DRIENE GOMES GONZAGA

DOCES DE FRUTAS DO CERRADO DE BAIXO VALOR CALÓRICO ADICIONADOS DE **PREBIÓTICOS:** EFEITOS BIOLÓGICOS EM RATOS

LAVRAS - MG

2013

DRIENE GOMES GONZAGA

DOCES DE FRUTAS DO CERRADO DE BAIXO VALOR CALÓRICO ADICIONADOS DE PREBIÓTICOS: EFEITOS BIOLÓGICOS EM RATOS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. João de Deus Souza Carneiro

Coorientador

Dr. Michel Cardoso de Angelis Pereira

LAVRAS - MG

2013

Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA

Gonzaga, Driene Gomes.
Doces de frutas do cerrado de baixo valor calórico adicionados de prebióticos : efeitos biológicos em ratos / Driene Gomes Gonzaga. – Lavras : UFLA, 2013.
80 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.
Orientador: João de Deus Souza Carneiro.
Bibliografia.

1. Alimentos funcionais. 2. FOS. 3. Frutos do cerrado - Doces - Índice glicêmico. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.153

DRIENE GOMES GONZAGA

DOCES DE FRUTAS DO CERRADO DE BAIXO VALOR CALÓRICO ADICIONADOS DE PREBIÓTICOS: EFEITOS BIOLÓGICOS EM RATOS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 24 de Julho de 2013.

Dr. Michel Cardoso de Angelis Pereira	UFLA
Dr. Patrícia de Fátima Pereira Goulart	UNILAVRAS

Dr. João de Deus Souza Carneiro
Orientador

LAVRAS - MG

2013

Ao meu padrinho Arnaldo, que prefiro chamar de anjo da guarda.
À minha mãe Terezinha e meus irmãos Wérlon, Andreza e Brienda que, orgulhosamente, chamo de porto seguro.
Aos meus sobrinhos Daniel e Ana Lídia, para quem anseio ser bom exemplo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, o grande responsável por todas as maravilhas que aconteceram em minha vida e, minuciosamente, planejou cada passo e cada encontro.

À minha família (mãe, irmãos, cunhados, sobrinhos, tios e primos) por serem fundamentais em todos os momentos e pelo apoio incondicional às minhas decisões por mais malucas que elas pareciam ser.

À Universidade Federal de Lavras que me recebeu de braços abertos e ao Departamento de Ciência dos Alimentos que me abriu diversas portas.

Ao meu orientador, João de Deus Souza Carneiro, pela ajuda, conselhos e ensinamentos e ao meu coorientador, Michel Cardoso de Angelis Pereira, por infinitos aprendizados e por tornar nosso trabalho prazeroso de se conduzir. Saibam que vocês serão os meus exemplos a seguir tanto na vida pessoal como na vida acadêmica.

À professora Soraia Vilela Borges pela atenção e carinho especial a mim dispensados.

À professora Fabiana Queiroz e suas alunas da pós - graduação Vanessa e Patrícia, assim como todos os docentes com quem tive oportunidade de aprender.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro ao projeto.

Ao professor Raimundo Vicente de Sousa por abrir as portas do Departamento de Medicina Veterinária (DMV/UFLA) e grandes sugestões durante o trabalho.

Às professoras Mary Suzan Varaschin e Suely de Fátima Costa por disponibilizarem laboratórios sob suas responsabilidades e me indicarem alunas muito competentes para um trabalho em equipe. E, também, aos técnicos Rodrigues e Willian pela disponibilidade.

Ao professor Renato Ribeiro Lima do Departamento de Ciências Exatas (DEX/UFLA) pela ajuda com análises estatísticas.

À Telma Melo Brandão, que estivemos juntas em todas as etapas do trabalho que resultou em muita cumplicidade e uma amizade sincera e verdadeira.

À Andressa e demais estagiárias da Planta Piloto de Processamento de Produtos Vegetais pelo suporte durante as análises.

À Tina, Denise, Heloisa e Creuza que são verdadeiros anjos de laboratório. Muito obrigada, vocês, além de tecnicamente muito competentes, aquecem nossos corações com gestos de carinho e amizade.

Ao Evandro Galvão Tavares Menezes (Dudu), que foi um grande amigo e teve muita paciência ao me ajudar com as análises.

À Regiane, Ana Clara, Marcos, Kelly, Tassyana, Dieyckson, Carol e Juciane pela valiosa ajuda nos procedimentos.

Aos parceiros dos núcleos de estudos NEAF e INOVATECS, foi muito importante compartilhar os conhecimentos com vocês e construir novas amizades.

Aos amigos que fiz em Lavras vou levar pro resto da vida a alegria que foi conhecer vocês. Um pedacinho de cada um vai ser lembrado sempre. Em especial, à Danieli Cristina Schabo e Mariliana Luiza Ferreira Alves, juntas formamos um trio imbatível. Os laços criados aqui serão eternos. Não menos especial, Valkíria Fabiana da Silva, uma irmã que pude escolher e partilhar os mais diversos momentos. Lembro-me, também, dos amigos de João Monlevade

e Diamantina que sempre se fizeram presentes mesmo que a distância não fosse amigável.

Enfim... “Agradecer é admitir que houve um momento em que se precisou de alguém; é reconhecer que o homem jamais poderá lograr para si o dom de ser autossuficiente. Ninguém e nada cresce sozinho, sempre é preciso um olhar de apoio, uma palavra de incentivo, um gesto de compreensão, uma atitude de amor.” (Autor Desconhecido).

