

## RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste trabalho será disponibilizado somente a partir de 26/08/2018.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**AMIDO RESISTENTE, DIGESTIBILIDADE E RESPOSTAS  
PÓS-PRANDIAIS DE GLICOSE E INSULINA EM CÃES  
ADULTOS E IDOSOS**

**Érico de Mello Ribeiro**

Médico Veterinário

2016

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**AMIDO RESISTENTE, DIGESTIBILIDADE E RESPOSTAS  
PÓS-PRANDIAIS DE GLICOSE E INSULINA EM CÃES  
ADULTOS E IDOSOS**

**Érico de Mello Ribeiro**

**Orientador: Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária (Clínica Médica Veterinária)

**2016**

R484e Ribeiro, Érico de Mello  
amido resistente, digestibilidade e respostas pós-prandiais de  
glicose e insulina em cães adultos e idosos/ Érico de Mello Ribeiro. –  
– Jaboticabal, 2016  
x, 66 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016  
Orientador: Aulus Cavalieri Carciofi  
Banca examinadora: Áureo Evangelista Santana, Ricardo Souza  
Vasconcellos  
Bibliografia

1. Carboidrato. 2. Metabolismo. 3. Prebiótico. 4. Senilidade. I.  
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 619:636.085.2:636.7



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

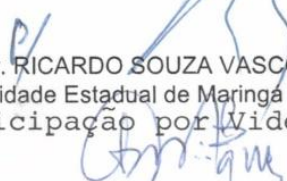
TÍTULO: AMIDO RESISTENTE, DIGESTIBILIDADE E RESPOSTAS PÓS-PRANDIAIS  
DE GLICOSE E INSULINA EM CÃES ADULTOS E IDOSOS

**AUTOR: ÉRICO DE MELLO RIBEIRO**

**ORIENTADOR: AULUS CAVALIERI CARCIOFI**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em MEDICINA  
VETERINÁRIA, área: CLÍNICA MÉDICA VETERINÁRIA, pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. AULUS CAVALIERI CARCIOFI  
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

  
Prof. Dr. RICARDO SOUZA VASCONCELLOS  
Universidade Estadual de Maringá / UEM - Maringá/PR  
Participação por Videoconferência

Prof. Dr. AUREO EVANGELISTA SANTANA  
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 26 de fevereiro de 2016.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**ÉRICO DE MELLO RIBEIRO**, nascido em 7 de maio de 1985, em Pelotas, estado do Rio Grande do Sul, filho de Edimar Gonçalves Ribeiro e Marilda Mello Ribeiro, graduou-se em Medicina Veterinária pela Faculdade de Veterinária da Universidade Federal de Pelotas em agosto de 2010. cursou o Programa de Residência Médico Veterinária em Clínica Médica de Pequenos Animais do Hospital de Clínicas Veterinárias da mesma instituição nos anos de 2011 e 2012. cursou o Programa de Aprimoramento em Medicina Veterinária, na área de Nutrição e Nutrição Clínica de Cães e Gatos do Hospital Veterinário Governador Laudo Natel da FCAV/Unesp, Câmpus de Jaboticabal, nos anos de 2012 e 2013. Iniciou o curso de Mestrado em Medicina Veterinária, área Clínica Médica Veterinária na mesma instituição em março de 2014, onde atuou na área de Nutrição e Nutrição Clínica de Cães e Gatos, sob a orientação do Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi.

*Ofereço*

Aos meus pais, Edimar e Marilda,  
pelo apoio e incentivo de sempre  
para minha formação.

## *Dedico*

À minha companheira Andressa, pelo amor e apoio. Por me estimular a ser uma pessoa melhor em todos os aspectos.



## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, pelo apoio e incentivo de sempre para minha formação. Mais uma etapa se conclui e o sentimento de gratidão que não cabe em palavras continua, por tudo que fizeram e fazem para eu chegar até aqui. Muito obrigado por tudo.

À minha companheira Andressa, pelas grandes experiências compartilhadas, pelo amor, apoio e ajuda em todos os momentos. Pelo exemplo de dedicação e conduta. Por me tornar uma pessoa melhor. Se a popular frase diz que por trás de um grande homem existe uma grande mulher, posso me sentir muito feliz, pois já tenho, ao meu lado, uma grande mulher. Muito obrigado por tudo.

Ao Professor Aulus Cavalieri Carciofi, pela oportunidade e confiança. Além de todo o aprendizado durante o curso, sua postura e dedicação são grandes exemplos de modelo profissional a ser seguido. Muito obrigado.

