria seca;

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

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

% Subst. = Porcentagem de substituição da DR pelo ingrediente, ajustado para a matéria seca.

A partir dos valores de composição química na matéria seca e dos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes, que foram obtidos como descrito acima, foram calculados os valores de nutrientes digestíveis, conforme a seguinte fórmula:

$$ND = (N/100) \times CDing$$

Onde:

ND – Nutriente digestível

N – Nutriente na matéria seca

CDing – Coeficiente de digestibilidade do nutriente no ingrediente teste

3.1.8. Análises Estatísticas

Os dados dos ensaios de metabolismo foram submetidos ao procedimento para verificar a normalidade dos erros, sendo removidos *outliers* e realizada análise de variância utilizando o procedimento GLM (General Linear Models) do software Statistical Analysis System (Versão 8.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA, 2004).

Os valores obtidos foram comparados pelo teste Tukey, considerando o nível de significância de 5%.

3.2. Ensaio 2: Avaliação de diferentes teores de inclusão de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) autolisada e íntegra em dietas para cães

3.2.1. Animais

Foram utilizados 35 cães adultos, machos e fêmeas, em manutenção, com peso corporal médio de $10,62 \pm 3,30$ Kg, idade média de $6,67 \pm 1,45$ anos, em boas condições corporais e clinicamente saudáveis, procedentes do canil do 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* de Jaboticabal. Os animais foram previamente avaliados por meio de exames clínico, sanguíneo e coproparasitológico que atestaram bom estado de saúde, sendo, também, desverminados e vacinados.

3.2.2. Delineamento experimental

Foram utilizadas cinco dietas (tratamentos) e sete cães (repetições) por dieta, totalizando 35 unidades experimentais. O experimento seguiu delineamento em blocos casualizados no tempo, empregando-se três blocos, os dois primeiros com 15 cães cada e o terceiro um bloco incompleto contendo cinco cães.

3.2.3. Dietas Experimentais

As dietas experimentais foram formuladas de acordo com as recomendações nutricionais para cães em manutenção preconizadas pela AAFCO (2004). Foram formuladas cinco dietas experimentais contendo 0% (dieta referência), 7,5% e 15% de levedura de cana-de-açúcar autolisada (LA) e 7,5% e 15% de levedura de cana-de-açúcar íntegra (LI). As leveduras de cana-de-açúcar avaliadas, farinha de vísceras de

frango, glúten de milho 60%, milho e quirera de arroz foram previamente analisados para proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, matéria seca, cálcio e fósforo. As rações experimentais foram formuladas com base nessas análises para manterem-se isonutrientes (Tabela 4).

Tabela 5. Fórmulas das dietas experimentais (valores expressos na matéria natural)

Ingrediente	Dietas				
	Autolisada			Íntegra	
	Basal	7,50%	15%	7,50%	15%
Milho grão	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Arroz quirera	23,15	18,73	14,32	18,89	14,87
Farinha de vísceras de frango	26,01	21,92	17,66	21,67	17,37
Glúten de Milho 60%	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Levedura de cana-de-açúcar	0,00	7,50	15,00	7,50	15,00
Gordura de aves	6,73	7,19	7,66	7,19	7,66
Palatabilizante líquido	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Fosfato bicálcico	0,05	0,35	0,65	0,34	0,16
Suplemento mineral-vitamínico ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Casca de soja	2,56	2,90	3,23	2,91	3,25
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Antifúngico ²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
DL-Metionina	0,22	0,20	0,18	0,20	0,19
Lisina HCl	0,21	0,11	0,01	0,11	0,00
Antioxidante ³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Calcáreo	0,44	0,62	0,80	0,81	1,21
Cloreto de Potássio	0,49	0,42	0,34	0,33	0,17
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

¹ Adição por quilograma de dieta: Ferro 100 mg, Cobre 10 mg, Manganês 6,25 mg, Zinco 12,500 mg, Iodo 2,00 mg, Selênio 0,25 mg, Vitamina A 12.500 UI, Vit. D3 1500 UI, Vit. E 62,5 UI, Vitamina K3 1,25 mg, Vitamina B1 3,00 mg, Vitamina B2 5,5 mg, Vitamina B6 2,5 mg, Vitamina B12 40 mg, Niacina 31,25 mg, Ácido Fólico 0,5 mg, Ácido Pantotênico 18,75 mg, Colina 400 mg, BHT 1,25 mg.

² Antifúngico: Ácido propiônico, Água, Hidróxido amônico, Ácido sórbico, Ácido benzoico, Ácido fosfórico, Propilparabén, Metilparabén e Hidroxianisol butilado

³ Antioxidante: Ethoxiquin, BHT, TBHQ e ácido cítrico

As dietas foram previamente misturadas, moídas em moinho com peneiras de crivo de 1 mm e extrusadas em extrusora Tipo MAB 400S, com capacidade de processamento de 150 kg de ração/ hora, na Fábrica de Rações do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal. Para produzir dietas com cozimento semelhante do amido, o processo de extrusão das rações foi controlado pela aferição da densidade das rações. Antes das

dietas serem expostas a secagem, foram realizadas amostragens na saída da extrusora a cada 20 minutos, quando as rações eram pesadas em uma proveta de um litro, possibilitando a mensuração da densidade, que variou de 406,67 a 445,00 g/L. Previamente a seu emprego determinou-se também o índice de gelatinização do amido das rações, no LABTEC (Mogiana Alimentos S.A., Campinas), segundo AOAC (1995). As dietas foram recobertas com gordura de aves e palatabilizante, para atingir o valor de gordura e energia desejável. Os resultados da análise química das dietas experimentais estão demonstrados na tabela 5.

Tabela 6. Composição química das dietas experimentais (valores expressos na matéria seca)

Item	Dietas				
	Autolisada			Íntegra	
	Basal	7,50%	15%	7,50%	15%
Matéria Seca (%)	92,89	92,51	91,95	92,7	92,48
Composição	Valores na matéria seca				
Matéria mineral (%)	6,45	6,73	6,9	6,85	6,89
Matéria orgânica (%)	86,44	85,78	85,05	85,85	85,59
Extrato etéreo ácido (%)	10,56	10,33	10,52	11,27	11,17
Fibra Bruta (%)	3,95	2,9	3,2	3,47	2,56
Fibra detergente neutro (%)	10,53	10,47	10,03	9,25	9,45
Proteína bruta (%)	29,9	30,26	30,49	30,16	29,7
ENN (%) *	42,56	42,21	42,06	42,47	42,79
Energia Bruta (Kcal/kg)	4774,8	4695,47	4713,97	4795,05	4666,24
Cálcio (%)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Fósforo (%)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
% PB proveniente farinha de vísceras de frango	56,93	47,4	37,9	47,02	38,28
% PB proveniente levedura	0	10,51	20,88	11,32	22,99
Índice de gelatinização (%)	93,02	85,71	86,84	83,33	84,86
Densidade (g/L)	445,00±25,5	430,00±24,49	406,67±15,28	414,5±13,17	435,00±27,39

*_{cc} – corrigido para cinzas

3.2.4. Metodologia experimental

Foram adotados os mesmos procedimentos realizados no ensaio descrito anteriormente.

3.2.5. Avaliação das fezes

Foi realizada análise quantitativa e qualitativa das fezes produzidas pelos cães. A análise quantitativa foi feita pelo cálculo da produção fecal em relação à quantidade de ração ingerida pelo animal. Já a análise qualitativa foi baseada em escore fecal, atribuindo-se notas de 0 a 5 às fezes, 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 e que não aderem ao piso; 5 = fezes bem formadas, duras e secas.

3.2.6. Resposta de Uréia Sérica Pós-Prandial

Depois de finalizado cada período do ensaio de digestibilidade foram avaliadas as respostas pós-prandiais de uréia desencadeada pelos alimentos, de acordo com CARCIOFI et al. (2009). Os cães foram mantidos individualmente nas gaiolas de metabolismo, sendo alimentados em quantidade suficiente para atender sua necessidade energética de manutenção (NRC, 2006). Previamente ao teste, os cães foram condicionados a ingerir toda a quantidade diária de alimento em até 15 minutos. No dia anterior ao teste, os cães foram assepticamente cateterizados na veia cefálica cranial (Angiocath 20 GA x 1.16 in. Becton, Dickinson, USA) e no dia do teste, amostras de sangue eram colhidas com o animal em jejum de 24 horas (amostra basal, tempo 0) e 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10h após alimentação, sendo o tempo considerado a partir do término da ingestão do alimento. Os testes tiveram início sempre no mesmo horário, às 8h da manhã. Os cães que não consumiram todo o alimento em 15 minutos não foram testados naquele dia, sendo avaliados no dia seguinte. Em cada coleta foram obtidos cerca de 2 mL de sangue, que foram colocados em tubo de ensaio de vidro, sem anti-coagulante e imediatamente centrifugados para separação do soro. Este foi retirado do

tubo com pipeta e armazenado em tubos de eppendorf em geladeira à 4 °C por período máximo de 2 dias para subsequente determinação da concentração de uréia sérica.

Para a determinação de uréia sérica foram utilizados analisadores semi-automáticos (Labquest, modelo BIO-2000, Labtest Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, Brazil), no Laboratório de Pesquisa do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da FCAV-UNESP Jaboticabal. As concentrações de uréia foram determinadas por kits de ensaios cinéticos ultravioleta (Uréia UV Liquiform, Labtest Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, Brazil). Para integrar as respostas pós-prandiais de uréia dos cães, cada curva pós-prandial foi analisada e teve calculada sua área abaixo da curva, pelo método trapezoidal, utilizado-se para isto o software GraphPad Prism 4.00.

3.2.7. Teste de Preferência do Alimento

O teste de preferência do alimento foi realizado na empresa Panelis, em Descalvado – SP, com um painel qualificado de 39 cães adultos, machos e fêmeas, de raças e portes variados. O período experimental foi de 24 horas e a alimentação realizada duas vezes ao dia, sendo os lados dos comedouros alternados em cada refeição. Para cada animal foram apresentados simultaneamente dois comedouros contendo as dietas avaliadas, sendo observada a dieta que foi a primeira opção de consumo do animal e comparados o consumo de ambas as rações. Os alimentos foram oferecidos em quantidade que excedia a capacidade de ingestão, permitindo o consumo de apenas um dos alimentos, ou uma certa quantidade de cada um. Para evitar distorção nos resultados de escolha dos animais, as dietas experimentais destinadas a este teste não foram recobertas por palatilizante, apenas por gordura de aves para suprir a necessidade nutricional dos cães.

As dietas avaliadas foram:

Teste 1: Dieta basal sem levedura (T0) versus dieta com 7,5% de levedura de cana-de-açúcar autolisada (7,5 LA);

Teste 2: Dieta basal sem levedura (T0) versus dieta com 7,5% de levedura de cana-de-açúcar íntegra (7,5 LI);

Teste 3: dieta com 7,5% de levedura de cana-de-açúcar autolisada (7,5 LA) versus dieta com 7,5% de levedura de cana-de-açúcar íntegra (7,5 LI);

A avaliação da palatabilidade foi feita pela razão de ingestão (RI), conforme a fórmula:

$$RI = \frac{\text{ingestão alimento A}}{(\text{ingestão alimento A} + \text{ingestão alimento B})}$$

RI= menor 0,59, preferência ao alimento B

RI= 0,59-0,61, indica não preferência ou alimentos de mesma palatabilidade

RI= maior 0,61, preferência ao alimento A

3.2.8. *Análises Laboratoriais*

Foram adotados os mesmos procedimentos descritos no ensaio anterior.

3.2.9. *Cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente das dietas experimentais e do balanço de nitrogênio*

Com base nos resultados laboratoriais, foram calculados os valores de energia metabolizável e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, extrato etéreo ácido, fibra bruta, fibra em detergente neutro, proteína bruta e amido das dietas experimentais, pelo método da coleta total de urina e fezes, conforme descrito por SAKOMURA & ROSTAGNO (2007), utilizando a fórmula:

$$\text{CDap(\%)} = \frac{(\% \text{Nutriente/MS} \times \text{Qtde. Ingerida na MS}) - (\% \text{Nutriente/MS} \times \text{Qtde. Excretada na MS})}{\% \text{Nutriente/MS} \times \text{Qtde. Ingerida na MS}}$$

PO balanço de nitrogênio (BN) foi calculado pela diferença entre o nitrogênio ingerido (Ningerido) e excretado nas fezes (Nfecal) e urina (Nurinário), pela seguinte fórmula:

$$\text{BN (mg/dia)} = \text{Ningerido (mg/dia)} - (\text{Nfecal (mg/dia)} + \text{Nurinário (mg/dia)})$$

3.2.10. *Análises estatísticas*

Os dados dos ensaios de metabolismo foram submetidos ao procedimento para verificar a normalidade dos erros, sendo removidos *outliers* e realizada análise de variância utilizando o procedimento GLM (General Linear Models) do software Statistical Analysis System (Versão 8.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA, 2004).