RESUMO GERAL

Pesquisas voltadas para a área de aproveitamento de matérias primas nativas dos grandes biomas brasileiros têm ganhado destaque, assim como aquelas voltadas para a área da saúde, qualidade de vida e bem estar. Sendo assim, objetivou-se neste trabalho avaliar alterações biológicas causadas pelo acréscimo de doces mistos de frutas do cerrado de baixo valor calórico com adição de frutooligossacarídeos (FOS) às rações de ratos da linhagem *Wistar* como um possível alterador da glicemia e do trânsito intestinal de animais. Para isso foram utilizados 48 animais divididos em 6 grupos de 8 animais cada. Aos animais foram ofertadas rações acrescidas de doces. O grupo 1 recebeu ração acrescida de doce de frutas confeccionado da forma tradicional, contendo açúcar, polpas de frutas (graviola, maracujá-doce e marolo), pectina cítrica e ácido cítrico; o grupo 2 recebeu ração acrescida de doces de frutas na versão *diet* sem a adição de FOS; o grupo 3 teve a ração acrescida de uma preparação isenta de gomas e edulcorantes, como as utilizadas na preparação anteriormente citada, contendo apenas as polpas das frutas os agentes conservadores. Para substituição dos ingredientes suprimidos nessa terceira preparação foi usado celulose micro cristalina. Os grupos 4, 5 e 6 receberam rações acrescidas de doces de frutas de baixo valor calórico com adição de FOS de, aproximadamente, 9%, 14% e 18%, respectivamente. Foram realizadas análises físico-químicas nos doces e nas rações. As fezes dos animais foram coletadas para análises de umidade e extrato etéreo bem como análises microbiológicas e quantificação de minerais. Foram aferidas a glicemia de jejum e a pós-prandial dos animais. Ao final foram retirados órgãos para análises físico-químicas e histológicas. O consumo e ganho de peso dos animais de todos os grupos foram semelhantes assim como os indicadores das funções intestinais. As alterações glicêmicas de todos os grupos seguiram o mesmo padrão. A presença de fibras na formulação promoveu o carreamento de componentes gordurosos para as fezes doa animais. Conclui-se, então, que o incremento da ração com doces de frutas do cerrado de baixo valor calórico acrescidos de FOS nas concentrações utilizadas não provocou alteração na glicemia dos animais mostrando que se trata de um alimento seguro para o consumo, produzindo efeitos semelhantes ao incremento da ração com doces tradicionais.

Palavras-chave: FOS. Índice glicêmico. Frutos do Cerrado. Alimentos funcionais.

GENERAL ABSTRACT

Researches focused the exploitation of raw materials native to the major Brazilian biomes have gained prominence as have those related to health, life quality and welfare. Thus, the objective of this study was to evaluate the biological changes caused by the addition of low calorie mixed native fruit sweets added with fructo-oligosaccharides (FOS) in the diets of Wistar rats as a possible animal blood glucose and intestinal transit modifier. For this purpose we used 48 animals divided into 6 groups of 8 animals each. The animals were offered diets with added sweets, being that group 1 received ration added with fruit sweets traditionally made, containing sugar, fruit pulp (soursop, sweet passion fruit and marolo) , citrus pectin and citric acid; group 2 received diets containing fruit sweets in the diet version without the addition of FOS; group 3 received ration added with a preparation free of starch and sweeteners, such as those used in the process mentioned above, containing only the fruit pulp preservatives. For the substitution of ingredients deleted in the third preparation, we used microcrystalline cellulose. Groups 4, 5 and 6 received rations added with low calorie fruit sweets added with approximately 9, 14 and 18% of FOS, respectively. Physicochemical analyses were performed on the sweets and rations. The animal feces were collected for moisture and ethereal extract analyses, as well as microbiological and mineral quantification analyses. Fasting and postprandial glucose were measured. At the end, organs were removed for physical-chemical and histological analyses. Intake and weight gain in all groups were similar, as well as intestinal function indicators. Glycemic changes followed the same pattern in all groups. The presence of fibers in the formulation promoted entrainment of fat components in the animals' stool. We concluded that the increase of ration with low calorie native fruit sweets added with FOS in the concentrations used did not affect the glucose levels in the animals, showing that it is safe for consumption, producing effects similar to those of rations added with traditional sweets.

Keywords: FOS. Glycemic index. Cerrado fruits. Functional foods.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO 11
2 REFERENCIAL TEÓRICO 13
2.1 Perspectivas de aproveitamento dos frutos do cerrado 13
2.1.1 Doces de frutas 15
2.2 Alimentos funcionais 16
2.2.1 Biodisponibilidade 16
2.2.2 Prebióticos 18
2.2.3 Legislação brasileira para alimentos funcionais 21
2.3 Síndrome Metabólica 22
2.3.1 Obesidade 24
2.3.2 Diabetes *Mellitus* 25
2.3.3 Índice glicêmico 26
2.4 Ensaios Biológicos 27
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS 29
REFERÊNCIAS 30
SEGUNDA PARTE – ARTIGO 38
ARTIGO 1 Doces de frutas do cerrado de baixo valor calórico adicionados de prebióticos: efeitos biológicos em ratos 38

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico e as facilidades domésticas foram fatos determinantes na mudança do estilo de vida das pessoas. Atualmente, em virtude da agitação do dia a dia, a alimentação saudável foi deixada de lado e a prática de atividade física está cada vez menos presente. Em consequência disto, é possível perceber o aumento do número de doenças crônicas não transmissíveis associadas à obesidade como o diabetes e as doenças cardiovasculares. Fato, também, associado ao consumo exagerado de doces e gorduras.

A área do desenvolvimento de novos produtos alimentícios faz os seus investimentos inovando com alimentos que possuem um apelo saudável e com a presença de componentes funcionais. O objetivo é atrair consumidores interessados em uma alimentação que, além de balanceada, gera benefícios à saúde.

Já é conhecido que o consumo de fibras pela população é muito baixo, tal fato pode ser em parte solucionado ao se adicionar fibras aos alimentos comumente consumidos. Muito interessante lembrar é que as fontes de fibras mais importantes se concentram em alimentos pouco atrativos e, em produtos industrializados, essa concentração é muito baixa.

Os doces de frutas, foco deste estudo, estão inserido em uma classe de alimentos que não são bem vistos por uma parte da população. As pessoas entendem que se trata de um alimento que fornece muitas calorias a quem o consome e pode fazer mal à saúde em razão da grande quantidade de açúcar presente em sua formulação.

Alternativas para tornar os doces de frutas um produto que possa ser consumido por um maior número de pessoas é reduzir ou excluir o açúcar do seu

preparo e, também, adicionar a ele um componente funcional como fibras, vitaminas e minerais, a retirada de gordura ou sódio e, também, optar por ingredientes naturais e orgânicos.

Seguindo a sua função de proteger o cidadão, o Estado é responsável por criar leis e fiscalizar a produção e comercialização de alimentos, no intuito de evitar abusos das empresas que vendem os seus produtos com uma alegação funcional sem essa ação estar presente. Sendo assim, a comercialização de alimentos funcionais é controlada por leis que cobram dos produtores de alimentos uma série de procedimentos. Para fazer o uso de uma alegação funcional, os produtos devem passar por testes bioquímicos, epidemiológicos, clínicos e, inclusive, experimentação animal com testes nutricionais, fisiológicos e toxicológicos.