À minha família, em especial aos meus padrinhos Antônio Carlos e Maria das Graças pelas palavras de apoio e incentivo e pelo carinho de sempre. Muito obrigado pelos poucos mas ótimos momentos de convívio neste período e pelo apoio dado com a cirurgia de meu pai. Cada um, à sua maneira, serve de inspiração e motivação.

Aos bons e verdadeiros amigos, pelo apoio e pelos momentos de alegria. Vocês sabem quem são.

À todos os colegas e amigos do Laboratório e da Residência de Nutrição de Cães e Gatos, pela amizade e companheirismo. Pelas ajudas durante as diversas etapas do curso e por tornarem os momentos de trabalho mais agradáveis. Ana Paula, Bruna, Camila, Fabiano, Fernanda Kroll, Fernanda Mendonça, Francine, Katiani, Ludmilla, Mariana, Mayara Baller, Mayara Peixoto, Michele, Peterson, Raquel, Stephanie, Thaila e Vivian. Aprendi um pouco com cada um, seja através de conversas ou de exemplos.

À técnica Cláudia Nogueira, do Laboratório de Apoio à Pesquisa do DCCV, pela amizade, paciência e disponibilidade em ensinar e ajudar nas análises, facilitando muito nossa rotina com seu bom humor.

Aos funcionários Diego e Elaine, por toda ajuda e pela amizade. Por tornarem o laboratório um melhor lugar tanto para nós quanto para os cães e gatos.

Ao Prof. Gener Tadeu Pereira pela contribuição no delineamento experimental e análise dos dados.

À Professora Mirela Tinucci Costa e à Dra. Thaila Cristina Putarov pelas contribuições na banca de qualificação e aos Professores Áureo Evangelista Santana e Ricardo Souza Vasconcellos pelas contribuições na banca de defesa da dissertação.

Aos estagiários que pude conviver durante este período, em especial à Mariana Pescuma, pela disposição em ajudar e pelo incentivo em melhorar a cada dia.

Aos funcionários da Fábrica de Rações Helinho, Batista (*in memoriam*) e Lucas pela ajuda durante a fase de preparação e produção das dietas.

À Guabi Petcare pela manutenção financeira do Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos “Prof. Dr. Flávio Prada”.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela concessão da bolsa de mestrado (processo 2014/16501-1).

Aos cães, Kelly, Xuxa, Dexter, Peter e Hanna, e aos gatos, Kinder, Tchuco e Negão, que tive e tenho o prazer de conviver, pela amizade e estímulo para me tornar um melhor profissional a cada dia. Aos cães que participaram deste estudo: Peri, Luisinho, Zezinho, Leo Jr, Chico, Rímel, Napoleão Jr, Stephanie, Jeremias, Jasmim, Scooby, Scoty, Simba, Manu, Sofie e Sasha. E a todos os cães e gatos do Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos pelas doses diárias de alegria e carinho.

## SUMÁRIO

	Página
Certificado de aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais.....	iii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
Lista de tabelas .....	vi
Lista de figuras .....	viii
Lista de abreviaturas .....	ix
CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais.....	1
1. Introdução .....	1
2. Revisão de Literatura.....	4
2.1 Envelhecimento.....	4
2.2 Alterações metabólicas no cão idoso: resistência insulínica.....	4
2.3 Processamento de alimentos para cães.....	7
2.3.1 Moagem e extrusão.....	7
2.3.2 Amido resistente .....	9
3. Hipótese .....	12
4. Objetivos .....	12
5. Referências Bibliográficas .....	13
CAPÍTULO 2 – Envelhecimento e amido resistente sobre a resposta pós-prandial de glicose e insulina em cães.....	21
Resumo .....	22
Abstract .....	23

Introdução .....	24
Material e Métodos .....	25
Animais e delineamento experimental.....	25
Dietas experimentais.....	27
Determinação da digestibilidade dos nutrientes e análises químicas dos alimentos e fezes.....	30
Avaliação do pH e produtos de fermentação das fezes.....	32
Avaliação da resposta pós-prandial de glicose e insulina .....	34
Análise estatística .....	36
Resultados .....	37
Discussão.....	55
Referências.....	63



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Jaboticabal

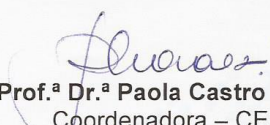


## CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

### CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 015291/14 do trabalho de pesquisa intitulado **"Envelhecimento e amido resistente sobre a resposta pós-prandial de glicose e insulina de cães"**, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 03 de setembro de 2014.