Para análise dos valores obtidos foi empregado um modelo que considerou os efeitos de bloco e tratamento. As médias foram avaliadas por contrastes polinomiais para verificar efeitos lineares e quadráticos da inclusão das leveduras estudadas na dieta. Foi realizada análise de regressão considerando os teores de inclusão das leveduras de cana-de-açúcar como variável independente e para o ajuste dos modelos.

As respostas de uréia sérica pós-prandial foram comparadas pelo teste de Tukey considerando o nível de significância de 5%. No teste de preferência do alimento, verificou-se qual tratamento foi consumido primeiro, bem como a quantidade ingerida, em gramas, de cada ração. O teste estatístico utilizado para comparar a primeira escolha foi o teste de Qui-quadrado e para o consumo empregou-se o teste T-Student, ambos ao nível de 5%.

4. RESULTADOS e DISCUSSÃO

4.1. Determinação da digestibilidade dos nutrientes e das energias digestível e metabolizável da levedura de cerveja e das leveduras de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) autolisada e íntegra para cães, pelo método de substituição

De modo geral, as usinas processam de maneira semelhante a levedura para consumo animal, porém pequenas variações na composição podem ocorrer, em decorrência de detalhes de processos que objetivam o melhor beneficiamento e, consequentemente, um produto final de melhor qualidade.

Logo, é normal encontrar composições diferentes entre as leveduras. A composição química da levedura de cerveja e de cana-de-açúcar autolisada e íntegra avaliadas na presente pesquisa encontra-se na Tabela 1. Os ingredientes avaliados apresentaram composição bromatológica com valores superiores aos relatados em outros trabalhos, como PADUA (1997) encontrou para a levedura de cana-de-açúcar a seguinte composição na matéria seca: 32,64% de proteína bruta (PB); 0,81% de extrato etéreo (EE); 0% de fibra bruta (FB); 3,25% de matéria mineral (MM); 52,43% de extrativos não nitrogenados (ENN) e 89,13% de matéria seca (MS). Já nas Tabelas brasileiras de aves e suínos (ROSTAGNO et al. 2005), indicam-se para levedura de cana-de-açúcar e de cerveja os teores na matéria seca de 40,45 e 48,76% de PB, 0,53 e 2,63% de EE, 0,55 e 2,17% de FB e 54,77 e 41,22% de ENN, respectivamente.

Sabe-se que quando comparado a metodologia de FDN com de FB, esta tende a subestimar a concentração deste nutriente uma vez que recupera aproximadamente 50 a 80% de celulose, 20% de hemicelulose e de 10 a 50% da lignina presente no alimento (CARCIOFI, 2005), apesar disso, neste estudo, os valores encontrados para este nutriente foram similares aos encontrados para FDN.

A levedura, por ser um microrganismo unicelular, armazena nutrientes em seu vacúolo, que comporta apenas polifosfatos e lipídios, essenciais para sua sobrevivência

e reprodução. Com isso, a gordura encontrada na levedura é proveniente do vacúolo e das membranas celulares (HORRI, 1980 e WALKER, 1998). Outro ponto importante na divergência de valores de gordura, provavelmente, decorre da prévia hidrólise ácida a que as amostras foram submetidas na presente pesquisa, de modo a obter composição mais compatível com o banco de dados para formulação destes alimentos para cães.

As dietas experimentais foram adequadamente consumidas pelos cães, sem episódios de rejeição ao alimento ou diarreia. Apenas um cão apresentou um episódio de vômito, sem interferência na condução do estudo. Na tabela 7 apresenta-se a ingestão de nutrientes e os coeficientes de digestibilidade das DT.

Tabela 7. Ingestão de nutrientes, coeficientes de digestibilidade aparente das dietas referência e testes (média ± erro padrão da média).

Item	Dieta Referência (n=7)	Levedura de cana-de-açúcar			CV (%)	Valor de p
		Levedura Cerveja (n=7)	Autolisada (n=7)	Íntegra (n=7)		
Peso corporal médio (kg)	11,93	11,60	10,58	10,49	29,86	0,7783
Ingestão (gramas por cão por dia)						
Matéria seca	148,19±11,98	145,80±12,52	140,32±9,36	156,84±17,66	24,40	0,6881
Matéria orgânica	103,4±11,07	124,9±10,72	120,93±8,07	133,04±14,98	24,33	0,7571
Proteína bruta	35,78±4,52	46,43±3,99	43,72±2,91	55,81±6,28	25,09	0,1799
Extrato etéreo ácido	12,63±2,01	18,06±1,55	16,50±1,10	20,15±2,27	24,80	0,3408
Fibra neutro	12,59±1,39	12,86±1,10	12,97±0,86	13,91±1,57	24,25	0,7992
Coeficientes de digestibilidade aparente das dietas (%)						
Matéria seca	81,95±1,14	81,97±0,96	80,65±1,33	81,96±1,33	3,96	0,6849
Matéria orgânica	86,56±0,83	85,89±0,71	84,58±1,15	86,17±0,97	2,97	0,4697
Proteína bruta	84,68±0,97 ^{AB}	86,18±1,06 ^A	81,45±1,21 ^B	83,18±0,90 ^{AB}	3,37	0,0121
Extrato etéreo ácido	83,68±1,76	86,63±1,21	84,32±1,97	84,98±1,05	3,58	0,3672
Fibra detergente neutro	47,40±4,26	38,18±3,90	34,75±5,16	35,94±4,58	33,35	0,8654
Energia Bruta	86,03±0,97	84,52±0,77	83,41±1,19	85,72±1,08	3,22	0,3062

^T Coeficiente de variação

^{A, B} Média com mesma letra na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

**_{cc} – corrigido para cinzas

Não houve diferença significativa entre os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, EEA e FDN das dietas contendo leveduras de cerveja e de cana-de-açúcar autolisada e íntegra. Apenas a digestibilidade da PB diferiu ($p=0,0121$), tendo a dieta com levedura de cana-de-açúcar autolisada menor valor que o da dieta com levedura de cerveja.

Na tabela 7, apresentam-se os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes dos ingredientes em estudo, estimado pela equação de proposta por MATTERSON et al. (1965), bem como os nutrientes digestíveis das três leveduras, estes estão ilustrados na Figura 4.

Tabela 8. Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes, nutrientes digestíveis, energia digestível e energia metabolizável (EM) das leveduras de cerveja e de cana-de-açúcar, autolisada e íntegra, para cães determinados pelo método de substituição (média $\pm$ erro padrão da média).

Item	Levedura de cana-de-açúcar			CV (%)	Valor de p
	Levedura Cerveja	Autolisada	Íntegra		
Coeficiente de digestibilidade aparente do ingrediente (%)					
Matéria seca	82,01± 8,78	73,20 ± 8,95	82,08 ± 6,42	27,21	0,6802
Matéria orgânica	84,04 ± 6,4	73,25 ± 7,74	82,12 ± 4,72	21,28	0,4628
Proteína bruta	96,47 ± 7,04 ^A	62,98 ± 8,12 ^B	74,70 ± 6,02 ^{AB}	24,10	0,012
Extrato etéreo ácido	103,21 ± 8,00	88,00 ± 8,03	92,41 ± 7,02	21,54	0,3759
Fibra detergente neutro	- 28,42 ± 30,30	-37,58 ± 34,61	- 14,18 ± 26,08	-302,16	0,8625
Energia bruta	84,01 ± 7,16	68,43 ± 7,98	75,95 ± 5,15	23,87	0,3006
Energia digestível (kcal/kg MS)	4065,94 ± 51,38	3924,54 ± 55,91	3954,93 ± 36,11	3,22	0,1239
Energia metabolizável (kcal/kg MS)	3819,57 ± 58,26	3721,75 ± 49,40	3710,69 ± 44,38	3,60	0,2769
Nutrientes digestíveis do ingrediente(%)					
Matéria seca	82,01± 8,78	73,20 ± 8,95	82,08 ± 6,42	27,21	0,6802
Matéria orgânica	73,40 ± 5,32	63,96 ± 6,07	71,02 ± 3,57	21,30	0,2734
Proteína bruta	48,42 ± 3,53 ^A	26,73 ± 3,45 ^B	34,01 ± 2,74 ^B	23,83	0,0006
Extrato etéreo ácido	3,23 ± 0,25 ^A	2,34 ± 0,21 ^B	2,64 ± 0,20 ^{AB}	21,50	0,0327
Fibra detergente neutro	-0,68 ± 0,72	-0,27 ± 0,25	-0,12 ± 0,21	-301,63	0,8500

¹ Coeficiente de variação

* Média com mesma letra na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

Não foram encontrados trabalhos que tenham estudado as leveduras de cerveja e de cana-de-açúcar na alimentação de cães, mesmo informações sobre a digestibilidade de ingredientes são escassas para a espécie. A proteína, energia e o extrato etéreo digestíveis foram mais elevados para a levedura de cerveja.

Os coeficientes de digestibilidade negativos da fibra em detergente neutro dos ingredientes avaliados no presente estudo corroboram com os achados de KAWAUCHI (2008), que verificou comportamento semelhante ao avaliar a digestibilidade da fibra dietética total de um ingrediente rico neste nutriente. Sugeriu-se a possibilidade da alteração na solubilidade e estrutura de vários componentes da fibra em decorrência do processo de extrusão, além da complexação de certos compostos tornando-os indigeríveis e que são, posteriormente, quantificados como fibra. Outra possibilidade salientada pelo autor foi a ocorrência de efeito associativo entre a fibra do ingrediente teste com aquela presente na dieta basal, sendo este efeito favorecido pela reduzida capacidade que cães possuem em digerir a fração fibrosa dos alimentos. A digestibilidade da fibra das dietas teste foi consideravelmente inferior ao verificado para a dieta referência, de forma que ao se aplicar a fórmula proposta por MATTERSON et al. (1965), foram gerados valores negativos que na realidade representam apenas artefatos de cálculo. Sendo

Cães, devido a suas características morfológicas e fisiológicas, possuem elevada capacidade para aproveitar gordura das dietas. Assim, de maneira inversa ao que ocorreu com a fibra, um maior aproveitamento da gordura da dieta basal com a adição de levedura de cerveja talvez explique a digestibilidade de 103% do extrato etéreo ácido deste ingrediente, representando apenas outro exemplo de artefato de cálculo.

Em relação a ambos os casos, fibra em detergente neutro e extrato etéreo ácido, demonstraram a limitação do uso do método de substituição e a aplicação da fórmula proposta por MATTERSON et al. (1965), que pode gerar coeficientes de digestibilidade negativos ou acima de 100%.

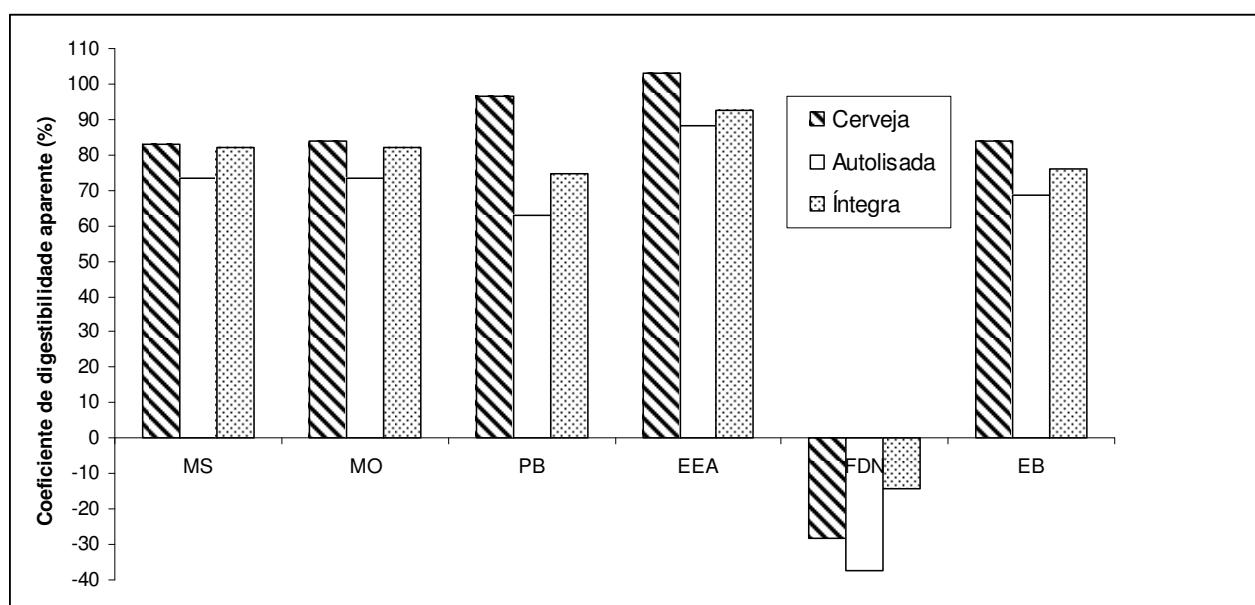
Acreditava-se que a parede celular presente nas leveduras estudadas implicariam em uma barreira à digestão do ingrediente pelo cão. No entanto, os resultados verificados no presente estudo se assemelham com os achados de

TESHIMA et al. (2007) ao avaliarem a digestibilidade do conteúdo celular de levedura (Nupro 2000, Alltech Brasil Ltda). O conteúdo celular, originado pela remoção da parede da célula, apresentou coeficientes de digestibilidade da MS de 70,6%, MO de 71,5%, PB de 72,4%, EEA de 75,7%, ENN de 71,3%, EB de 69,04% e 2890 kcal de energia metabolizável por kg de MS.