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho avaliar alterações biológicas causadas pelo acréscimo de doces mistos de frutas do cerrado de baixo valor calórico com adição de FOS às rações de ratos da linhagem *Wistar*, em diferentes concentrações, incluindo a recomendada pela legislação para que seja autorizada a veiculação de alegações de saúde em seus rótulos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Perspectivas de aproveitamento dos frutos do cerrado

O Brasil possui cinco biomas e uma imensa variedade de espécies vegetais, destaca-se o cerrado brasileiro ocupando, aproximadamente, 25% do território nacional (FIASCHI; PIRANI, 2009; PROENÇA; OLIVEIRA; SILVA, 2000). Várias doenças são tratadas empiricamente utilizando essas plantas regionais e conhecimentos populares (BRANDÃO et al., 2008; KVIECINSKI et al., 2008).

A família das *Annonaceae* está muito presente nesse rico bioma, nela se inclui a graviola (*Annona muricata*) e o Marolo (*Annona crassiflora*). Existe uma dificuldade no período de pós - colheita nas espécies pertencentes a essa família, em decorrência do amadurecimento rápido e a alta susceptibilidade a lesões causadas pela variação de temperatura, elevando os custos do varejo (CORRÊA et al., 2011). Mesmo com as dificuldades, o produto é comercializado não só no Brasil, mas também na América do Norte e Europa (GRATÃO; SILVEIRA JÚNIOR; TELIS-ROMERO, 2007).

Foram coletados dados de como a graviola é conhecida em vários países, podemos citar: g*uanabana* (Espanha), *corossolier* (França), *zuurzak* (Alemanha), *munolla* (Índia), *graviola* (Portugal), *durian belanda* (Malásia), *mammon* (Espanha e Filipinas) (PINTO et al., 2005).

O fruto da graviola geralmente é oval, mede entre 10 e 30cm e pesa entre 4,5 a 6,8kg. Na fase imatura possui a cor verde escura, com o amadurecimento torna-se amarelado. Possui polpa branca, pegajosa e cremosa. Contém carboidratos, proteínas, ácido fólico, cálcio, fósforo, ferro, vitamina C, grandes quantidades de vitaminas B1 e B2. O teor de umidade é próximo de 70% (DEMBITSKY et al., 2011).

A graviola é tradicionalmente usada em tratamentos de epilepsia, diarreia, problemas cardíacos, prisão de ventre, febre e úlceras. O suco da fruta é um bom diurético, promove perda de peso e é usado por quem sofre de reumatismo, artrite e gota e, também, para o tratamento de doenças hepáticas e equilibrar a acidez estomacal. Possui atividade antimicrobiana e anti-inflamatória e acredita-se que tenha atividade anticancerígena (DEMBITSKY et al., 2011).

O marolo (*Annona crassiflora*), também conhecido como araticum, é um fruto de forma oval com sementes achatadas, com diâmetro que varia entre 20 e 27mm e o comprimento de 10 a 13mm. O fruto verde possui cor esverdeada e casca áspera, já amadurecido possui casca marrom. A polpa é branca, mas assume tons de rosa e amarelo. A iguaria de cheiro forte agrada muitos paladares, pesa entre 0,5 a 4,5kg e contém de 90 a 190 carpelos com uma semente em cada (AGOSTINI-COSTA; VIEIRA, 2000).

O marolo é destacado como importante fonte de fibras alimentares na sua forma desidratada e reconhece que essa é uma alternativa de comercialização do produto para outras regiões. Sua riqueza em compostos antioxidantes traz diversos benefícios à saúde e as outras características físico-químicas são interessantes para fazer parte de preparações como sucos doces e sorvetes (CORRÊA et al., 2011).

Classificado na família das *Passifloraceae*, o maracujá-doce (*Passiflora alata*) também é um fruto do cerrado de importância econômica. O fruto de aparência periforme pesa entre 80 a 300g e possui de 200 a 300 sementes por fruto. 62,1% do seu peso concentram-se na casca (OLIVEIRA; SALOMÃO; RUGGIERO, 1982). Foram encontrados frutos com média de 270g medindo 9,91cm de comprimento e 8,29cm de largura e 75,78% da composição eram cascas (VASCONCELLOS et al., 1993). O maracujá é utilizado em diversas preparações culinárias e, também, é utilizado na indústria farmacêutica.

Verificaram-se atividades antiinflamatórias do fruto em ensaios *in vivo* (VARGAS et al., 2007).

2.1.1 Doces de frutas

Doces em massa, também classificados como doce em pasta ou de corte, são definidos como um produto resultante do cozimento da polpa de fruta com açúcar até alcançar uma consistência tal que, ao esfriar, gelatinize-se até o ponto de corte (SOUZA; BRAGANÇA, 2000).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA inclui os doces em barra entre os produtos de frutas e os classifica da seguinte maneira: são produtos elaborados, a partir de frutas ou parte dela, obtidos por secagem, desidratação, laminação, cocção, fermentação, concentração, congelamento e /ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos. Podem ser apresentados na forma com ou sem líquido de cobertura e adicionados de açúcar, sal, tempero, especiaria ou outro ingrediente desde que não descaracterize o produto. Podem ser recobertos.

De acordo com dados da central de abastecimento de Minas Gerais, o mercado de doces movimentou no estado valores próximos de trezentos e cinquenta mil reais a um preço médio de RS6,59/kg no ano de 2011. Entre os anos de 2004 a 2011, o volume de doces comercializados passou da casa dos 20 mil quilos para a dos 50 mil quilos. Nesse mesmo período, o preço variou entre R$4,00 e R$6,00, tendo como pico máximo o ano de 2009 (R$7,09) (CENTRAL DE ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS - CEASAMINAS, 2012).

Esse número pode ser ainda maior ao considerar o comércio informal e de pequenas cooperativas de produtores rurais, formas muito comuns de venda do produto.

2.2 Alimentos funcionais

Alimentos funcionais são substâncias que, além de fornecerem a nutrição básica, promovem benefícios à saúde, restringindo-se apenas à promoção da saúde e não à cura de doenças (STRINGHETA et al., 2007). A ANVISA não classifica os alimentos funcionais, apenas são regulamentadas as alegações de propriedades funcionais nos rótulos dos alimentos.