Jaboticabal, 03 de setembro de 2014.

  
**Prof.ª Dr.ª Paola Castro Moraes**  
Coordenadora – CEUA

## **Envelhecimento e amido resistente sobre a resposta pós-prandial de glicose e insulina em cães.**

**RESUMO** - Este estudo avaliou os efeitos do consumo de amido resistente (AR) em cães adultos e idosos sobre a digestibilidade dos nutrientes, produtos de fermentação e respostas pós-prandiais de glicose e insulina. Uma formulação foi processada de dois modos, originando rações com baixo (0,21%) e elevado (1,46%) teores de AR. Os dados de consumo, digestibilidade e produtos de fermentação foram avaliados pela função GLM do SAS, considerando delineamento em blocos casualizados no tempo (cross over), com tratamentos no esquema fatorial em dois níveis de idade e dois níveis de ração. Utilizou-se análise de variância de medidas repetidas no tempo para avaliar os efeitos da dieta e do tempo sobre as respostas pós-prandiais de glicose e insulina. A digestibilidade aparente da proteína bruta foi maior na dieta baixo AR. Os cães adultos produziram fezes com maiores volume, umidade e pH, bem como maiores concentrações de ácido acético, ácidos graxos de cadeia curta e voláteis. A ração alto AR induziu fezes com maiores concentrações de ácidos propiônico e butírico; nos cães idosos também elevou a concentração de lactato, corroborando o menor pH das fezes deste grupo. A amônia fecal foi maior nos idosos; a ração alto AR reduziu estas concentrações neste grupo. As glicemias mínimas e médias foram maiores nos adultos, assim como as áreas abaixo da curva (AAC) de glicose nos períodos 0-120', 240-720' e 0-720'. Apenas nos idosos houve redução das AAC de glicose ao consumirem a ração alto AR. A AAC do incremento de glicose foi maior nos idosos no período intermediário. O maior consumo de AR apresentou efeito benéfico na fermentação intestinal, com redução do pH das fezes e maior concentração de butirato em ambas as idades. Nos cães idosos, ocorreu benefício adicional com redução da amônia nas fezes. Cães idosos apresentaram maior secreção pós-prandial de insulina para manter glicemia. A dieta com alto AR foi efetiva em reduzir a glicemia nos idosos, mas não nos adultos.

**Palavras-chave:** carboidrato, metabolismo, prebiótico, senilidade.

## **Aging and resistant starch consumption on glucose and insulin postprandial response of dogs**

**ABSTRACT** - This study evaluated the effects of resistant starch (RS) consumption in adult and elderly dogs on nutrient digestibility, fermentation products and postprandial glucose and insulin responses. The same formulation was processed in two different ways, producing diets with low (0.21%) and high (1.46%) RS levels. Consumption, digestibility and fermentation products data were evaluated by SAS GLM function considering a randomized block design in time (cross over), with treatments in a factorial design in two age levels and two feed levels. We used analysis of variance of repeated measurements over time to assess the effects of diet and time on postprandial glucose and insulin responses. The protein digestibility was greater in the diet with low RS. Adult dogs produced feces with higher volume, water content and pH, as well as higher concentrations of acetic acid, short chain and volatile fatty acids. Consumption of high RS diet produced faeces with higher concentrations of propionic and butyric acids, and in elderly group this diet also increased the concentration of lactate, corroborating the lowest pH of stools in this age group. Fecal ammonia was higher in the elderly dogs, and the consumption of high RS diet by this age group reduced these concentrations. The minimum and average blood glucose levels were higher in adult dogs, as well as glucose areas under the curve (AUC) during periods 0-120, 0-240', 0-720' and 420-720'. Only in the elderly the consumption of high RS diet reduced glucose AUC. Incremental glucose AUC was greater in the elderly during the intermediate period. The greater consumption of RS was beneficial to intestinal fermentation, reducing fecal pH and higher butyrate concentration in both age groups. In the elderly group, additional benefit was achieved by the reduction of fecal ammonia. Elderly dogs presented greater post-prandial insulin secretion to maintain normoglycemia. The high RS diet reduced glycemia in the elderly, but not in the adult group.