A título de comparação, tomando por base os dados de SÁ FORTES (2005a) e OLIVEIRA (2009), ingredientes protéicos como farelo de soja e soja micronizada tiveram digestibilidade semelhante à verificada para a levedura, enquanto estas foram mais aproveitadas que ingredientes tradicionais em rações para cães como a farinha de carne e ossos, farinha de penas e farinha de peixes.

Na figura 4 há a representação gráfica dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das leveduras, apesar da aparente amplitude de valores dos nutrientes apenas a PB apresentou diferença significativa entre os tratamentos.

Figura 4. Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das leveduras de cerveja e cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) autolisada e íntegra para cães pelo método de substituição.



MS – matéria seca; MO – matéria orgânica; PB – proteína bruta; EEA – extrato etéreo ácido; FDN – Fibra detergente neutro, EB- energia bruta;

Um aspecto importante dos resultados é que a levedura de cana-de-açúcar autolisada apresentou coeficientes de digestibilidade dos nutrientes semelhantes ou inferiores aos da levedura de cana-de-açúcar íntegra. Para muitas espécies, em alimentos farelados ou peletizados, constatou-se melhor aproveitamento do ingrediente após processo de autólise (PEZZATO et al., 2006; HISANO et al., 2008). Isto fez os autores supracitados crerem que o rompimento da parede celular da levedura durante a autólise fosse importante por expor o conteúdo celular, favorecendo a digestibilidade e aproveitamento de seus nutrientes. Aparentemente, durante o processo de extrusão das rações no presente ensaio, deve ter ocorrido o rompimento da parede da célula de levedura íntegra. Este rompimento pode ser justificado pelo processo de extrusão trabalhar com temperaturas superiores a 120°C, pressão de 4 ou 5 atmosferas e cisalhamento mecânico, com posterior expansão exotérmica do produto. Desta forma, não se verificou vantagem em alimentos extrusados do emprego da levedura de cana-de-açúcar autolisada em relação à íntegra.

4.2. Avaliação da inclusão da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) autolisada e íntegra em dietas para cães

4.2.1. Ingestão de nutrientes, coeficientes de digestibilidade aparente, energia digestível e metabolizável das dietas

A densidade e o índice de gelatinização do amido das dietas experimentais (Tabela 5) foram adequados o que indica que houve expansão e bom cozimento do amido. É importante destacar que tais parâmetros qualitativos apresentaram valores semelhantes entre as dietas (Tabela 8), sendo, portanto, pouco provável que estes fatores tenham influenciado de forma distinta a digestibilidade das dietas. Além disso, apesar da levedura de cana-de-açúcar possuir pequena quantidade de amido, não houve interferência deste nutriente no processamento das dietas considerando os níveis avaliados.

Os alimentos foram adequadamente consumidos pelos cães, não havendo rejeição alimentar. Porém, foi observado somente um episódio de vômito e um de diarreia em cães submetidos a dietas experimentais distintas

As dietas experimentais foram formuladas de forma a serem isonutrientes e isocalóricas, entretanto, houve pequena variação no teor de proteína (29,70 a 30,49%), extrato etéreo (10,33 a 11,27) e na EB (4666,24 a 4795,05 Kcal/kg) das dietas. Com o intuito de evitar que a variação no peso dos animais entre tratamentos influísse sobre os resultados, tomou-se o cuidado de distribuir os cães de forma que a média de peso corporal entre tratamentos fosse significativamente semelhante ($p>0,05$). Neste contexto, o consumo médio de nutrientes não apresentou variação ($p>0,05$) entre tratamentos (Tabela 8).

Tabela 9. Ingestão de nutrientes, coeficientes de digestibilidade aparente e, energia digestível e metabolizável das dietas experimentais com diferentes inclusões de levedura de cana-de-açúcar para cães.

Item	Dietas						Regressão					
	Autolisada			Integra			Contraste			Linear		
	Basal	7,50%	15%	7,50%	15%	CV (%)	Valor de p	Basal vs. Leveduras	Autolisa Integra	Autolisada	Integra	Quadrático
Peso corporal médio (kg)	11,93	10,28	10,14	10,38	10,42	33,73	0,921	0,1776	0,9541	0,3192	0,4735	0,6627
Ingestão na matéria seca (gramas por cão por dia)												
Matéria seca	148,19	136,66	118,48	134,84	140,22	31,86	0,8948	0,5084	0,6124	0,2182	0,7334	0,6445
Matéria orgânica	103,4	106,61	79,84	104,69	103,78	33,66	0,0005	0,8817	0,8237	0,4094	0,9893	0,9635
Proteína bruta	35,78	37,6	28,63	36,78	36,01	33,66	0,0005	0,8797	0,906	0,4767	0,9806	0,9153
Extrato etéreo ácido	12,63	12,84	9,94	13,74	13,54	33,64	0,0005	0,8995	0,5047	0,4379	0,7971	0,8304
Fibra bruta	4,72	3,61	3,21	4,24	3,11	36,11	0,0004	0,0737	0,6949	0,199	0,1614	0,7393
Fibra detergente neutro	12,59	13,02	9,42	11,28	11,47	33,86	0,0005	0,6949	0,6986	0,3577	0,7208	0,7841
Energia bruta (kcal/animal/dia)	707,58	641,68	558,51	646,56	654,30	33,76	0,0005	0,8579	0,8111	0,4141	0,9718	0,0926
Coeficientes de digestibilidade aparente (%)												
Matéria seca	81,95	82,13	79,14	80,79	80,59	3,82	0,4363	0,2042	0,1739	0,1722	0,2992	0,3663
Matéria orgânica	86,56	85,88	83,68	85,09	85,07	2,88	0,2870	0,0462	0,2302	0,0837	0,1527	0,4135
Proteína bruta	84,68	85,20	81,90	83,31	82,89	3,21	0,1303	0,1381	0,0804	0,1123	0,1762	0,6723
Extrato etéreo ácido	83,68	83,58	81,28	83,82	82,69	4,51	0,6533	0,4516	0,1838	0,259	0,5496	0,6565
Fibra bruta	44,99	33,10	30,14	37,33	22,37	34,44	0,0138	0,0010	0,0589	0,0747	0,0003	0,4187
Fibra detergente neutro	47,40	54,20	45,36	46,70	50,99	25,84	0,3315	0,6573	0,6465	0,7947	0,5798	0,6563
Energia bruta	86,03	85,09	82,54	84,81	84,03	3,18	0,2809	0,0294	0,0964	0,0508	0,0876	0,8216
Energia Digestível (Kcal/Kg MS)	4107,74	3995,23	3922,53	4066,70	3921,15	3,08	0,0362	0,0016	0,0189	0,023	0,0023	0,7612
Energia metabolizável (kcal/kg MS)	3714,96	3749,46	3667,53	3876,23	3673,16	9,15	0,7511	0,8078	0,2636	0,8004	0,8215	0,2643

¹ Coeficiente de variação

²Valores de p (0,005)

Observa-se na tabela 8 que houve diferença significativa na ingestão diária dos nutrientes em gramas por cão, MO, PB, EEA, FB e FDN. Por sua vez, os ingredientes teste e os níveis destes não influenciaram a digestibilidade da MS, MO, PB, EEA, FDN, EB e EM ($p>0,05$), havendo influência dos ingredientes para ED ($p=0,0362$) e o coeficiente de digestibilidade da FB ($p=0,0138$).

Interessante observar os desdobramentos dos contrastes, para ED e para o coeficiente de digestibilidade da FB, sendo possível verificar que houve diferença da ED nos níveis dos ingredientes ($p=0,0016$) e entre as leveduras ($p=0,0189$), variando linearmente com a inclusão de levedura autolisada ($p=0,0230$) e íntegra ($p=0,0023$); por sua vez, o coeficiente de digestibilidade da FB foi influenciada pela variação de níveis dos ingredientes ($p=0,0010$) e que essa variação foi linear para a levedura íntegra ($p=0,0003$).

Os altos valores dos coeficientes de variação da FB e FDN se devem à dificuldade de execução de análise das dietas contendo levedura e fezes dos animais alimentados com estas dietas. Sendo que a quantificação da fração fibrosa dos alimentos pelo esquema de Weende foi proposta por Henneberg e Stohnann na Estação de Weende no período de 1857 a 1865, sendo modificada por Kuhn e Kellner e sumariada por Woll em 1875/1876. Portanto, há mais de 150 anos a fibra bruta é utilizada, apresentando certas características positivas, como pouco dispendiosa. Além disso, é um dos princípios nutritivos que norteia a qualidade de alimentos industrializados para cães e gatos, sendo sua informação de caráter obrigatório nos rótulos (KIENZLE et al., 2006). Por outro lado, a mensuração da fibra por este método apresenta a desvantagem de solubilizar parte da matéria fibrosa, o que pode justificar os menores valores de FB das dietas em relação à quantificação da FDN.

O método de quantificação de fibras por detergentes, ácido ou neutro, desenvolvido por VAN SOEST (1963), a princípio, com intuito de avaliar forragens, estendeu-se, também, para estudos de dietas contendo grãos. Este método fornece uma boa tipificação de carboidratos da parede celular de plantas (VAN SOEST et al., 1991). Em trabalho realizado por CARCIOFI (2005) demonstrou-se que o emprego da fibra em detergente neutro foi vantajoso em relação à FB e FDA, pois apresentou

resultados mais próximos ao da fibra dietética total, método que melhor quantifica o aproveitamento da fração fibrosa por cães.

Não foram localizados estudos que tenham avaliado a levedura de cana-de-açúcar como fonte protéica na alimentação de cães.

ZENITEK et al. (2002) estudaram a suplementação de cães com 1g de MOS, proveniente de levedura de cerveja, por quilograma de peso corporal por dia e observaram diminuição no coeficiente de digestibilidade aparente da PB, ENN e MS em cães, sendo atribuído pelos autores este comportamento em decorrência a diminuição no tempo do trânsito intestinal, efeito comum de fibras fermentáveis, e ao aumento da síntese celular bacteriana, com conseqüente aumento da biomassa microbiana das fezes, e da excreção fecal do nitrogênio.

Em um experimento com alevinos de Tilápia do Nilo, PEZZATO et al. (2006) avaliaram a levedura *Saccharomyces cerevisiae* como alimento funcional, adicionando 2,0% levedura íntegra, 2,0% levedura autolisada, 0,3% parede celular de levedura e um controle (ausente de suplemento). Os resultados mostraram que, para este animal, nestas inclusões, a levedura íntegra, a autolisada e a parede celular se apresentam como alimento funcional, a levedura autolisada e a parede celular melhoraram a conversão alimentar dos peixes.

HISANO et al. (2008) avaliaram a composição nutricional e digestibilidade aparente da levedura íntegra, da levedura autolisada e da parede celular de levedura pela tilápia-do-nilo por meio de dietas purificadas. Concluiu-se que as leveduras apresentam alto teor protéico e oferecem maior parte dos aminoácidos essenciais e não-essenciais. Além disso, observou que o processo de autólise confere melhora na digestibilidade comparativamente a levedura íntegra respectivamente, para MS (85,90 e 77,86%), PB (72,20 e 69,64%), EB (86,53 e 73,56%), e que a parede celular de levedura não deve ser utilizada como fonte protéica, sugerindo seu uso como alimento funcional.

SLAGLE & ZIMMERMAN (1979) verificaram que o valor biológico aparente da levedura foi de 73,7% e o valor biológico verdadeiro de 84,1 para leitões recém-

desmamados e, concluiu neste trabalho que a levedura é uma excelente fonte de proteína para ser usada nas dietas destes animais.