Para que um alimento seja considerado funcional, ele precisa preencher a requisitos básicos como: não apresentar efeitos adversos à saúde na concentração indicada; ter comprovação científica dos seus benefícios; ser resistente às principais barreiras biológicas do organismo, ou seja, ele deve chegar à forma ativa em seu sítio de atuação; e possuir um tempo de atuação no organismo suficientemente para trazer os benefícios.

2.2.1 Biodisponibilidade

Biodisponibilidade (BD) é a fração de qualquer nutriente ingerido que tem o potencial para suprir demandas fisiológicas em tecidos alvos. Essa é a definição que vigora após o *Congresso de Biodisponibilidade* que ocorreu na cidade de Wageningen na Holanda em 1997 (COZZOLINO, 1997). Diversos fatores podem interferir na BD, entre eles, fatores relacionados ao indivíduo e outros relacionados aos alimentos e forma como são consumidos.

A fórmula química, como o mineral, encontra-se e as suas ligações moleculares são determinantes na sua absorção e utilização pelo organismo. Observa-se que especiação em fase sólida e alterações geoquímicas na sua formula, durante o intemperismo, geram impactos significativos na absorção de zinco (MOLINA et al., 2013).

A quantidade do composto que é ingerida, também, é de suma importância para a avaliação da BD. Mas nem sempre consumir mais implica em absorver e utilizar mais. Em estudo em que a absorção do magnésio foi avaliada em água mineral enriquecida, foi possível concluir que adicionar mineral na água não foi determinante para melhorar a sua BD, mas a administração em menores quantidades, porém com mais intervalos, foi capaz de melhorar a absorção (NAKAMURA et al., 2012).

Não menos importante, a matriz alimentar que se estuda, também, é de grande relevância na avaliação da BD. Com o objetivo de avaliar a influência da presença de produtos da reação de *Maillard* na BD de alguns minerais, pesquisadores ofertaram dietas ricas e pobres nesses compostos a adolescentes. O grupo que consumiu maior quantidade dos produtos da reação de *Maillard* apresentou maior excreção de cobre (MESÍAS; SEIQUER; NAVARRO, 2012). Em outro estudo, um nível elevado de fibras promoveu melhor absorção gastrointestinal de manganês em multimisturas, em contrapartida esse nível elevado diminuiu a absorção de cálcio (CALLEGARO et al., 2010). Nesses casos a composição dos produtos em que os minerais foram estudados claramente influenciou na sua BD.

O estado nutricional do indivíduo é considerado nas avaliações de BD, pois em alguns casos alterações no metabolismo podem influenciar severamente na absorção de minerais. Íons podem se emparelhar e precipitar no lúmen, em função de sua alta concentração ou pela má absorção de gordura levando à formação de sabões e diminuído a BD cálcio e magnésio. Além disso, a BD dos elementos pode ser influenciada por muitos fatores fisiológicos, tais como acidez gástrica, adaptações homeostáticas, e estresse que afeta o trato gastrointestinal (MAHAN; ESCCOT-STUMP; RAYMOND, 2013). Existem substâncias que podem atenuar ou exacerbar a bioconversão dos compostos como os oligossacarídeos fermentados pelas bactérias intestinais que estimulam

a absorção intestinal e a retenção de cálcio, magnésio, zinco e ferro (SCHOLZ-AHRENS et al., 2001).

Fatores genéticos e fatores relacionados aos indivíduos obviamente devem ser considerados. Dessa forma, pessoas diferentes podem consumir alimentos nas mesmas condições, mas o funcionamento do organismo de cada um é que vai determinar como os nutrientes serão absorvidos, utilizados e excretados pelo organismo.

As diversas interações que podem ocorrer na composição dos alimentos e no organismo do indivíduo deixam o estudo da BD ainda mais complexo. Algumas dessas interações têm sido estudadas como as mineral-mineral e mineral-vitamina. Estudos de interação são difíceis de ser conduzidos e as conclusões definitivas sobre as interações necessitam ser mais investigadas (MAHAN; ESCCOT-STUMP; RAYMOND, 2013).

2.2.2 Prebióticos

A adição de prebióticos é uma das formas de transformar o produto em um alimento funcional. O prebiótico é um ingrediente fermentável, utilizado seletivamente por microrganismos intestinais, causando mudanças específicas tanto na composição como na atividade da microbiota gastrointestinal que confere benefícios ao hospedeiro (ROBERFROID, 2007).

A insulina e os fruto-oligossacarídeos são os prebióticos mais utilizados e são comercialmente produzidos a partir de raízes da chicória (*Cichorium intybus L*). (GIBSON et al., 2004; ROBERFROID et al., 2010). Estão presentes em vegetais como a cebola, aspargos e alho, mas também nos cereais (GARA et al., 2003). Esses frutanos não podem ser digeridos pelo trato gastrointestinal humano em decorrência da falta de enzimas específicas. Ao chegar ao intestino, esses componentes servem de substrato para microrganismos benéficos que

possuem tais enzimas específicas para a degradação (VAN-DEN-ENDE; PESHEV; DE GARA, 2011).

Comprovadamente os prebióticos geram efeitos benéficos à saúde de quem os consomem associado a hábitos saudáveis. Estão subindo rapidamente em popularidade nos mercados de alimentos funcionais, graças às aplicações em produtos lácteos, bebidas saudáveis, barras de cereais, cereais matinais, produtos de panificação, produtos cárneos, suplementos minerais, produtos destinados para perda de peso e alimentos para crianças(VAN-DEN-ENDE; PESHEV; DE GARA, 2011). Os benefícios trazidos por prebióticos não se concentram só na funcionalidade mas também em propriedades tecnológicas desejáveis nesses alimentos (WANG, 2009).

São diversas as formas de atuação dos prebióticos no organismo que geram os benefícios à saúde. Esses benefícios advêm da sua ação de modulação da microbiota intestinal, da produção de determinados metabólitos e da sua contribuição na diminuição do pH intestinal (TARINI; WOLEVER, 2010). Na competição por sítios ativos, os microrganismos patógenos saem na desvantagem quando comparados aos benéficos que se proliferam mais na presença de substrato específico (KAJIWARA; GANDHI; USTUNOL, 2002). Após o uso de antibióticos, é recomendado o uso de prebióticos associados a probióticos para que haja uma estabilização da microbiota benéfica. A acidificação do intestino melhora a absorção de minerais. O ácido lático produzido, em contato com o cálcio da dieta, forma o acetato de cálcio, que se encontra na forma líquida de mais fácil absorção (YU WANG et al., 2010).