**Keywords:** carbohydrate, metabolism, prebiotic, senility

**LISTA DE ABREVIATURAS**

AAC	Área abaixo da curva
AAFCO	Association of American Feed Control Officials
AAI	Área abaixo do incremento
AGCC	Ácidos graxos de cadeia curta
AGCR	Ácidos graxos de cadeia ramificada
AGV	Ácidos graxos voláteis
AOAC	Association of the Official Analytical Chemists
AR	Amido resistente
DGM	Diâmetro geométrico médio
EB	Energia bruta
EEHA	Extrato etéreo em hidrólise ácida
EPM	Erro padrão da média
FEDIAF	Federação Europeia das Indústrias de Pet Food (The European Pet Food Industry Federation)
g	Gramas
GLM	General linear models
h	Hora
kcal	Kilocalorias
kW	Kilowatt
L	Litro
mg	Miligramas
mm	Milímetro
MM	Matéria mineral



MS	Matéria seca
NRC	Nacional Research Council
PB	Proteína bruta
SAS	Statistical Analysis System
ton	Tonelada
UI	Unidade internacional

**LISTA DE TABELAS**

	Página
<b>Tabela 1.</b> Fórmula das rações para manutenção de cães utilizadas no experimento .....	28
<b>Tabela 2.</b> Composição química analisada e parâmetros de processamento das dietas experimentais para cães processadas para se obter diferentes graus de cozimento e teores de amido resistente .....	30
<b>Tabela 3.</b> Ingestão e coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e da energia em cães adultos e idosos alimentados com uma mesma formulação extrusada para se obter diferentes graus de cozimento e teores de amido resistente .....	38
<b>Tabela 4.</b> Produção e características das fezes de cães adultos e idosos alimentados com uma mesma formulação extrusada para se obter diferentes graus de cozimento e teores de amido resistente .....	41
<b>Tabela 5.</b> Concentração de produtos de fermentação (mMol/kg de fezes na MS) nas fezes de cães adultos e idosos alimentados com uma mesma formulação extrusada para se obter diferentes graus de cozimento e teores de amido resistente .....	42
<b>Tabela 6.</b> Glicemias mínimas, médias e máximas e tempo para o pico máximo de glicose de cães adultos e idosos alimentados com uma mesma formulação extrusada para se obter diferentes graus de cozimento e teores de amido resistente .....	45
<b>Tabela 7.</b> Insulinemias mínimas, médias e máximas e tempo para o pico máximo de insulina de cães adultos e idosos alimentados com uma mesma formulação extrusada para se obter diferentes graus de cozimento e teores de amido resistente .....	46

<b>Tabela 8.</b>	Áreas abaixo da curva (AAC) de glicose (mg/dL/h) de cães adultos e idosos alimentados com uma mesma formulação extrusada para se obter diferentes graus de cozimento e teores de amido resistente .....	47
<b>Tabela 9.</b>	Áreas abaixo da curva do incremento (AAI) de glicose (mg/dL/h) de cães adultos e idosos alimentados com uma mesma formulação extrusada para se obter diferentes graus de cozimento e teores de amido resistente .....	48
<b>Tabela 10.</b>	Áreas abaixo da curva (AAC) de insulina (pmol/L/h) de cães adultos e idosos alimentados com uma mesma formulação extrusada para se obter diferentes graus de cozimento e teores de amido resistente .....	49
<b>Tabela 11.</b>	Áreas abaixo da curva do incremento (AAI) de insulina (pmol/L/h) de cães adultos e idosos alimentados com uma mesma formulação extrusada para se obter diferentes graus de cozimento e teores de amido resistente .....	50

**LISTA DE FIGURAS**

	Página
Figura 1. Respostas pós-prandiais de glicose de acordo com o tempo de coleta de cães alimentados com dietas experimentais processadas para se obter diferentes graus de cozimento e teores de amido resistente .....	51
Figura 2. Incrementos de glicose de acordo com o tempo de coleta de cães alimentados com dietas experimentais processadas para se obter diferentes graus de cozimento e teores de amido resistente .....	52
Figura 3. Respostas pós-prandiais de insulina de acordo com o tempo de coleta de cães alimentados com dietas experimentais processadas para se obter diferentes graus de cozimento e teores de amido resistente .....	53
Figura 4. Incrementos de insulina de acordo com o tempo de coleta de cães alimentados com dietas experimentais processadas para se obter diferentes graus de cozimento e teores de amido resistente .....	54

## **CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais**

### **1. Introdução**

Nos últimos anos, tem-se observado um aumento expressivo na expectativa de vida de animais de companhia, fenômeno decorrente do conjunto de melhorias obtidas nas áreas de nutrição e controle de doenças, da maior conscientização dos proprietários com relação aos cuidados necessários para com a saúde do animal e dos avanços obtidos na área médica veterinária (FAHEY et al., 2008). Todavia, o aumento da idade é acompanhado de alterações fisiológicas diversas que caracterizam o processo de envelhecimento. Estas alterações provocam mudanças importantes nos sistemas fisiológicos, podendo ocasionar o aparecimento de doenças associadas ao avanço da idade (BURKHOLDER, 1999; MORAES, 2008; FORTNEY, 2010).