Estudos com outros animais que utilizaram levedura de cana-de-açúcar na alimentação tiveram resultados interessantes, como RUMSEY et al. (1991) que observaram que a inclusão de 25,0% de levedura autolisada melhorou o ganho de peso de truta arco-íris em comparação a dieta controle a base de caseína, porém níveis superiores prejudicaram o ganho de peso, a ingestão alimentar e a eficiência protéica. GRANGEIRO et al. (2001) verificaram que é possível adicionar até 7,5% de levedura de cana-de-açúcar íntegra na dieta de frangos de corte. ARAÚJO et al. (2006) avaliaram o efeito de três níveis de levedura íntegra (0%, 15% e 30%) como fonte protéica para suínos na fase inicial. Concluíram que esta pode ser adicionada em até 15% nas rações para suínos na fase inicial. Na pesquisa de CASTILHO et al. (2004) foi avaliada a substituição do farelo de soja pela levedura, como fonte protéica sobre o desempenho de leitões desmamados. Os níveis de substituição foram 0, 25, 50, 75 e 100%. Verificaram que a substituição da proteína do farelo de soja pela proteína da levedura em até 41% não interferiu no desempenho e melhorou o consumo da dieta.

No estudo de CASTILHO et al. (2004), a levedura de cana-de-açúcar demonstrou ser um ingrediente protéico interessante, pois pode substituir o farelo de soja em 41%. Neste trabalho, na alimentação de cães a levedura mostrou-se um ingrediente protéico eficaz, pois sua inclusão foi em substituição a farinha de vísceras de frango, ingrediente muito utilizado pela indústria de *petfood*, não havendo diferença entre os coeficientes de digestibilidade da MS, PB, EEA, FDN e EB entre as dietas basal e demais (Tabela 8).

4.2.2. Produção e características fecais e urinárias

Na tabela 9, verifica-se a produção e características fecais e urinárias, onde se observa que a levedura de cana-de-açúcar íntegra apresenta limitação de inclusão nas dietas de cães ($p=0,0210$), pois houve comportamento quadrático entre os níveis desta levedura para o escore fecal ($p=0,0170$). Os cães alimentados com dietas com 15% de levedura de cana-de-açúcar íntegra obtiveram escore fecal de 2,78 que sugere fezes macias, mal formadas, úmidas e que marcam o piso, características estas pouco interessantes para um proprietário de cão.

Tabela 10. Produção e características fecais e urinárias de cães mediante consumo das dietas experimentais com diferentes inclusões de levedura de cana-de-açúcar.

		Dietas						Regressão				
		Levedura Autolisada			Levedura Íntegra			Linear		Quadrático		
		Basal	7,50%	15%	7,50%	15%	CV (%)	Valor de p	Autolisada	Íntegra	Autolisada	Íntegra
Item		Basal	7,50%	15%	7,50%	15%	CV (%)	Valor de p	Autolisada	Íntegra	Autolisada	Íntegra
g Fezes/dia		65,32	70,52	68,56	68,65	82,06	31,22	0,7735	0,8067	0,7556	0,1054	0,5611
% MS das fezes		39,7	35,63	34,83	37,4	33,05	10,65	0,0221	0,3970	0,0004	0,2188	0,4513
g MS fezes/dia		25,78	24,4	24,66	25,7	26,98	31,63	0,9970	0,8133	0,8420	0,7516	0,8379
Escore de fezes ¹		3,65	3,45	3,32	3,81	2,78	7,51	0,0210	0,3307	0,0032	0,8006	0,0170
g Fezes/100g ração ingerida	ração	42,38	47,72	51,49	48,15	54,5	20,55	0,3164	0,1523	0,0059	0,8827	0,9321
g MS fezes/100g ração ingerida	MS	18,05	17,87	20,45	19,21	19,4	16,46	0,5805	0,2306	0,4204	0,2992	0,6658

¹ Coeficiente de variação

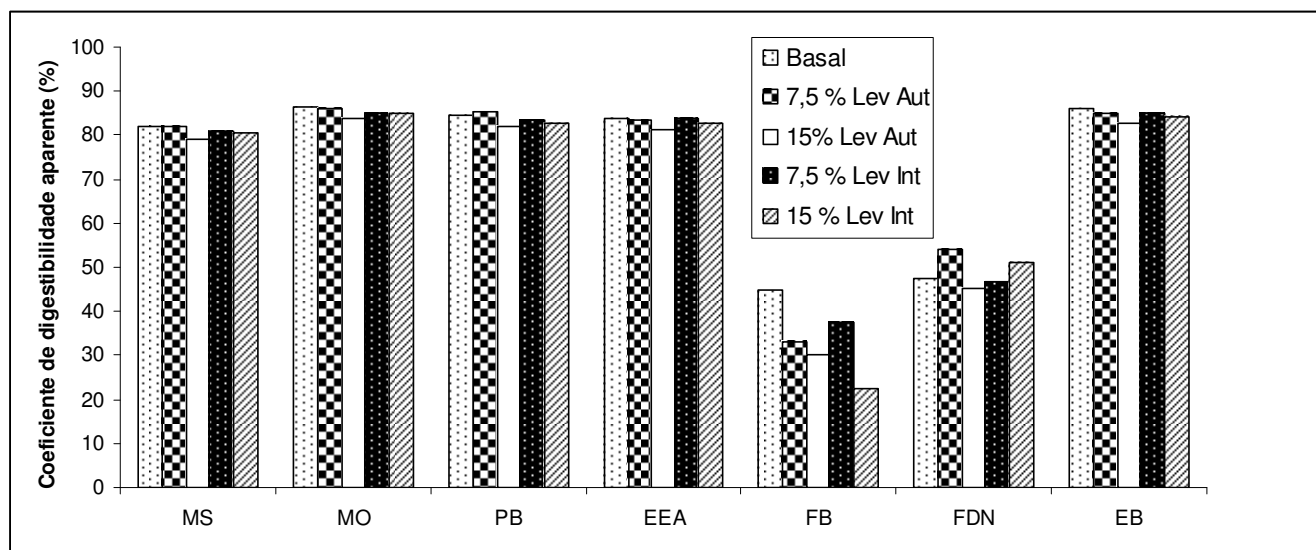
² Valores de p(0,005)

Com o aumento na inclusão de levedura de cana-de-açúcar íntegra houve redução linear no percentual de MS das fezes ($p=0,0004$). Tal fato indica que houve aumento no teor de água das fezes com a inclusão da levedura de cana-de-açúcar íntegra, sendo este dos fatores que contribuíram para alterar a consistência das fezes dos cães, correspondendo também ao baixo escore fecal obtido.

Os resultados verificados no presente estudo com relação à produção e às características das fezes de cães alimentados com leveduras corroboram com aqueles relatados por GOMES (2009), o qual avaliou a parede celular de levedura (PCL) como prebiótico em dietas para cães. No referido estudo, apesar da inclusão da PCL variar de 0 a 0,45%, houve aumento linear na produção de fezes por quilograma de peso corporal por dia com a adição da PCL, o que sugere maior retenção de água no bolo fecal. Entretanto, ZENITEK et al (2002) em estudo com cães suplementados com 1g de MOS, ingrediente funcional proveniente da parede celular da levedura, por quilograma de peso corporal por dia não encontraram alteração na produção fecal.

Na figura 5 há a representação gráfica dos coeficientes de digestibilidade aparente das dietas, onde pode-se observar a maior amplitude de valores entre os tratamentos para a fibra bruta, em relação aos demais.

Figura 5. Coeficientes de digestibilidade das dietas experimentais com teores crescentes da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) autolisada e íntegra em alimentos extrusados para cães



MS – matéria seca; MO – matéria orgânica; PB – proteína bruta; EEA – extrato etéreo ácido; FB- fibra bruta; FDN – Fibra detergente neutro, EB- energia bruta

4.2.3. Balanço de Nitrogênio

A excreção urinária de nitrogênio é um importante componente do metabolismo protéico basal, sendo utilizada como indicador do valor biológico da fonte protéica empregada na dieta para determinar as necessidades de proteína bruta em rações para animais adultos (HENDRIKS et al. 1997).

Os efeitos do nível de proteína da dieta no metabolismo protéico de cães são avaliados por meio de estudos de balanço nitrogenado baseados na diferença entre o nitrogênio consumido e o excretado pelo organismo (ARNOLD & SCHAD, 1954; KENDALL et al 1982 e HUMBERT et al., 2002). Esse método vem sendo amplamente aceito para avaliação do *status* nutricional e determinação da necessidade protéica (SCHAEFFER et al. 1989). Porém, há falhas na distinção dos efeitos relacionados às características individuais na síntese protéica, oxidação e quebra e, alteração nas respostas pelo consumo nutricional (HUMBERT et al. 2002). O BN pode ser influenciado por outros fatores, tais como, consumo energético, atividade intestinal microbiana, oferta de nitrogênio aos microrganismos do intestino grosso, função hepática, atividade e massa muscular, função renal, fonte protéica da ração e relação entre aminoácidos essenciais e não essenciais (VASCONCELLOS, 2008). Além disso, o nitrogênio urinário apresenta amplas variações individuais entre cães (BRESSANI, 1965).

HUMBERT et al. (2002) realizaram um estudo no qual efetuaram infusão contínua de isótopos estáveis para investigar os efeitos da concentração protéica em cães adultos. Foi verificado que a restrição moderada de proteína não afetou o *turnover* protéico, mas o aumento acima da necessidade faz com que o *turnover* diminua. Neste mesmo estudo, demonstrou-se que dietas com baixa concentração de proteína não alteraram significativamente a quebra e a síntese protéica no cão, sendo o mesmo foi verificado quando os cães foram privados de alimento. O estudo permitiu verificar que em dietas com alta concentração protéica, em relação ao carboidrato, não foi adequado para o aumento no *turnover* protéico em resposta ao aumento no consumo deste nutriente. No caso de excesso no consumo protéico, aminoácidos, aqueles que podem

ser tóxicos em excesso e não são armazenados, precisam ser excretados rapidamente pelo organismo. Nestas situações, o fluxo de proteína consumida poderia ser suficientemente alta para sobrecarregar o metabolismo de aminoácidos, então o fluxo de proteína excretada aumenta na tentativa de diminuir o excesso.

No presente estudo, houve a preocupação em produzir dietas experimentais isonutrientes, com adequada relação entre proteína e energia e com perfil aminoacídico similar entre tratamentos. Podendo ser observado, na tabela 11, que a quantidade (em gramas por MS) de nitrogênio ingerido não variou entre os tratamentos ($p>0,05$).

Apesar da diferença numérica no balanço de nitrogênio entre 174,9 a 210,54 mg de nitrogênio por kg de peso metabólico ($PM^{0,75}$) por dia, não houve diferença estatística ($p=0,8313$) entre os tratamentos. Também não houve diferença para as observações em relação ao volume de urina excretado e quantidade de nitrogênio excretado via urinária e fecal (Tabela 11).

Tabela 11. Volume urinário e balanço de nitrogênio dos cães mediante consumo de níveis crescentes de inclusão das leveduras

Item	Dietas						Regressão ²				
	Autolisada			Íntegra			Linear		Quadrático		
	Basal	7,50%	15%	7,50%	15%	CV (%) ¹	Valor de p	Autolisada	Íntegra	Autolisada	Íntegra
mL urina/dia	232,00	256,28	186,71	177,43	210,71	46,25	0,3625	0,4429	0,6990	0,3602	0,3616
Balanço Nitrogênio (N mg/Kg peso metabólico/dia) ³	210,51	174,90	190,61	210,34	179,64	59,36	0,8313	0,7758	0,5720	0,6719	0,7461
N ingerido (g MS)	35,45	33,07	29,49	32,54	32,63	33,30	0,9434	0,2909	0,6156	0,9033	0,7564
N excretado											
N fecal (g MS)	5,19	5,42	5,70	5,39	5,67	34,81	0,9857	0,62	0,5844	0,9805	0,9524
N urinário (g MS)	23,17	22,68	18,65	20,52	21,76	33,28	0,8177	0,2619	0,6816	0,6149	0,5165

¹ Coeficiente de variação

² Valores de p(0,005)

³ Peso metabólico= (peso em Kg)^{0,75}

Deve-se considerar que as dietas do presente estudo não utilizaram fontes purificadas, porém proporcionaram valores de BN próximos aos encontrados por RISSER, et al. (1946), que avaliaram a qualidade da proteína com base no balanço de nitrogênio de cães. Os autores verificaram que dietas com base de caseína suplementada por aminoácidos sintéticos, como DL-metionina e cisteína proporcionaram balanços de nitrogênio que variaram de 80 a 120 mg por kg de peso metabólico ($PM^{0,75}$) por dia, inferiores aos tidos neste estudo.