A ingestão de prebióticos está sendo estudada como tendo fortes ligações com a proteção contra o câncer de cólon (DELGADO; TAMASHIRO; PASTORE, 2010; FEMIA et al., 2002; SAUER; RICHTER; POOL-ZOBEL, 2007). Há um aumento na produção de ácidos graxos de cadeia curta, entre eles os ácidos propiônico, butírico e ácido lático que melhoram a nutrição das células

do cólon (colonócitos) (SCHOLZ-AHRENS et al., 2001; SHIMIZU; HACHIMURA, 2011). Células bem nutridas e densas possuem maior fluxo sanguíneo aumentando, assim, a capacidade regenerativa e a capacidade de defesa. Estimulados por ácidos graxos de cadeia curta, células do sistema nervoso e do músculo liso intestinal são ativadas, resultando na ativação da evacuação, isso pode prevenir ou aliviar a constipação (GRIDER; PILAND, 2007).

O aumento da densidade celular, também, promove o aumento das microvilosidades, a resistência a bactérias e aumento do número de receptores de vitaminas e minerais. Benefícios, como a redução da glicose, colesterol e triacilgliceróis sanguíneos também já foram elucidados por diversos pesquisadores (DELZENNE; CANI; NEYRINCK, 2007; GIACCO et al., 2004; YU WANG et al., 2010). Essas doenças estão fortemente relacionadas à arteriosclerose, diabetes, obesidade e osteoporose.

São observados o aumento na produção de anticorpos e o aumento da atividade de macrófagos, ambos em consequência do aumento do fluxo sanguíneo na região intestinal, decorrentes do aumento da densidade celular. Há evidências de diminuição de alergias (FUJITANI et al., 2007; LOMAX; CALDER, 2009; VOS et al., 2007; YU WANG et al., 2010)

A alteração na acidez melhora a absorção de alguns minerais como cálcio, magnésio, ferro e zinco (LOBO et al., 2009; SCHOLZ-AHRENS et al., 2007; YU WANG et al., 2010) e força a diminuição no número de patógenos por mudar o ambiente anteriormente favorável a eles. Estudos foram realizados para investigar a ação dos frutooligossacarídeos na saciedade e obtiveram resultados positivos (CANI et al., 2006; HESS et al., 2011).

A ingestão de prebióticos, assim como a de outras fibras, pode alterar a absorção de macronutrientes como os carboidratos, retardando o esvaziamento gástrico e/ou diminuindo o tempo de trânsito intestinal (COLECCHIA et al.,

2006). Ainda induz a gliconeogênese mediada por ácidos graxos de cadeia curta e a redução nos níveis de triacilgliceróis séricos (BRIGHENTI, 2007; TARINI; WOLEVER, 2010).

O consumo de prebióticos deve ser criterioso, pois sua ingestão em quantidades excessivas pode resultar em diarreia, flatulência, cólicas, inchaços e distensão abdominal (GRABITSKE; SLAVIN, 2009). Todos esses sintomas podem ser revertidos ao cessar o consumo. O mais grave é a dificuldade da cura de infecções em virtude da transmissão de fatores de resistência às bactérias por determinados plasmídios. Estudos mais específicos são sugeridos em relação à determinação de doses ideais (SAULNIER et al., 2010; WANG, 2009).

2.2.3 Legislação brasileira para alimentos funcionais

No Brasil a regulamentação dos alimentos funcionais é feita pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que publicou, no ano de 1999, quatro resoluções sobre o assunto.

A primeira (ANVISA/MS 16/99) trata de procedimentos para registro de alimentos e ou novos ingredientes. De acordo com essa resolução, não é necessário um Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) para registrar um alimento, além disso, é permitido o registro de novos produtos sem histórico de consumo no país e, também, novas formas de comercialização para produtos já consumidos (BRASIL, 1999a).

A RDC- 17/99 da ANVISA aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para avaliação de risco e segurança de alimentos que prova, baseado em estudos e evidências científicas, se o produto é seguro sob o ponto de risco à saúde ou não (BRASIL, 1999c).

A Resolução RDC- 18/99 da ANVISA aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para a análise e comprovação de

propriedades funcionais e/ou de saúde, alegadas em rotulagem de alimentos (BRASIL, 1999b). Para a comprovação da propriedade funcional, a norma exige evidências científicas aplicáveis como caracterização molecular e/ou formulação do produto. Incluem-se, também, ensaios bioquímicos, ensaios nutricionais e/ou fisiológicos e/ou toxicológicos em animais de experimentação, estudos epidemiológicos e ensaios clínicos. È necessária a comprovação de uso tradicional, observado na população e a não associação a danos à saúde.

Já a RDC - 19/99 da ANVISA trata dos procedimentos para registro de alimentos com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem (BRASIL, 1999c).

No ano de 2002 foi publicada no Diário Oficial a RDC n° 259/2002 as diretrizes a serem adotadas para a avaliação de segurança, registro e comercialização de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedades funcional e/ou de saúde apresentados como formas farmacêuticas (cápsulas, comprimidos, tabletes, pós, granulados, pastilhas, suspensões e soluções) (BRASIL, 2002). Para essas substâncias não consideradas como alimentos, após aprovado o registro, as alegações propostas pelo fabricante são de uso obrigatório.

O registro no órgão competente é obrigatório tanto para os produtos citados anteriormente quanto para alimentos com alegação de propriedade funcional e/ou de saúde e para os alimentos novos e novos ingredientes, produzidos no Brasil ou importados (BRASIL, 2000a, 2000b, 2005). E para isso são necessárias comprovações que podem ser obtidas por ensaios biológicos.

2.3 Síndrome Metabólica

Síndrome metabólica (SM) é um termo geral, utilizado como forma de diagnóstico clínico, caracterizado por sintomas decorrentes da resistência à

insulina. Essa manifestação de estado fisiológico aumenta muito a probabilidade de uma pessoa desenvolver alguns distúrbios e síndromes clínicas associadas, inclusive, ao aumento na incidência de doenças cardiovasculares (EINHORN et al., 2003; REAVEN, 2003).

Em termos práticos a SM é a manifestação de três dos cinco sintomas: obesidade abdominal caracterizada por circunferência abdominal maior que 102cm para homens e 88cm para mulheres; glicemia de jejum maior/igual a 110mg/dL; pressão arterial maior que 130/85mmHg; triacilglicerídeos maior que 150mg/dL e HDL colesterol menor que 40mg/dL para homens e 50mg/dL para mulheres.