A resistência insulínica tem sido identificada como alteração fisiológica recorrente em cães em idade avançada. Cães idosos apresentam maior concentração basal de insulina para manutenção de concentrações semelhantes de glicose sanguínea quando comparados com cães jovens (LARSON et al., 2003; BHASHYAM et al., 2007; MORI et al., 2012). Adicionalmente, a resposta insulínica ao teste intravenoso de tolerância à glicose e o tempo de retorno às concentrações basais de insulina aumentam com a idade (LARSON et al., 2003). Acredita-se que resistência insulínica desenvolvida com o avanço da idade cause secreção compensatória do hormônio pelas células beta-pancreáticas, visando promover adequada captação de glicose e tolerância aos carboidratos (BERGMAN, 1989). Este fenômeno pode ter importantes implicações de saúde a longo prazo, uma vez que uma adequada sensibilidade insulínica está positivamente correlacionada com menores riscos de doenças e morte por doenças crônicas em cães, resultando em maior qualidade de vida para os animais (LARSON et al., 2003).

Diferentes fatores dietéticos são responsáveis pela resposta pós-prandial de glicose e insulina em mamíferos, incluindo-se as especificidades referentes ao processamento do alimento (HOLSTE et al., 1989). O amido é o principal nutriente responsável pela modulação da resposta pós-prandial de glicose e insulina séricas em animais, e maior disponibilidade do amido para digestão provoca antecipação e

intensificação do pico de glicose e insulina no sangue (MILLA et al., 1996; SUNVOLD et al., 1995; SUNVOLD, 1996; JENKINS et al., 1998; APPLETON et al., 2004).

O amido é o principal carboidrato utilizado pelas indústrias na formulação de ração para animais, incluindo cães (FAHEY, 2008). Perfaz cerca de 50-90% da composição total de grãos, principais ingredientes utilizados na indústria de ração para animais de companhia (CRANE et al., 2000). A moagem dos grãos na indústria de rações está intimamente relacionada com a eficiência do processo de produção dos alimentos, e a moagem fina com baixa granulometria dos ingredientes, é amplamente utilizada para melhorar o aspecto visual do produto, independentemente das características nutricionais obtidas neste processamento (ROKEY & HUBER, 1994). Estudos em seres humanos mostram que o formato e estrutura dos grãos processados apresentam impacto significativo sobre a resposta pós-prandial de insulina e glicose (O'DEA; NESTEL; ANTONOFF, 1980; JUNTUNEN et al., 2002); uma maior moagem dos grãos, resultando em partículas pequenas está relacionada a menor sensação de saciedade e níveis elevados de glicose e insulina pós-prandial (HOLT & MILLER, 1994; PEREIRA et al., 2002). Isso ocorre, possivelmente, devido à menor digestibilidade do amido por ocasião da moagem grossa, uma vez que a manutenção do amido em grãos ou sementes apenas parcialmente moídos reduz a acessibilidade das enzimas digestivas ao mesmo (SNOW; O'DEA, 1981; ENGLYST et al., 1992).

Alternativas à apresentação convencional do amido na ração industrializada podem ser úteis no auxílio ao controle da resistência insulínica que se desenvolve em cães idosos. O amido resistente (AR) refere-se à soma do amido e de seus produtos de degradação que não são digeridos e absorvidos no intestino delgado de indivíduos saudáveis, sendo fermentados por bactérias no intestino grosso (LOBO e SILVA, 2003). A fração resistente do amido apresenta comportamento similar ao da fibra alimentar fermentável e têm sido relacionada com efeitos benéficos locais e sistêmicos, decorrentes de sua disponibilidade para fermentação bacteriana anaeróbica no cólon (MUIR e O'DEA, 1992). Na condição de substrato, o AR têm sido estudado na modulação da microbiota intestinal, sendo capaz de promover o aumento de populações de bactérias amilolíticas e de produtoras de ácidos graxos