As enzimas envolvidas no ciclo da uréia, tais como arginase, arginosuccinato sintetase, arginosuccinato liase, entre outras, assim como aquelas que preparam amino-grupos para serem introduzidos no ciclo da uréia, como alanina aminotransferase; aspartato aminotransferase; glutamato desidrogenase, têm sua atividade diretamente regulada em função da ingestão de nitrogênio dietético e, em resposta à baixa ingestão deste elemento, a perda de nitrogênio urinário tende a se reduzir como adaptação metabólica à ingestão protéica insuficiente (DAS & WATERLOW, 1974). Esta adaptação está diretamente ligada à demanda de nitrogênio hepático e também à qualidade da fonte protéica consumida por ratos saudáveis, sendo perceptível nos casos de aumento ou redução na ingestão de proteína dietética (DAS & WATERLOW, 1974). Por sua vez em gatos, as excreções urinárias diárias de nitrogênio e de uréia são diretamente proporcionais à ingestão de proteína na ração (HENDRIKS et al. 1997).

Diante destes achados foi possível considerar que apesar do balanço de nitrogênio ser passível de alterações em razão de diversos fatores, devendo ser minimizados, possibilitando assim, a observação. Logo, mesmo com aumento linear de dos níveis de ambas as leveduras de cana-de-açúcar, estas demonstraram estar em quantidade adequada para dietas caninas, além da adequada relação da dieta com energia.

4.2.4. Uréia Sérica Pós-Prandial

A utilização da proteína dietética depende não somente de sua absorção, mas também de sua utilização depois de absorvido. As fontes protéicas freqüentemente são avaliadas com base em seu valor biológico (VB), sendo este definido como a porcentagem de nitrogênio absorvido pelo trato gastrointestinal, que é disponível para funções produtivas do organismo. A concentração plasmática de aminoácidos não específicos em animais alimentados com dietas protéicas pode auxiliar no estabelecimento da necessidade dos aminoácidos ou na determinação da biodisponibilidade da proteína utilizada.

A uréia é o principal produto final nitrogenado proveniente do catabolismo em animais não ruminantes, é sintetizada no fígado e excretada pelo rim na urina (EGGUM, 1970). Desta forma, a uréia sanguínea é elevada quando o animal consome dietas com concentrações de proteínas tanto abaixo quanto acima da necessidade, dietas deficientes ou desbalanceadas em um ou mais aminoácidos (EGGUM, 1970 e POND et al. 1995). Logo, a concentração deste parâmetro no sangue permite avaliar a qualidade e a necessidade de proteína dietética.

Na tabela 12 é possível observar os valores da uréia sérica presentes no plasma dos cães em jejum e após a alimentação com as dietas experimentais.

Tabela 12. Incremento de uréia sérica pós-prandial em cães alimentados com as dietas experimentais (mg/dL) (média $\pm$ erro padrão da média)

Tempos (horas)	Dietas ¹					Média ²	Valor de p
	Basal	7,5% Autolisada	15% Autolisada	7,5% Íntegra	15% Íntegra		
0 (jejum)	33,78 $\pm$ 3,67	30,46 $\pm$ 3,08	26,55 $\pm$ 2,27	30,12 $\pm$ 1,45	33,61 $\pm$ 3,87	31,08 $\pm$ 1,35 ^e	0,2918
1	33,80 $\pm$ 3,52	32,21 $\pm$ 3,49	31,38 $\pm$ 1,63	32,66 $\pm$ 1,93	36,81 $\pm$ 4,26	33,48 $\pm$ 1,38 ^d	0,5918
2	39,06 $\pm$ 4,47	37,02 $\pm$ 3,47	37,32 $\pm$ 2,57	39,24 $\pm$ 2,55	43,29 $\pm$ 4,51	39,30 $\pm$ 1,58 ^{bc}	0,3800
3	45,27 $\pm$ 5,12	41,80 $\pm$ 3,78	41,82 $\pm$ 3,57	44,09 $\pm$ 4,03	49,82 $\pm$ 5,61	44,72 $\pm$ 1,97 ^{ab}	0,1269
4	48,68 $\pm$ 6,28	45,18 $\pm$ 3,89	42,87 $\pm$ 3,89	46,25 $\pm$ 4,71	51,47 $\pm$ 4,41	47,11 $\pm$ 2,05 ^{bcd}	0,1701
5	41,88 $\pm$ 5,78	47,32 $\pm$ 5,00	36,72 $\pm$ 5,80	41,02 $\pm$ 4,62	51,38 $\pm$ 6,05	43,95 $\pm$ 2,45 ^a	0,0004
6	50,58 $\pm$ 7,18	47,26 $\pm$ 5,58	45,08 $\pm$ 4,94	47,33 $\pm$ 4,64	58,80 $\pm$ 6,77	50,07 $\pm$ 2,64 ^{ab}	0,0007
7	48,31 $\pm$ 6,45	46,52 $\pm$ 5,74	41,05 $\pm$ 4,53	48,12 $\pm$ 5,49	55,94 $\pm$ 7,40	48,32 $\pm$ 2,67 ^{abc}	0,0019
8	46,27 $\pm$ 6,16	45,12 $\pm$ 4,68	41,45 $\pm$ 4,92	42,46 $\pm$ 4,35	55,97 $\pm$ 6,78	46,53 $\pm$ 2,47 ^{abc}	0,0002
9	43,26 $\pm$ 5,82	43,42 $\pm$ 5,14	42,05 $\pm$ 4,41	40,89 $\pm$ 4,60	48,76 $\pm$ 3,52	43,85 $\pm$ 2,05 ^{bcd}	0,1747
10	42,05 $\pm$ 6,23	40,50 $\pm$ 4,46	39,19 $\pm$ 3,89	38,58 $\pm$ 3,77	47,64 $\pm$ 3,53	41,79 $\pm$ 1,97 ^{cd}	0,0622
Média ²	43,00 $\pm$ 1,7 ^A	41,53 $\pm$ 1,43 ^A	39,11 $\pm$ 1,32 ^A	40,98 $\pm$ 1,30 ^A	48,50 $\pm$ 1,75 ^A	-	-
p (0,05)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-
Níveis mínimo	33,78	30,46	26,55	30,12	33,61	-	-
Níveis médio	43,00	41,53	38,68	40,98	48,50	-	-
Níveis máximo	50,58	47,31	45,08	48,12	58,80	-	-
AAC (mg/dL/h) **	435,03 ^A $\pm$ 52,10	421,32 ^A $\pm$ 42,00	396,96 ^A $\pm$ 31,47	416,45 ^A $\pm$ 34,69	492,88 ^A $\pm$ 48,10	-	0,6287

¹ n=6 animais

² Média com mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05);

³ AAC – área abaixo da curva

A importância deste parâmetro sanguíneo é verificado em clínica médica veterinária, sendo que uma ou várias medidas da concentração plasmática de uréia são usadas para avaliar o *status* funcional do rim. Entretanto, em carnívoros como cães, gatos e minks, o diagnóstico pelo valor destas medidas pode ser limitante ou incerto, pois são afetados por fatores não-renais e particularmente pela quantidade e qualidade da proteína dietética consumida (TAUSON & WAMBEG, 1998).

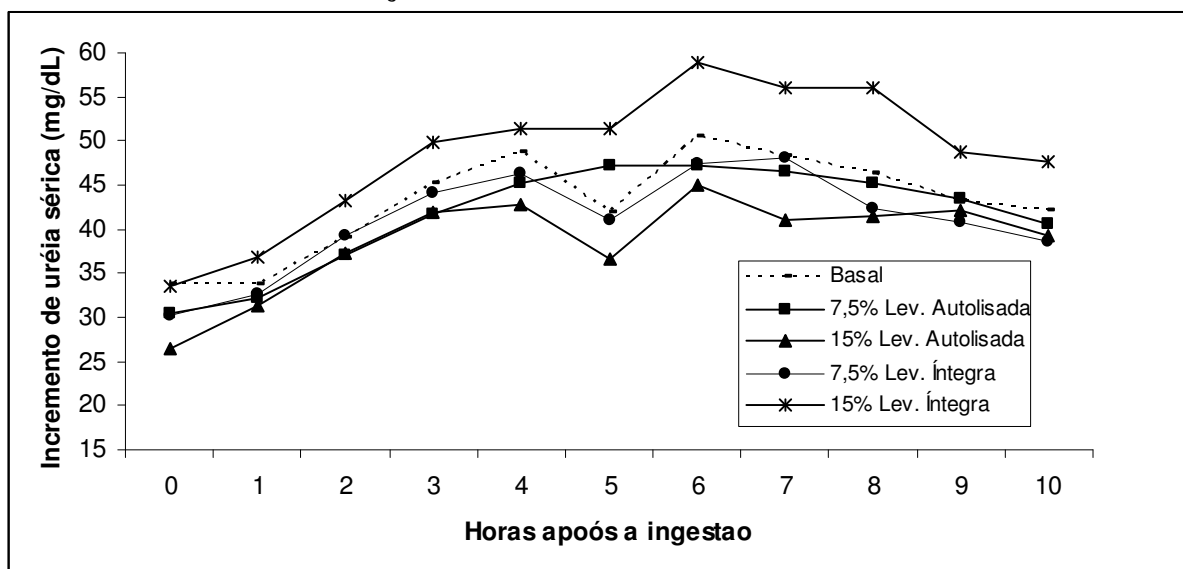
Neste estudo, observando as médias dos tratamentos é possível avaliar que não houve influência do aumento da inclusão dos ingredientes nos teores da uréia sérica pós-prandial ($p > 0,05$), assim como não houve influência entre as leveduras de cana-de-açúcar (Tabela 12). Houve variação na concentração de uréia sérica durante as horas, sendo um comportamento fisiológico esperado. Com isso, as leveduras de cana-de-açúcar, utilizadas como ingredientes protéicos, mostraram qualidade adequada quando utilizada na alimentação de cães.

De acordo com WATSON et al. (1981) a resposta de uréia plasmática em cães foi diferente quando os animais foram alimentados com carne crua ou com carne tratada por calor. A resposta pós-prandial de uréia foi afetada pelo processamento. Nos trabalhos realizados por CARCIOFI, et al. (2009) e OLIVEIRA (2009), o tratamento que promoveu o maior incremento sérico de uréia nos cães foram aqueles que continham farinha de carne e ossos esterilizada, sugerindo que parte de seus aminoácidos pode ter sido indisponibilizada para a síntese protéica. Esses aminoácidos depois de absorvidos podem ter sido deaminados e transformados em uréia para serem eliminados via urina (FORD & SHORROCK, 1971).

Isto pode ter ocorrido por diferenças de digestibilidade de alguns aminoácidos, ou por maior indisponibilidade destes. Esta indisponibilidade decorre de danos a sua estrutura (isomerização, formação de novas ligações peptídicas e reação de Maillard), causados por temperatura, tempo e pressão durante os tratamentos industriais (FORD & SHORROCK, 1971; SHIRLEY & PARSONS, 2001); ou seja, o processamento pode alterar a disponibilidade dos aminoácidos. Neste trabalho todas as dietas foram igualmente processadas, embora as leveduras sofressem previamente processamentos diferentes, o que pode ter causado similaridade entre os tratamentos.

As flutuações nas concentrações de uréia sérica, entre as horas e os tratamentos, podem ser observadas na figura 6.

Figura 6. Incrementos de uréia sérica pós-prandial dos cães, segundo os efeitos da inclusão de levedura de cana-de-açúcar



Como descrito anteriormente, a uréia sérica permite avaliar a qualidade da proteína dietética e juntamente, com o balanço de nitrogênio é possível considerar que a levedura de cana-de-açúcar, nestas quantidades e a relação proteína e energia, demonstraram prover adequado perfil aminoacídico aos cães, não havendo diferença entre o tipo de levedura de cana-de-açúcar fornecida.