O *National Cholesterol Education Program* (Programa americano de educação sobre colesterol), em seu relatório do Painel de Tratamento de Adultos III (ATP III), reconsiderou o termo síndrome metabólica e introduziu o conceito da Síndrome X que relaciona os mesmo riscos, porém não tem a função diagnóstica. As características são: hiperinsulinemia compensatória, certo grau de intolerância à glicose, hipertensão arterial, aumento na concentração plasmática de triglicerídeos e diminuição da concentração de lipoproteína de alta densidade (HDL-c) (NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM - NCEP, 2001).

Independentemente do termo utilizado, concorda-se que a raiz do problema é a resistência à insulina, seja ela por uma resposta “inadequada” à insulina, em que ela é produzida, mas a sua utilização não é eficiente ou pela hiperinsulinemia compensatória que nada mais é que um aumento desregulado da produção de insulina em função da resposta ao aumento da glicemia (REAVEN, 2009).

A obesidade e o diabetes são as enfermidades mais importantes ao se falar sobre a SM e é importante salientar que o fator alimentação saudável é

determinante tanto na prevenção quanto no tratamento dessas desordens metabólicas.

2.3.1 Obesidade

Estima-se que os genes envolvidos na regulação do peso corporal evoluíram entre 200 mil e um milhão de anos atrás, em um tempo que os fatores ambientais que controlavam as atividades físicas e a obtenção de alimentos habituais eram muito diferentes do de hoje (HARMON; BESSESEN, 2002).

Os seres humanos evoluíram em um ambiente de escassez, no qual altos níveis de atividade física eram necessários para sobreviver e obter alimento. Os mecanismos fisiológicos eram úteis para evitar a perda de peso e não o ganho, logo, o aumento da prevalência da obesidade pode ser atribuído à disparidade entre a fisiologia e o meio ambiente (HILL; CATENACCI; WYATT, 2009).

Com o passar do tempo, o mundo moderno se transformou em um ambiente com variedades inesgotáveis de alimentos baratos fartos palatáveis e de alta densidade energética e de avanços tecnológicos feitos para diminuir a atividade física (HILL; CATENACCI; WYATT, 2009).

Em 2001 aproximadamente 60% das mortes no mundo e 46% da carga global de doença foram decorrentes das doenças crônicas não transmissíveis, e, em 2020, a carga global por doenças crônicas não transmissíveis deverá ser de 57% (WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO/FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2003).

O sucesso da prevenção dependerá de iniciativas em políticas públicas para assegurar o fácil acesso a atividades físicas e à facilidade de escolhas alimentares de baixas calorias. As estratégias para a prevenção da obesidade devem envolver os setores públicos e privados entre os membros da

comunidade, diretores de instituições de ensino, empregadores, instituições médicas e agências governamentais (HILL; CATENACCI; WYATT, 2009).

2.3.2 Diabetes *Mellitus*

O diabetes *Mellitus* pode resultar de uma série de condições genéticas, metabólicas e adquiridas que geram hiperglicemia. Distúrbios da glicose e profundas anomalidades no metabolismo da gordura, da proteína e de outras substâncias caracterizam a patologia do diabetes (ANDERSON, 2009).

O início do diabetes pode ser adiado por meio da dieta e o exercício. Os pacientes devem ser aconselhados a adotar medidas que modifiquem o estilo de vida quando apresentarem um único valor de glicemia de jejum maior ou igual a 100mg/dL (ANDERSON; KENDALL; JENKINS, 2003).

A maior parte dos sintomas do diabetes está relacionada com a hiperglicemia ou com o acúmulo de glicose em vários tecidos. À medida que a hiperglicemia se desenvolve, os indivíduos passam a apresentar poliúria, sede aumentada, falta de energia, irritabilidade, visão turva e perda de peso. Pacientes tratados com insulina podem ter hipoglicemia que pode ser causada pela perda ou atraso nas refeições, pelo consumo de quantidades insuficientes de alimentos, pela ingestão de álcool sem associação com a comida ou pela atividade física (ANDERSON, 2009).

O termo “Índice Glicêmico” foi introduzido para descrever as respostas de comparação dos alimentos testados em relação à resposta glicêmica para um alimento de referência, no caso, o pão ou a glicose. As diferenças nos tempos de ingestão e no conteúdo de fibras influenciam a resposta glicêmica resultante. As gorduras, proteínas e as fibras hidrossolúveis e outros fatores influenciam o tempo de esvaziamento gástrico (JENKINS et al., 1981).

A forma do alimento tem impacto no tempo da digestão. Os métodos de processamento e cozimento dos alimentos e, no caso das frutas, o grau de maturação, influenciam na resposta glicêmica (ANDERSON, 2009). Os produtos da fermentação das fibras como os ácidos graxos de cadeia curta, são absorvidos do cólon para a veia porta e no fígado podem afetar diretamente o metabolismo da glicose (ANDERSON; AKANJI; RANDELES, 2001).

Alimentos com índice glicêmico baixo são escolhas saudáveis para os indivíduos com diabetes ou disglicemia. As análises de oito ensaios clínicos randomizados controlados revelam que dietas de baixo índice glicêmico, se comparadas com as de altos níveis, diminuem significativamente os valores de glicose plasmática de jejum e de hemoglobina glicosilada em indivíduos diabéticos. Essas dietas, também, são capazes de diminuir os níveis de lipoproteína de baixa densidade (LDL-c), de triglicerídeos e aumentar os níveis de HDL-c (ANDERSON et al., 2004).

2.3.3 Índice glicêmico

O índice glicêmico (IG) é uma ferramenta usada para classificar os alimentos fontes de carboidratos baseado na capacidade de elevar o nível de glicose sanguínea em relação a um alimento padrão, geralmente glicose ou pão branco. Alimentos que possuem IG elevado produzem maior área sob a curva de resposta glicêmica, obtida em 2 horas, comparados aos alimentos de baixo IG (JENKINS; WOLEVER; TAYLOR, 1981).

Os alimentos com o valor de IG abaixo de 55 são considerados de baixo IG, os valores entre 55 e 70 são considerados de IG moderado e os com valores acima de 70 são considerados de alto IG. Açúcares como frutose, lactose e sacarose e as gorduras apresentam IG de moderado a baixo, já os carboidratos refinados geralmente apresentam IG elevado (FOSTER-POWELL; HOLT;

BRAND-MILLER, 2002). Pesquisadores trabalham com a hipótese de que alimentos de baixo IG são capazes de melhorar o controle glicêmico quando comparados com alimentos de altos valores de IG (BRAND-MILLER et al., 2003).