de cadeia curta (AGCC; ácidos acético, propiônico e butírico) (KOVATCHEVA-DATCHARY et al., 2009), podendo ser considerado um prebiótico efetivo. Os AGCC estão relacionados à diminuição da adipogênese e da resistência insulínica, ao controle do status inflamatório à manutenção da integridade da barreira intestinal em estudos com seres humanos e ratos (BELOBRAJDIC et al., 2012). De forma mais específica, os AGCC atuam na liberação dos hormônios incretinos GLP-1 e PPY, que contribuem para a parada ileal, retardam o esvaziamento gástrico e o trânsito intestinal (WEN et al., 1995), estimulam a saciedade (HOUPY, 1982), retardam a digestão do amido e, conseqüentemente, a absorção de glicose (HOLT et al., 1979). Como resultado favorece a estabilização das respostas pós-prandiais de glicose e insulina (ROBERFROID, 1993). Estudos demonstram que a administração de dieta com teores elevados de AR, em modelos animais e também em seres humanos induziu menores concentrações de insulina sérica ao longo do dia, com melhor controle dos picos de glicemia (ZHOU et al., 2008; REGMI et al., 2011; RABEN et al., 1994), mesmo após o consumo de apenas uma refeição com alto AR (ROBERTSON et al. 2003).

Poucos estudos avaliaram o uso de prebióticos e seus impactos sobre o metabolismo e respostas sistêmicas de cães (RESPONDEK et al., 2008). Em estudo recente de nossa equipe de pesquisa (ROBERTI-FILHO, 2013), foi observado que cães adultos alimentados com formulação contendo teor de AR de 3,5% apresentaram alteração no perfil da microbiota intestinal, com aumento linear de bifidobacterias e lactobacilos, aumento linear da produção de AGCC e melhora das respostas pós-prandiais de glicose e insulina quando comparados com animais alimentados com formulação padrão, que contém 0,5% de AR. Em conjunto com os anteriores, este resultado indica que o AR pode ser ferramenta útil no controle das concentrações de glicose e da resistência insulínica em cães.

Sendo assim, foi estabelecida a hipótese que o consumo de AR pode modular as respostas glicêmicas e insulínicas pós-prandiais de cães idosos, resultando em benefício ao metabolismo de carboidratos nestes animais e melhorando o quadro de resistência insulínica que se instala em decorrência do envelhecimento.

## **Agradecimentos**

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de mestrado (processo 2014/16501-1), à Guabi PetCare pelos ingredientes das dietas e ao Laboratório de Apoio à Pesquisa do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal pelo suporte durante as análises.



## Referências

- AAFCO, 2009: *Official publication*. Association of American Feed Control Officials, Washington, DC.
- AOAC, 1995: *Official and Tentative Methods of Analysis*. Association of the Official Chemists, Arlington.
- AOAC, 2002: *Official and Tentative Methods of Analysis*. Association of the Official Chemists, Arlington.
- Bazolli, R S.; Vasconcellos, R.S.; de-Oliveira, L.D.; Sá, F.C.; Pereira, G.T.; Carciofi, A.C., 2015: Effect of the particle size of maize, rice, and sorghum in extruded diets for dogs on starch gelatinization, digestibility, and the fecal concentration of fermentation products. *Journal of Animal Science* **93**, 2956-2966.
- Beloshapka, A. N.; Alexander, L.G.; Buff, P.R.; Swanson, K.S., 2014: The effects of feeding resistant starch on apparent total tract macronutrient digestibility, faecal characteristics and faecal fermentative end-products in healthy adult dogs. *Journal of Nutritional Science* **3**, e38.
- Bergman, R. N., 1989: Toward Physiological Understanding of Glucose Tolerance: Minimal-Model Approach. *Diabetes*, **38**, 1512–1527.
- Bhashyam, S.; Parikh, P.; Bolukoglu, H.; Shannon, A.H.; Porter, J.H.; Shen, Y.T.; Shannon, R.P., 2007: Aging is associated with myocardial insulin resistance and mitochondrial dysfunction. *American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology*, **293**, H3063-3071.
- Bouchard, G F.; Sunvold, G.D., 1999: Improving canine glycemic response to a meal with dietary starch. In: *Proceedings of the North American Veterinary Conference - Recent advances in clinical management of diabetes mellitus*, 16-19.
- Burkholder, W.J., 1999: Age-related changes to nutritional requirements and digestive function in adult dogs and cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, **215**, 625-629.
- Carciofi, A.C., 2008: Fontes de Proteína e Carboidratos para Cães e Gatos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **37**, 28-41.
- Carciofi, A.C.; Takakura, F.S.; de-Oliveira, L.D.; Teshima, E.; Jeremias, J.T.; Brunetto, M.A.; Prada, F., 2008: Effects of six carbohydrate sources on dog diet digestibility and post-prandial glucose and insulin response. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, **92**, 326-336.
- Carciofi, A.C.; Jeremias, J.T., 2010: Progresso Científico sobre nutrição de animais de companhia na primeira década do século XXI. *Revista Brasileira de Zootecnia (Online)*, **39**, 35-41.