4.2.5. *Teste de Preferência*

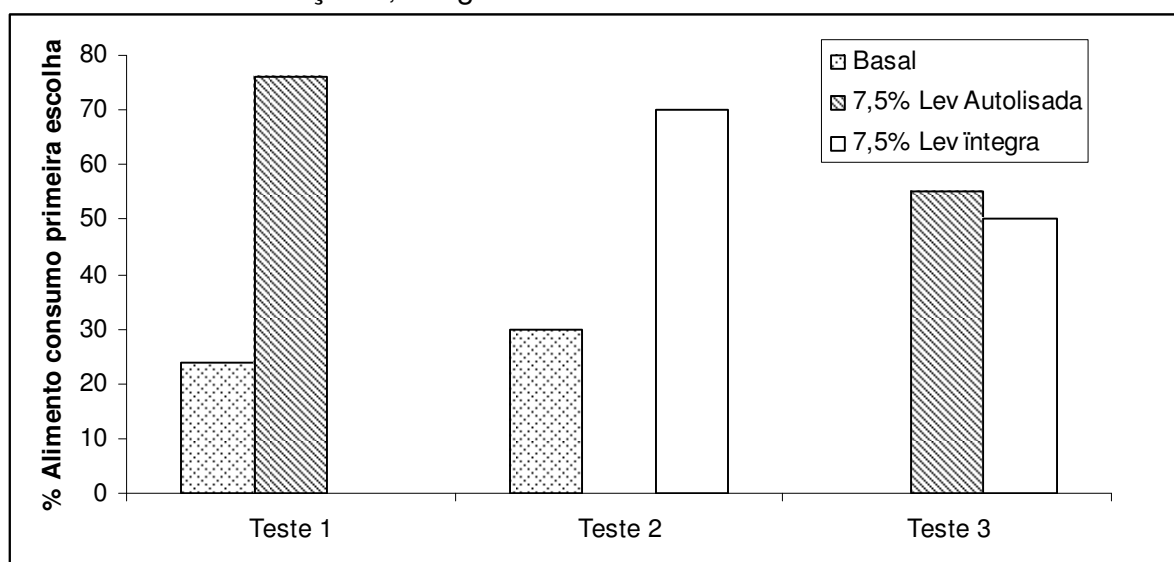
Cães quando possuem mais de uma opção de alimento, sua primeira escolha é feita pelo olfato, mas não necessariamente este será o eleito pela sua preferência em relação ao seu paladar, podendo assim, após a ingestão de certa quantidade de um alimento, alterar sua escolha. Com isso, o teste de preferência realizado no presente estudo avaliou dois parâmetros, primeira escolha do animal e taxa de consumo.

No painel de preferência do alimento (teste 1) comparou-se a dieta referência (sem levedura) com aquela contendo 7,5% de levedura de cana-de-açúcar autolisada (7,5LA). Verificou-se que 76% dos animais realizaram a primeira escolha optando pela dieta 7,5LA ($p < 0,01$). O mesmo foi observado para a taxa de consumo, no qual 74% dos cães preferiram consumir o alimento 7,5LA, demonstrando diferença na palatabilidade entre as dietas ($p < 0,001$). A dieta contendo levedura de cana-de-açúcar continuou sendo a preferida entre os cães do teste 2, onde foi comparada dieta referência e dieta com 7,5% de levedura íntegra (7,5LI). Neste teste, 70% dos animais escolheram a dieta 7,5LI como primeira opção e apresentaram preferência pelo seu consumo ($p < 0,05$).

As leveduras de cana-de-açúcar, autolisada e íntegra, avaliadas no presente estudo diferiram quanto a preferência dos cães, quando comparadas com a dieta referência, indicando que houve grande aceitabilidade dos alimentos por parte dos cães.

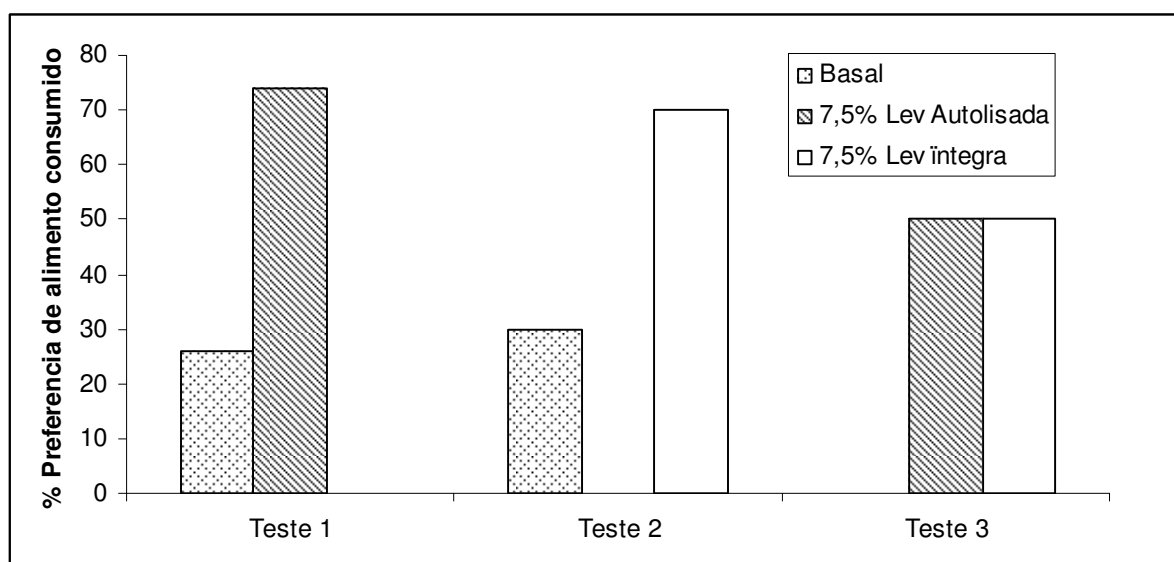
A figura 7 demonstra os resultados dos testes para o parâmetro primeira escolha de alimento, este permite definir a atratividade do alimento.

Figura 7. Comparações dos testes de primeira escolha de alimento basal e 7,5% de levedura de cana-de-açúcar, íntegra e autolisada



Por sua vez, a figura 8 ilustra os resultados de consumo dos alimentos, o que permite avaliar qual a dieta preferida pelo cão.

Figura 8. Comparações das taxas de consumo de alimento basal e 7,5% de levedura de cana-de-açúcar, íntegra e autolisada



No teste 3, foi realizada a comparação entre as dietas contendo 7,5% de levedura de cana-de-açúcar autolisada (7,5LA) e íntegra (7,5LI). Observou-se que 55% dos cães optaram como primeira escolha pelo alimento 7,5LA ($p < 0,05$). Porém, a taxa de consumo foi de 50% para ambas as dietas, ou seja não houve diferença significativa entre as leveduras autolisada e íntegra

Os resultados verificados no presente estudo corroboram com os achados de TESHIMA et al. (2007) que ao adicionarem 2% de conteúdo celular de levedura (NUPRO 2000, Alltech Agro Industrial Ltda.) em dietas para cães, observaram aumento de 34% na ingestão em relação à dieta isenta do ingrediente. PEZZATO, et al. (2006) em estudo com tilápia-do-nilo, também verificaram aumento no consumo de dieta contendo levedura autolisada.

A boa aceitação de levedura de cana-de-açúcar por parte dos animais se deve a sua concentração em glutamato e em nucleotídeos, os quais são substâncias *umami*, que além de promoverem sabor, possuem a capacidade de intensificar os demais sabores devido a presença do íon sódio (KONOSU et al. 1987; UGAWA & KURIHARA 1993,1994 e KURIHARA & KASHIWAYANAGI, 2000).

Em estudo realizado por TÔRRES et al. (2003), foram utilizadas dietas purificadas, nas quais a fonte de proteína era a caseína e a proteína isolada de soja (1:1), com variação nas concentrações de sacarose e de proteína para verificar o que determinaria a escolha do cão. Os autores verificaram que não houve diferença na escolha dos alimentos em dietas contendo nível igual de sacarose (6,4% vs 6,4%) e com variação na energia metabolizável proveniente da proteína de 0 vs 25%;. O mesmo ocorreu quando testaram uma dieta sem proteína com maior percentagem de sacarose (17 vs 6,4%) e outra dieta contendo proteína e a menor concentração de sacarose. Em outro painel realizado, adicionaram mais sacarose na dieta sem proteína e mantiveram o nível de sacarose na dieta com proteína (25 vs. 6,4%), neste os autores observaram diferença de preferência pela dieta que houve maior adição de sacarose. Por sua vez, os autores ofereceram dietas contendo diversas concentrações de energia metabolizável proveniente da proteína (0 vs 25% e 25 vs 48%), nesta situação os cães

optaram pelas dietas com 25%. Verificaram que, neste caso, cães controlam o consumo de alimento conforme a ingestão energética.

Uma vez atendida a demanda energética do animal, o que definirá sua escolha será sua preferência que é determinada pelo olfato e/ou palatabilidade. A recusa de um ingrediente pelos animais acarreta o insucesso deste. Todavia, a levedura se mostrou um ingrediente adequado quanto a preferência por cães, podendo ser utilizada em dietas para estes animais.

5. CONCLUSÕES

Os resultados encontrados demonstraram que a levedura de cerveja possui maior coeficiente de digestibilidade aparente do que as canas-de-açúcar autolisada e íntegra, tendo como coeficientes de digestibilidade aparente da PB (96,47, 62,98 e 74,70%) e EB (84,01, 68,43 e 75,95%), respectivamente por levedura. Também tiveram resultados satisfatórios às dietas caninas que utilizaram as leveduras de cana-de-açúcar, autolisada e íntegra, como fonte protéica, não havendo diferença estatística, entre as dietas e os diferentes teores de inclusão, para a energia metabolizável e os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes MS, MO, PB, EEA, FDN e EB.

REFERÊNCIAS

AAFCO – Association of American Feed Control Officials. **Official Publications 2004** Association of American Feed Control Officials, 2004.

ALBINO, L.F.T., SILVA, M.A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: Simpósio internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos, 1996, Viçosa. **Anais I Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos** Viçosa: UFV, 1996. p.303-318.

AMORIM, H.V., LOPES, M.L. Tecnologia, sobre processamento de leveduras vivas, inativas e seus derivados: conceitos básicos. In: I Congresso Internacional sobre Uso da Levedura na Alimentação Animal, 2009, Campinas. **Anais I Congresso Internacional sobre Uso da Levedura na Alimentação Animal**, Campinas:CBNA, 2009. p. 5-20.

ANFALPET – Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos para Animais de Estimação – **Guia Nutricional Pet**, jan., 2007

AGUS, M.S.D. et al. Dietary composition and physiologic adaptations to energy restriction. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.71, p.901-907, 2000.

ALLISON, J. B. Optimal nutrition correlated with nitrogen retention. **American Journal Clinical Nutrition**. 4: 662–672, 1956

ALLISON, J.B. and ANDERSON, J.A. The Relation between Absorbed Nitrogen, Nitrogen Balance and Biological Value of Proteins in Adult Dogs: Two Figures. *Journal of Nutrition*, Jun 1945; 29: 413 - 420.

ARAÚJO, L.F. et al. Utilização da levedura desidratada (*Saccharomyces cerevisiae*) para leitões na fase inicial. **Ciência Rural**, v.36, n.5, p. 1576-1581, set/out, 2006.

ARNOLD, W.N. In: **Yeast cell envelopes; biochemistry**, biophysics and ultrastructure. (W:N: Arnold ed.), vol2, pp.2-46. CRC Press, Boca Raton., 1981

ARNOLD, A. and SCHAD, J. S. Nitrogen balance studies with dogs on casein or methionine-supplemented casein. **Journal of Nutrition**. 53: 265–273. 1954.

AOAC – Association of the Official Analytical Chemists. **Official and Tentative Methods of Analysis**, 16. Ed. Washington, DC: AOAC International, 1995.

BANCOR BRASIL Tratamento de vinhaças & produção de biogás Disponível em:<http://images.google.com.br/imgres?imgurl=http://www.bancor.com.br/Vinha%25E7a/EsquemaBiodigVinha%25E7a%2BLeveduras.png&imgrefurl=http://www.bancor.com.br/vinha%25E7a.htm&usq= SLGm4xm 0GZHEIsKz22myAEVJM=&h=375&w=620&sz=215&hl=pt-BR&start=36&um=1&tbnid=1OEw2QJvV - wqM:&tbnh=82&tbnw=136&prev=/images%3Fq%3Dprocessamento%2Blevedura%26ndsp%3D18%26hl%3Dpt-BR%26rlz%3D1T4ADBF_pt-BRBR317BR317%26sa%3DN%26start%3D18%26um%3D1>. Acesso em: 12/maio/2009

BATH, D., DUNBAR, J., KING, J. et al.. Byproducts and unusual feedstuffs. **Feedstuffs**, 71(31). 1999.

BATTISTI, J.A. et al. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos para suínos com diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.14, p.141-150, 1985.

BENNET, S. Interest of a systemic approach in pet food palatability. In:FÓRUM PET FOOD DA AMÉRICA LATINA, 3., 2004, São Paulo. **Anais...**São Paulo:Vnu Business Media, 2004. p. 71-

BIODIESEL bons caminhos para a soja também no mercado interno. Revista Rural, 2006. Disponível em: http://www.revistarural.com.br/edicoes/2006/Artigos/rev99_biodiesel.htm.> Acesso em: 20/fev/2008

BOUDREAU J.C. **Neurophysiology and stimulus chemistry of mammalian taste systems**. In: Teranishi R, Buttery RG, Shahadi F, editors. Flavor chemistry trends and developments. American Chemical Society Symposium Series no 67; Washington, DC: American Chemical Society; 1989. p. 122–37.