Fatores como a relação açúcar-amido e amilose-amilopectina, a forma física do alimento, método de preparo, tempo de cozimento, e quantidades de calor e água a que o processo foi submetido podem afetar o IG (MELBY; SCHIMIDT; HICKEY, 2010).

A carga glicêmica (CG) associa o IG e a quantidade total de carboidrato caracterizando o potencial glicêmico de uma refeição completa. Ela é calculada pela soma dos produtos do IG para cada constituinte do alimento e multiplicado pela quantidade de carboidrato contida em cada um deles (KEIM; LEVIN; HAVEL, 2009). Como os alimentos não são consumidos de forma isolada, a CG transmite uma ideia melhor sobre o potencial glicêmico de cada refeição.

2.4 Ensaios Biológicos

A experimentação animal é uma alternativa fundamental para o domínio das ciências da vida, não apenas para o entendimento das funções vitais, mas também para o desenvolvimento de métodos de prevenção diagnóstico e tratamento de várias doenças (TAKAHASHI-OMOE; OMOE, 2007). O trabalho com animais de laboratório permite situações que *in vitro* não podem ser observadas e controladas.

Ao se fazer pesquisas, utilizando animais, são necessários rígidos controles éticos além de enfrentar barreiras de pessoas e grupos sociais que são contra essa prática. O grau de envolvimento pessoal se correlaciona inversamente com os apelos para que se criem alternativas à experimentação

animal. Pessoas que estão diretamente envolvidas com problemas de saúde são mais propensas a aceitarem esse tipo de teste (GARTHOFF, 2005).

Atualmente trabalha-se com a ideia dos "3R" (*Refinement, Replacement and Reduction*) que não proíbe a utilização de animais em experimentos biomédicos, mas busca decisões mais criteriosas quanto ao seu uso. São buscadas maneiras de se realizar as pesquisas, utilizando outras técnicas alternativas ao ensaio *in vivo* e, quando ele se faz necessário, busca-se usar o mínimo de animais possíveis com os procedimentos menos invasivos (CUTHILL, 2007).

O Ministério da Ciência e Tecnologia da Inovação, por meio do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) é, no Brasil, o órgão que regulamenta o uso de animais de experimentação em laboratório.

O CONCEA é composto por membros representantes de importantes parcelas de grande interesse no desenvolvimento de pesquisas científicas e tecnológicas, e entre eles estão: Ministério da Ciência e Tecnologia, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Ministério da Educação, Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Saúde, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Conselho de Reitores das Universidades do Brasil (CRUB), Academia Brasileira de Ciências (ABC), Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), Federação das Sociedades de Biologia Experimental (FESBE), Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório (SBCAL) e Federação Brasileira de Indústria Farmacêutica (FEBRAFARMA).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao se acrescentar doces mistos de frutas do cerrado de baixo valor calórico com FOS a rações dos animais, esperava-se que a glicemia dos animais elevasse a um nível abaixo da elevação, causada pelo consumo de rações, acrescidas de doces tradicionais, confeccionados com sacarose, bem como a melhora na absorção de minerais e maior proliferação de microrganismos benéficos no intestino grosso. Era esperado que o peso das fezes aumentasse, de acordo com o passar do tempo de tratamento e que, ao final do experimento, maior quantidade de lipídeos fossem carreadas para as fezes daqueles animais que receberam maior quantidade de fibras em suas respectivas rações.

Observou-se que os animais que receberam rações acrescidas de doces, contendo fibras prebióticas, apresentaram alterações glicêmicas semelhantes aos animais que consumiram ração acrescida de doce tradicional. A análise microbiológica não revelou diferenças na proliferação de microrganismos benéficos entre os animais de cada grupo. Já os indicadores fecais, como peso e extrato etéreo, mostraram um efeito protetor do intestino.

Não se trata de um alimento que possa vincular à alegação de que promove benefícios à saúde. Nas quantidades testadas não foi comprovada uma ação prebiótica. Porém, nos parâmetros avaliados, trata-se de um alimento seguro para o consumo comparado aos doces tradicionais e o fato de ser *diet* por si só já carrega o benefício de ser de baixas calorias.

REFERÊNCIAS

AGOSTINI-COSTA, T.; VIEIRA, R. F. **Frutas nativas do cerrado**: qualidade nutricional e sabor peculiar. 2000. Disponível em: <http://www.agronet.com.br/cgi-bin/artigos.pl?id=142612>. Acesso em: 13 set. 2005.

ANDERSON, J. W.; AKANJI, A. O.; RANDELES, K. M. Treatment of diabetes with higt fiber diets. In: SPILLER, G. A. (Ed.). **Dietary fiber in human nutrition**. Loa Altos: CRC, 2001. p. 363–390.

ANDERSON, J. W. Diabetes melito: terapia nutricional médica. In: SHILS, M. E. et al. (Ed.). **Nutrição moderna na saúde e na doença**. 10. ed. Barueri: Manole, 2009. p. 2256.

ANDERSON, J. W. et al. Carbohydrate and fiber recommendations for individuals with diabetes: a quantitative assessment and meta-analysis of the evidence. **The Journal of the American College of Nutrition,** [S.I.], v. 23, p. 5–17, 2004.

ANDERSON, J. W.; KENDALL, C. W. C.; JENKINS, D. J. A. Importance of Weight Management in Type 2 Diabetes□: Review with Meta-analysis of Clinical Studies. The **Journal of the American College of Nutrition**, [S.I.], v. 22, n. 5, p. 331–339, 2003.

BRANDÃO, M. G. L. et al. Brazilian medicinal plants described by 19th century European naturalists and in the Official Pharmacopoeia. **Journal of Ethnopharmacology**, [S.I.], v. 120, p. 141–148, 2008.

BRAND-MILLER, J. et al. Low-glycemic index diets in the management of diabetes - A meta-analysis of randomized controlled trials. **Diabetes Care**, [S.I.], v. 26, n. 8, p. 2261–2267, 2003.

BRASIL. Resolução n. 16 de 30 de abril de 1999. Aprova regulamento técnico de procedimentos para registro de alimentos e ou novos ingredientes. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, 3 dez. 1999a.