- Cherbut, C.; Ferrier, L.; Rozé, C.; Anini, Y.; Blottière, H.; Lecannu, G.; Galmiche, J.P., 1998: Short-chain fatty acids modify colonic motility through nerves and polypeptide YY release in the rat. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, **275**, G1415-G1422.
- Da Silva, C.S.; Hanen, D.; Koopmans, S.J.; Hooiveld, G.J.; Bosch, G.; Bolhuis, J.E., Kemp, B.; Müller, M.; Gerrits, W.J.J., 2014: Effects of resistant starch on behaviour, satiety-related hormones and metabolites in growing pigs. *Animal*, **8**, 1402-1411.
- Erwin, E.S.; Marco, G.J.; Emery, E.M., 1961: Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. *Journal of Dairy Science*, n, 1768-1771.
- Fahey Junior, G.C.; Barry, K.A.; Swanson, K.S., 2008: Age-related changes in nutrient utilization by companion animals. *The Annual Review of Nutrition*, **28**, 425-445.
- FEDIAF, 2013: *Nutritional Guidelines for Complete and Complementary Pet Food for Cats and Dogs*. The European Pet Food Industry Federation, Bruxelas.
- Frailha, M.; Biagi, J.D.; Queiroz, M.R.; Benedetti, B.C., 2005: Benefício do investimento energético na redução do tamanho de partículas na alimentação animal. In: *Simpósio de Engenharia de Produção*, 9, Bauru, Anais....
- Freeman, L.M., 2012: Cachexia and sarcopenia: emerging syndromes of importance in dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, **26**, 3-17.
- Gomes, M.O.S.; Beraldo, M.C.; Putarov, T.C.; Brunetto, M.A.; Zaine, L.; Gloria, M.B.A.; Carciofi, A.C., 2011: Old beagle dogs have lower fecal concentrations of some fermentation products and lower peripheral lymphocyte counts than young adult beagles. *British Journal of Nutrition*, **106**, S187-S190.
- Gomes, M.O.S., 2013: **Microbiota fecal, produtos de fermentação, aspectos histológicos da mucosa intestinal e imunidade de cães beagles de diferentes idades**. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal.
- Hall, K.E., 2002: II. Neural control of the aging gut: can an old dog learn new tricks?. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, **283**, G827-G832.
- Hayek, M.G.; Sunvold, G.D., 2000: Influence of age on glucose metabolism in the senior companion animal: implications for long-term senior health. In: Reinhart, G.A.; Carey, D.P. *Recent advances in canine and feline nutrition*. Wilmington, OH, 403-413.
- Holm, J.I.; Bjorck, A.; Drews, N.G., 1986: A rapid method for the analysis of starch. *Starch/Starke*, **38**, 224-226.
- ICC, 1995: *Standard Methods. Determination of Starch Content by Calcium Chloride Dissolution*. International Association for Cereal Science and Technology, Vienna.