BOUDREAU JC, SIVAKUMAR L, Do LT, White TD, Oravec J, Hoang NK. Neurophysiology of geniculate ganglion (facial nerve) taste systems: species comparisons. **Chemical Senses**. 1985;10:89–127.

BOURGEOIS, C. M. y LARPENT, J. P. **Microbiologia Alimentar**. Volumen 2: Fermentaciones alimentarias. Zaragoza: Acribia, p. 19-29. 1995.

BRADSHAW JW. Sensory and experiential factors in the design of foods for domestic dogs and cats. **Proc Nutr Soc.**;50:99–106. 1991.

BRADSHAW, J. W. S. The evolutionary basis for the feeding behavior of domestic dogs (*Canis familiaris*) and cats (*Felis catus*). **Journal Nutrition**, v.136, p. 1927-1931, 2006. Supplement.

BRESSANI, R.J., BRAHAM, E, ELIAS, L.G., BALCONI, A.L., Urinary Nitrogen and Sulfur Excretion in Dogs under Different Dietary Treatments, **Journal of Nutrition**,87: 1965 p.77-84

BUTOLO, J.E. Avaliação biológica da levedura de cana (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de frangos de corte, fase inicial e engorda, substituindo-se total e parcialmente a suplementação de vitaminas do complexo B, presentes na levedura de cana. In: SEMINÁRIO DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE LEVEDURA DE CANA, 2, 1991, Piracicaba. **Anais do Seminário de Produção e Comercialização de Levedura de Cana**. Piracicaba, SP: CTC, 1991. p.47

CAMPOS NETO, O. Utilização dos subprodutos da indústria sucroalcooleira na alimentação animal. In: Simpósio sobre produção animal, 4, 1987, Brasília, DF. **Anais Simpósio sobre Produção Animal** Brasília, DF: SBZ, 1987. p.129-152

CACIOFI, A.C. Emprego de fibras em alimentos para cães e gatos. In.: **V Simpósio sobre nutrição de animais de estimação**, 2005, Campinas. Anais...Campinas:CBNA, 2005. p.95-108.

CARACTERÍSTICAS da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*). Disponível em:<<http://www.glucosinternacional.com/levedura/levedura.php>>. Acesso em: 10/jan/2008

CARCIOFI, A. C. et al. Avaliação de fontes protéicas para a alimentação de cães. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 35. n. 3, p.754-760, 2006.

CARCIOFI, A.C., OLIVEIRA, L.D., VALÉRIO, A.G., BORGES, L.L., CARVALHO, F.M., BRUNETTO, M.A., VASCONCELLOS, R.S., Comparison of micronized whole soybeans to common protein sources in dry dog and cat diets. **Animal Feed Science and Technology**. doi:10.1016/j.anifeedsci.2009.01.002, 2009

CARVALHO, R.S. Interação entre leveduras e bactérias durante a fermentação alcoólica. Piracicaba, 2001. 74p. **Dissertação** (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

CARVALHO, Y. M. A trilogia da palatabilidade homem-animal-alimento. In: FÓRUM PET FOOD DA AMÉRICA LATINA, 5., 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: In: business media, 2006. p. 5.

CASE, L. P.; CAREY, D.P.; HIRAKAWA, D.A. **Nutrição Canina e Felina** – Manual para profissionais. Madri, Harcourt Brace, 1998, 424p.

CASTILHO, W. et al. Efeito da substituição do farelo de soja pela levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) desidratada como fonte de proteína em dietas para leitões desmamados sobre peso de órgão digestivos e atividade das enzimas pancreáticas. **Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal**, v. 12, n. 1, p. 12-20, 2004.

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

DALE, N. Ingredient analysis table: 1999 edition. 1999. **Feedstuffs**, 71(31):24-31.

DAS, T.K. and WATERLOW, J. C. The rate of adaptation of urea cycle enzymes, aminotransferases and glutamic dehydrogenase to changes in dietary protein intake. **British Journal Nutrition**, 1974, v.32 p.353-373

DATAAGRO (2008). Índices mercadológicos. Disponível em <www.dataagro.com.br>. Acesso em: 12/maio/2009

DEFINIR as melhores condições para a levedura aumentar proporcionalmente o teor protéico interno da levedura no processamento - projeto da UNESP –Campus de Assis. Disponível em: <<http://www.unesp.br/prope/protecn/Industria/Industr13b.htm>>. Acesso em: 10/jan/2008

DESTINACAO de milho para energia ameaça segurança alimentar .Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/energia/destinacao-de-milho-para-energia-ameaca-seguranca-alimentar.htm>>. Acesso em: 20/fev/2008

DUST, J.M., GRIESHOP, C.M., PARSONS, C.M., KARR-LILIENTHAL, L.K., SCHASTEEN, C.S., QUIGLEY, J.D., MERCHEN, N.R., FAHEY, G.C. Chemical

composition, protein quality, palatability, and digestibility of alternative protein sources for dogs. **Journal of Animal Science** 2005 83: 2414-2422

EGGUM, B. O. 1970. Blood urea measurement as a technique for assessing protein quality. **Br. J. Nutr.** 24:983–988.

ÚNICA, Estimativa de expansão da produção no Brasil. Disponível em: <www.unica.com.br>. Acesso em: 12/maio/2009

FAIPOUX, R. et al. Yeast proteins enhance satiety in rats. **Journal of Nutrition** 136:2350-2356, Set.,2006

FAN, M.Z. and SAUER, W.C. Determination of apparent ileal amino acid digestibility in peas for pigs with the direct, difference and regression methods. **Livestock Production Science**, v.44, p.61-72, 1995.

FLEET. G.H. **Cell walls**. In: ROSE, A.H. & HARRISON, J.S. The yeast. Vol.4 - Yeast organelles, 2° ed. London: Academic press, 1991. cap.5 p.199-264

FERRELL F. Effects of restricted dietary flavor experience before weaning on postweaning food preference in puppies. **Rev. Neurosci Biobehav** 1984;8:191–8.

FIBRA bruta esquema weende. Disponível em: <<http://www.isa.utl.pt/dqaa/TLQB/Weende.pdf>>. Acesso em: 02/junho/2009

FORD, J. E.; SHORROCK, C. Metabolism of heat damaged proteins in rat. **Br. J. Nutr.**,v. 26, p. 311-322, 1971.

FREGLY MJ. **On the spontaneous intake of NaCl solution by dogs**. In: Kare MR, Fregly MJ, Bernard RA, editors. Biological and behavioral aspects of salt intake. New York: Academic Press; 1980. p. 55–68.

FURCO, A.M. Produção de biomassa de levedura em destilarias de álcool. In: “Workshop” Produção de biomassa de levedura: Utilização em alimentação humana e animal, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL, 1996. p.52-58.

GARCIA, F. Suplementação alimentar com beta-glucano e mananoligossacarídeo para tilápias do Nilo em tanques-rede. 2008. 100f. **Tese** (Doutorado em Aquicultura) – Faculdade de Ciencias Agrarias e Veterinarias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

GARLICK, P. J., CLUGSTON, G. A., SWICK, R. W. & WATERLOW, J. C. (1980) Diurnal pattern of protein and energy metabolism in man. **Am. J. Clin. Nutr.** 33: 1983–1986.

GEISLER, P. W., SHULMAN, C. E., PRINCE, R. J., MUTEMI, W., MNAZI, C., FRIIS, H. & LOWE, B. Geophagy, iron status and anaemia among pregnant women on the coast of Kenya. Trans. **R. Soc. Trop. Med. Hyg.** 92: 549–553, 1998.

Van Soest P J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **J. Ass. Offic. Agr. Chem.** 46:829-35, 1963.

GOMES, M.O.S. Efeito da adição de parede celular de levedura sobre a digestibilidade, microbiota, ácidos graxos de cadeia curta e aminas fecais e parâmetros hematológicos e imunológicos de cães. **Tese** mestrado Jaboticabal, 2009 79 f.: il.

GRANGEIRO, M.G.A. et al. Inclusão da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas para frango de corte. **Revista Brasileira. Zootecnia.**, 30(3): 766-773, 2001.

GRIFFIN RW, SCOTT GC, CANTE CJ. Food preferences of dogs housed in testing-kennels and in consumers' homes: some comparisons. **Rev Neurosci Biobehav.** 1984;8:253–9.

GRIFFIN, R. W. Palatability testing : parameters and analyses that influence test conclusions. In: KVAMME, J. L.; PHILLIPS, T. D. **Petfood technology**. Illinois: Watt publishing company, 2003. p. 187-193.

GHIRALDINI, J.A. and ROSELI, C.E.V. Caracterização e qualidade de levedura desidratada para a alimentação animal. In: Simpósio sobre tecnologia da produção e utilização da levedura desidratada na alimentação animal. **Anais...** CBNA, Campinas., p.27-49, 1997.

HAROLD L. B and ALLISON, J.B. Some effects of caloric intake on nitrogen balance in dogs. **Journal of Nutrition** 1951, p.423-431

HENDRIKS, W.H.; MOUGHAN, P.J.; TARTTELIN, M.F. Urinary Excretion of Endogenous Nitrogen Metabolites in Adult Domestic Cats Using a Protein-Free Diet and the Regression Technique. **Journal of Nutrition**, v.127, p.623-629, 1997.

HENDRIKS, W. H. et al. Heat processing changes the protein quality of canned cat foods as measured with a rat bioassay. **J. Anim. Sci.**, v. 77, p. 669-676, 1999.

HENDRIKS, W. H. et al. Nutritional quality and variation of meat and bone meal. **Asian Australasian J. Anim. Sci.**, v.15, n.10, p. 1507-1516, 2002.

HENDRIX, D. L. Rapid extraction and analysis of nonstructural carbohydrates in plant tissues. **Crop Science**, Madison, v.25, p.1306-1311, 1993.

HISANO H., SAMPAIO F. G., BARROS M.M. e PEZZATO L.E. Composição nutricional e digestibilidade aparente da levedura íntegra, da levedura autolisada e da parede celular pela tilápia-do-nilo **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 43-49, 2008

HOLM, J.I.; BJORCK, A.; DREWS, N.G. ASP. A rapid method for the analysis of starch. **Starch/Stärke**, v.38, p.224-226, 1986.

HORRI, J. Características gerais das leveduras: classificação, morfologia, citologia, reprodução e fisiologia. **I seminário sobre tecnologia e economia do álcool**. Piracicaba, SP 1980 p.27-35.

HOUP, K. A., COREN, B., HINTZ, H. F. AND HILDERBRANT, J. E. (1979) Effect of sex and reproductive status on sucrose preference, food intake, and body weight of dogs. **J. Am. Vet. Med. Assoc.** 174: 1083–1085.

HOUP K.A., HINTZ H.F., SHEPHERD P. The role of olfaction in canine food preferences. **Chem Senses**. 1978;3:281–90.

HUMBERT, B. MARTIN, L., DUMON, H., DARMAUN, D. and NGUYEN, P. Dietary Protein Level Affects Protein Metabolism during the Postabsorptive State in Dogs. **Journal of Nutrition**. 132: 1676S–1678S, 2002

ICC – International Association for Cereal Science and Technology. **Standard Methods**. Determination of starch content by calcium chloride dissolution. n.122/1, 1995, Vienna.

ICIDCA. Instituto Cubano de Pesquisa dos Derivados da Cana-de-açúcar. Manual dos derivados da cana-de-açúcar: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros derivados, resíduos, energia. Brasília: **ABIPTI**, 1999. p. 49-55, 267-271, 297-301.

ICONTECH (2009). Sangria de levedura. Disponível em: <<http://www.icon-sa.com.br/hotsite/index.swf> 18/05>. Acesso em: 12/maio/2009

INDICES mercadológicos da indústria de alimentos pet. Disponível em:<http://anfalpet.org.br/Site/principal.php?id_menu=6>. Acesso em: 09/jan/2009

ANFAVEA Índices mercadológicos do álcool. Disponível em: <www.anfavea.com.br>. 12/maio/2009

KAWAUCHI, I.M. Farelo de glúten de milho 21 na alimentação de cães adultos. 2008. 71f. **Dissertacao** (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciencias Agrarias e Veterinarias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

KARKALAS, J.J. An improved enzymatic methods for determination of native and modified starch. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.36, p.1019-1027, 1985.

KENDALL, P. T., BLAZA, S. E. AND HOLME, D. W. (1982) Assessment of endogenous nitrogen output in adult dogs of contrasting size using a protein-free diet. **Journal of Nutrition**. 112: 1281–1286

KIENZLE, E.; BIOURGE, V.; SCHÖNMEIER, A. Prediction of energy digestibility in complete dry foods for dogs and cats by total dietary fiber. **The Journal of Nutrition**, v.136, p.2041S-2044S, 2006.