- Karkalas, J.J., 1985: An improved enzymatic method for determination of native and modified starch. *Journal of Science and Food Agriculture*, **36**, 1019-1027.
- Kovatcheva-Datchary, P.; Egert, M.; Maathuis, A.; Rajilic-Stojanovic, M.; De Graaf, A.A.; Smidt, H.; De Vos, W.M.; Venema, K., 2009: Linking phylogenetic identities of bacteria to starch fermentation in an in vitro model of the large intestine by RNA-based stable isotope probing. *Environmental Microbiology*, **11**, 914-926.
- Kuzmuk, K.N.; Swanson, K.S.; Tappenden, K.A.; Schook, L.B.; Fahey Jr, G.C., 2005: Diet and age affect intestinal morphology and large bowel fermentative end-product concentrations in senior and young adult dogs. *The Journal of Nutrition*, **135**, 1940-1945.
- Kvietys, P.R.; Granger, D.N., 1981: Effect of volatile fatty acids on blood flow and oxygen uptake by the dog colon. *Gastroenterology*, **80**, 962-969.
- Laflamme, D.P., 2005: Nutrition for aging cats and dogs and the importance of body condition. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*, **35**, 713-42.
- Larson, B.T.; Lawler, D.F.; Spitznagel, E.L.; Kealy, R.D., 2003: Improved glucose tolerance with lifetime diet restriction favorably affects disease and survival in dogs. *The Journal of Nutrition*, **133**, 2887-2892.
- Maria, A.P.J., 2013: **Intervenção Nutricional no Estudo do Envelhecimento do Trato Gastrointestinal em Cães**. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal.
- Mori, N.; Kawasumi, K.; Arai, T., 2012: Comparison of the plasma insulin and adiponectin concentrations as metabolic markers in clinically healthy dogs with ageing. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, **11**, 971–974.
- Muir, J.G.; O’Dea, K., 1992: Measurement of resistant starch: factors affecting the amount of starch escaping digestion in vitro. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **56**, 123-127.
- Nacional Research Council (US) Ad Hoc Committee on Dog and Cat Nutrition: **Nutrient Requirements of Dogs and Cats**, 2006. Rev. National Academies Press, Washington, DC.
- Nugent, A.P., 2005: Health properties of resistant starch. *Nutrition Bulletin*, **30**, 27-54.
- Pryce, J.D., 1969: A modification of the Barker-Summerson method for the determination of lactic acid. *The Analyst*, **94**, 1151-1152.
- Respondek, F.; Swanson, K.S.; Belsito, K.R.; Vester, B.M.; Wagner, A.; Istasse, L.; Diez, M., 2008: Short-chain fructooligosaccharides influence insulin sensitivity and gene expression of fat tissue in obese dogs. *The Journal of Nutrition*, **138**, 1712-1718.
- Reynolds, B.; Taillade, B.; Médaille, C.; Palenché, F.; Trumel, C.; Lefebvre, H.P., 2006: Effect of repeated freeze-thaw cycles on routine plasma biochemical constituents in canine plasma. *Veterinary Clinical Pathology*, **35**, 339-340.

- Riaz, M.N., 2003. Extrusion basics. In: Kvamme, J.L.; Phillips, T.D. *Petfood Technology*. Mt Morris, Illinois, 347-360.
- Roberti-Filho, F.O., 2013: **Influência da granulometria da matéria prima e da configuração de extrusora no conteúdo de amido resistente, digestibilidade, fermentação intestinal e respostas metabólicas de cães**. 2013. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal.
- Sá, F.C.; Vasconcellos, R.S.; Brunetto, M.A.; Filho, F.O.R.; Gomes, M.O.S.; Carciofi, A.C., 2013: Enzyme use in kibble diets formulated with wheat bran for dogs: effects on processing and digestibility. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, **97**, 51-59.
- Sá, F.C., 2015: **Energia Mecânica, Energia Térmica e Moagem na Extrusão de Alimentos para Cães e Gatos**. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal.
- Spears, J.K.; Fahey Junior., G.C., 2004: Resistant starch as related to companion animal nutrition. *Journal of Association Official Analysis Chemistry International*, **87**, 787-791.
- Strasser, A.; Niedermüller, H.; Hofecker, G.; Laber, G., 1993: The effect of aging on laboratory values in dogs. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, **40**, 720-730.
- Swanson, K.S.; Kuzmuk, K.N.; Schook, L.B.; Fahey Junior, G.C., 2004: Diet affects nutrient digestibility, hematology, and serum chemistry of senior and weanling dogs. *Journal of Animal Science*, **82**, 1713-1724.
- Taylor, E.J.; Adams, C.; Neville, R., 1995: Some nutritional aspects of ageing in dogs and cats. *Proceedings of the Nutrition Society*, **54**, 645-656.
- Teshima, E.; Brunetto, M.A.; Jeremias, J.T.; Nogueira, S.P.; Lucas, S.R.; Carciofi, A.C., 2010: Influence of starch source and nutritional management on the glycemic control of diabetic dogs. In: *Proceedings of The Waltham International Nutritional Sciences Symposium*. I, 98.
- Topping, D.L.; Clifton, P.M., 2001: Short-chain fatty acids and human colonic function: roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides. *Physiological Reviews*, **81**, 1031-1064.
- Vieira, P.F., 1980: **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. 98 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.