KOHN R.A., DINNEEN, M. M. AND RUSSEK-COHEN, E. Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs, and rats **J Anim Sci** 2005. 83:879-889.

KONOSU, S., HAYASHI, T. & YAMAGUCHI, K. **Role of extractive components of boiled crab in producing the characteristic flavor**. In: Umami: A Basic Taste (Kawamura, Y. & Kare, M. R., eds. p. 235–253. Marcel Dekker, New York, NY.1987

KUMAZAWA T and KURIHARA K. Large enhancement of canine taste responses to sugars by salts. **J Gen Physiol**. 1990;95:1007–18.

KUMAZAWA, T.; NAKAMURA, M.; KURIHARA, K. Canine taste nerveresponses to umami substances. **Physiology & Behavior**, v. 49, n. 5, p. 875-81,May 1991.

KUNINAKA, A. Studies on taste of ribonucleic acid derivatives. **J. Agric. Chem. Soc. Jpn.** 34: 487–492. 1960

KUNINAKA, A. The Nucleotides, a Rationale of Research on Flavor Potentiation. **Symposium on Flavor Potentiation**, p. 4–9. Arthur D. Little, Cambridge, MA. 1964

KURIHARA, K.; KASHIWAYANAGI, M. Physiological studies on umami taste. **Journal Nutrition**, Sapporo, v. 130, p. 931-934, 2000. Supplement.

KVAMME, J. L. What is palatability. In: KVAMME, J. L.; PHILLIPS, T. D. **Petfood technology**. Illinois: Watt, 2003. p. 176-177.

LANDELL FILHO, L.C. et al. Utilização da levedura de centrifugação da vinhaça (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte protéica para leitões na fase inicial (10 a 30kg de peso vivo). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.283-291, 1994.

LEGISLACAO ambiental resoluções e leis. Disponível em:<<http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/gerenciamentoderesiduos/LeisLegisAmbient.htm> 21/05> Acesso em: 15/maio/2009

LEVIN, B. E. and DUNN-MEYNELL, A. A. Defense of body weight depends on dietary composition and palatability in rats with diet-induced obesity. **Am. J. Physiol.** 282: R46–R54. 2002

LIMA, L.M.S. Extrato de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas para gatos adultos. **Tese** mestrado Lavras: UFLA, 2008 87 p.: il.

MAIA, G.A.R.; FONSECA, J.B.; SOARES, R.T.R.N.; SILVA, M.A.; SOUZA, C.L.M. Desempenho de poedeiras comerciais alimentadas com levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.2, p.163-171, 2001.

MACARI, M. e MAIORKA, A. Funcao gastrintestinal e seu impacto no rendimento avicola. In: CONFERENCIA APINCO 2000 DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVICOLAS, 2000, Campinas. **Anais...**, Campinas: FACTA, 2000. p.161-174.

MACFARLANE, G.T.and CUMMINGS, J.H. Probiotics and prebiotics: can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health? **British Medical Journal**, v. 18, p.999-1003, 1999.

MATOS, 2005. Tratamento de resíduos agroindustriais. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dec/simea/apresentacoes/CursoMatosFEAM2005.pdf>>. Acesso em: 18/maio/2009

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTUZ, N.W.; SINGSEN, E.P. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. p 3-11.

MERCADO cana-de-açúcar. Disponível em: <http://www.canaoeste.com.br/estatisticas/setor_fev2008/consumo_de_etanol_no_mercado_interno2406.pdf> 10:18. Acesso em: 12/maio/2009

MOREIRA, I. et al. Uso da levedura seca por “spray-dry” como fonte de proteína para suínos em crescimento e terminação. **Revista. Brasileira. Zootecnia.**, v.31, p.962-969, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL **Nutrient Requirements of Dogs**. National Academy Press. Washington, 2006.

NINOMIYA, K. Natural occurrence. **Food Reviews International**, v. 14, p.177-212, 1998.

NOVAES, F.V. Matérias-primas para produção de álcool. **I seminário sobre tecnologia e economia do álcool**. Piracicaba, SP 1980 p.03-07

OLIVEIRA, L.D. Avaliação de fontes protéicas e de tratamentos industriais da farinha de carne e ossos para cães e gatos. **Tese** doutorado Jaboticabal, 2009 p 114

OSUMI, M. The ultrastructure of yeast: Cell wall formation and structure. **Micron**, v.29, n.2/3, p.207-233, 1998.

PADUA, D.M.C. Determinação da composição em aminoácidos das proteínas da levedura de álcool (*Saccharomyces cerevisiae*) seca, e da farinha de peixe como ingredientes para rações de peixe de água doce. 1997, Goiânia. **Anais das Escolas de Agronomia e Veterinária**, Goiânia, v.27, n.2, p.85-87, 1997.

PEPPLER, H.J. **Food yeasts**. In: ROSE, A.H.; HARRISON, J.S. (Eds.). *The Yeasts: Yeast technology*. London: Academic Press. v.3, p.421-462, 1970

PEREIRA, E.S. Fontes nitrogenadas e uso de *Saccharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilho: consumo, digestibilidade, balanço, nitrogenado e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira Zootecnia**, 20(2):563-572, 2001.

PEZZATO, L.E. et al. Levedura em dietas para alevinos de tilápias do Nilo. **Veterinária e Zootecnia** V.13, n.1, p.84-94, 2006.

POND, W.G.; CHURCH, D.C.; POND, K.R. **Basic Animal Nutrition and Feeding**. 4^aed. New York: John Wiley, 1995. 615p.

REEDS, P. J., and James, W. P. T.. **Nutrition: The changing scene**. Lancet 12:571–574. 1983.

ROEPCKE, C.B.S. Desenvolvimento de bioprocesso para produção de biomassa de levedura rica em zinco orgânico. **Tese** Mestrado. Curitiba, PR, UFPR, 2007

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D.C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos (composição de alimentos e exigências nutricionais)**. Viçosa, MG: UFV, 2005.186p.

RUMSEY, G.L.; KINSELLA, J.E.; SHETTY, K.J.; HUGHES, S.G. Effect of high dietary concentrations of brewer's dried yeast on growth performance and liver uricase in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Animal Feed Science and Technology**, v.33, p.177-183, 1991

RUSSO, 2005. Pet food cresce mas não anima a indústria. Disponível em: <<http://www.petbr.com.br/repor31.asp> 18/05 17:04>. Acesso em: 20/abril/2009

SAAD, F.M.O.B. et al. **Aspectos técnico-comerciais e avaliação da qualidade de alimentos para cães e gatos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005, 105p.: il. – Curso de pós-graduação “Lato Sensu” (especialização) a distância: Nutrição e alimentação de cães e gatos.

SÁ-FORTES, C.L.M. Valor nutricional de ingredientes energéticos e protéicos para cães. 2005. 74f. **Dissertação** (Tese de Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005a

SÁ-FORTES, C.L.M.; CARCIOFI, A.C.; KUANA, S.; et al. Valor nutricional da soja micronizada para cães. In: ZOOTECH, 2005b, Campo Grande, MS: **Anais ZOOTECH** Campo Grande: ZOOTECH, 2005b. CD-ROM.

SÁ-FORTES, C.L.M.; SAKOMURA, N.K.; CARCIOFI, A.C.; et al. Digestibilidade de ingredientes protéicos para cães. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005c, Goiânia: **Anais. Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia** Goiânia, GO: SBZ, 2005c. CD-ROM.

SAKAGUCHI, K., KIBI, M. and KUNINAKA, A.. **Japanese patent application** SN 11586, and **U.S. patent application** SN 756,541. 1958

SAKOMURA, N.K. e ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos** Jaboticabal:FUNEP, 2007, 283 p.:il.

SAS INSTITUTE. **SAS onlinedoc 9.13**. Cary, 2004

SANTOS, G. D. Perspectivas brasileira e mundial da produção de leveduras. In: I Congresso Internacional sobre Uso da Levedura na Alimentação Animal, 2009, Campinas. **Anais I Congresso Internacional sobre Uso da Levedura na Alimentação Animal**, Campinas:CBNA, 2009. p. 1-4.

SCHAEFFER, M. C., ROGERS, Q. R. & MORRIS, J. G. **Protein in the nutrition of dog and cat**. In: Nutrition of the Dog and Cat, 1st ed. (Burger, I. H. & Rivers, J.P.W., eds.), pp. 159–205. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 1989

SEIXAS, J.R.C., ARAUJO, W.A., FELTRIN, C.A. & MUCIO, C.R. FONTES PROTÉICAS PARA ALIMENTOS PET. **III Simpósio sobre Nutrição de Animais de Estimação 2003**. CBNA Campinas, 2003

SHIRLEY, R. B.; PARSONS, C. M. Effect of ash content on protein quality of meat and bone meal. **Poult. Sci.**, v. 80, p. 626-632, 2001.

SILVA, V.K. Extrato de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) e prebiótico na dieta pré-inicial para frangos de corte criados em diferentes temperaturas. 2006. 151f. **Dissertacao** (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciencias Agrarias e Veterinarias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

SLAGLE, S.P. and ZIMMERMAN, D.R.. Evaluation of a yeast single cell protein **with young pigs**. **Journal of animal science**, Vol. 49, No. 5, 1979

TAUSON, A.H. and WAMBERG, S. Effects of Protein Supply on Plasma Urea and Creatinine Concentrations in Female Mink (*Mustela vison*). **Journal of Nutrition**, 128: 2584S–2586S, 1998

TÔRRES, C.L., HICKENBOTTOM S.J. and ROGERS, Q.R. Palatability Affects the Percentage of Metabolizable Energy as Protein Selected by Adult Beagles. **Journal of Nutrition** v.22 n 3 p.3516-3522, 2003

TESHIMA, E.; CARCIOFI, A.C.; et al. Extrato de levedura na alimentação de cães: digestibilidade e palatabilidade. In: 44^º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007, Jaboticabal: **Anais 44^º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Jaboticabal, SP: SBZ, 2007. CD-ROOM

TIZZARD, I.R. **Imunologia veterinária: uma introdução**. 6.ed. Sao Paulo: Roca, São Paulo. 2002, 532 p.

UGAWA, T. & KURIHARA, K. Large enhancement of canine taste responses to amino acids by salts. **Am. J. Physiol.** 264: R1071–R1076. 1993

UGAWA, T. & KURIHARA, K. Enhancement of canine taste responses to umami substances by salts. **Am. J. Physiol.** 266: R944–R949. 1994

VALETE, 2001. Vaca louca abre mercado de leveduras. Disponível em: <http://www.editoravalete.com.br/site_alcoolbras/edicoes/ed_69/ed_69a.html>. 12/maio/2009

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science** 74, 3583-3597. 1991:

VASCONCELLOS, R.S. influência do teor protéico da dieta e do sexo sobre a perda e posterior manutenção do peso em gatos obesos. 2008. 99f. **Dissertação** (Doutorado) Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

VASCOCELLOS, R.S. and CARCIOFFI, A.C. Formulação de alimentos com base em nutrientes digestíveis para cães e gatos. **I Congresso internacional e VIII Simpósio sobre nutrição de animais de estimação CBNA**, Campinas, 2009

VAVILOVA, N. M. and KASSIL', V. G. **Conditioned reflex taste aversion during dog ontogeny**. Zh. Vyssh. Nervn. Deyat. Im. I P Pavlova 34: 662–668. 1984

ZENTEK, J.; DEKEYZER, A.; MISCHKE, R. Influence of dietary protein quality on nitrogen balance and some blood parameters in cats. **J. Anim. Physiol. Anim. Sci.**, v. 80, p. 63-66, 1998.

ZENTEK, J.; MARQUART, B.; PIETRZAK, T. Intestinal effects of mannanoligosaccharides, transgalactooligosaccharides, lactose and lactulose in dogs. **Journal of Nutrition**, v.132, 1682S-1684S, 2002. Suppl.

ZERVAS S. and ZIJLSTRA, R. T. Effects of dietary protein and oat hull fiber on nitrogen excretion patterns and postprandial plasma urea profiles in grower pigs **J Anim Sci** 2002. 80:3238-3246.

YAMAGUCHI, S.; NINOMIYA, K. Umami and food palatability. **Journal Nutrition**, Tokyo, v. 130, p. 921-962, 2000. Supplement.

YEOMANS, M. R., LEE, M. D., GRAY, R. W. & FRENCH, S. J. Effects of test-meal palatability on compensatory eating following disguised fat and carbohydrate preloads. **Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.** 25: 1215–1224. 2001.

WALKER, G.M. **Yeast physiology and biotechnology**, Reino unido: Bookcraft. p.1-65. 1998.

WATSON, A. D. J.; CHURCH D. B.; FAIRBURN A. J. Postprandial changes in soro urea and creatinine in dogs. **Am. J. Vet. Res.**, v. 42, p. 1878-1880, 1981.