BRASIL. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. Republica a Resolução nº 363, de 29 de julho de 1999, por ter saído com incorreções, no original publicado, no **Diário Oficial [da] União**, de 2 ago. 1999b. Seção 1, p. 16.

Excluído: .

BRASIL. Resolução n. 19 de 30 de abril de 1999. Aprova regulamento téscnico que estabelece as diretrizes básicas para avaliação de risco e segurança dos alimentos. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, 3 maio 1999c.

BRASIL. Resolução nº 22, de 15 de março de 2000. Dispõe sobre os procedimentos básicos de registro e dispensa da obrigatoriedade de registro de produtos impostados pertinentes à área de alimentos. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, de 16 mar. 2000a.

BRASIL. Resolução nº 23, de 15 de março de 2000. Dispõe sobre o manual de procedimentos básicos para registro e dispensa obrigatoriedade de registro de produtos pertinentes à área de alimentos. **Diário Oficial [da] União,** Brasília, de 16 mar. 2000b.

BRASIL. Resolução nº 259, de 20 de setembro de 2002. Aprova o regulamento técnico sobre rotulagem de alimentos embalados. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, de 23 set. 2002.

BRASIL. Resolução nº 278, de 22 de setembro de 2005. Aprova as categorias de alimentos e embalagens dispensados e com obrigatoriedade de registro. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, de 23 set. 2005.

BRIGHENTI, F. Dietary fructans and serum triacylglycerols□: A meta-analysis of randomized controlled trials. **The Journal of Nutrition**, [S.I.], v. 137, n. 11, p. 2552–2556, 2007. Suppl.

CALLEGARO, M. G. K. et al. Supplementation with fiber-rich multimixtures yields a higher dietary concentration and apparent absorption of minerals in rats. **Nutrition Research**, [S.I.], v. 30, p. 615–625, 2010.

CANI, P. D. et al. Oligofructose promotes satiety in healthy human□: a pilot study. **European Journal of Clinical Nutrition**, [S.I.], v. 60, n. 5, p. 567–572, 2006.

CENTRAL DE ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS. Disponível em: <www.ceasaminas.com.br/abastecimento_mundo.asp>. Acesso em: 23 jan. 2012.

COLECCHIA, A. et al. Effect of a symbiotic preparation on the clinical manifestations of irritable bowel syndrome, constipation-variant. Results of an open, uncontrolled multicenter study. **Minerva Gastroenterol Dietol**, [S.I.], v. 52, n. 4, p. 349–358, 2006.

CORRÊA, S. C. et al. Evaluation of dehydrated marolo (Annona crassiflora) flour and carpels by freeze-drying and convective hot-air drying. **Food Research International**, [S.I.], v. 44, n. 7, p. 2385–2390, 2011.

COZZOLINO, S. M. F. Biodisponibilidade de minerais. **Revista de Nutrição, Campinas**, v. 10, n. 2, p. 87–98, 1997.

CUTHILL, I. C. Ethical regulation and animal science: why animal behaviour is not so special. **Animal Behaviour**, [S.I.], v. 74, n. 1, p. 15–22, jul. 2007.

DELGADO, G. T. C.; TAMASHIRO, W. M. S. C.; PASTORE, G. M. Immunomodulatory effects of fructans. **Food Research International**, [S.I.], v. 43, n. 5, p. 1231–1236, 2010.

DELZENNE, N. M.; CANI, P. D.; NEYRINCK, A. M. Modulation of Glucagon-like Peptide 1 and energy metabolism by inulin and oligofructose□: experimental data 1-5. **The Journal of Nutrition**, [S.I.], v. 137, n. 11, p. 2547–2551, 2007. Suppl.

DEMBITSKY, V. M. et al. The multiple nutrition properties of some exotic fruits□: biological activity and active metabolites. **Food Research International**, [S.I.], v. 44, n. 7, p. 1671–1701, 2011.

EINHORN, D. et al. American College of Endrocrinology position estatement on the insulin resistence syndrome. **Endocrine Practice**, [S.I.], v. 9, n. 3, p. 237–252, 2003.

FEMIA, A. P. et al. Antitumorigenic activity of the prebiotic inulin enriched with oligofructose in combination with the probiotics Lactobacillus rhamnosus and Bifidobacterium lactis on azoxymethane-induced colon carcinogenesis in rats. **Carcinogenesis**, [S.I.], v. 23, n. 11, p. 1953–1960, 2002.

FIASCHI, P.; PIRANI, J. R. Review of plant biogeographic studies in Brazil. **Journal of Systematics and Evolution**, [S.I.], v. 47, n. 5, p. 477–496, 2009.

FOSTER-POWELL, K.; HOLT, S. H. A.; BRAND-MILLER, J. International table of glycemic index and glycemic load. **The American Journal of Clinical Nutrition**, [S.I.], v. 76, p. 5–56, 2002.

FUJITANI, S. et al. Increased number of CCR4-positive cells in the duodenum of ovalbumin- induced food allergy model NC□! jic mice and antiallergic activity of fructooligosaccharides. **Allergology International**, [S.I.], v. 56, n. 2, p. 131–138, 2007.

GARA, L. et al. Redox regulation and storage processes during maturation in kernels of Triticum durum. **Jounal of Experimental Botany**, [S.I.], v. 54, n. 381, p. 249–258, 2003.

GARTHOFF, B. Alternatives to animal experimentation: the regulatory background. **Toxicology and applied pharmacology**, [S.I.], v. 207, n. 2, p. 388–392, Sept. 2005. Suppl.

GIACCO, R. et al. Effects of short-chain fructo-oligosaccharides on glucose and lipid metabolism in mild hypercholesterolaemic individuals. **Clinical Nutrition**, [S.I.], v. 23, n. 3, p. 331–340, 2004.

GIBSON, G. R. et al. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. **Nutrition Research Reviews**, [S.I.], v. 17, n. 2, p. 259–275, 2004.

GRABITSKE, H. A.; SLAVIN, J. L. Gastrointestinal effects of low-digestible carbohydrates. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [S.I.],v. 49, n. 4, p. 237–260, 2009.

GRATÃO, A. C. A.; SILVEIRA JÚNIOR, V.; TELIS-ROMERO, J. Laminar flow of soursop juice through concentric annuli: friction factors and rheology. **Journal of Food Engeneerring**, [S.I.], v. 78, p. 1343–1354, 2007.

GRIDER, J. R.; PILAND, B. E. The peristaltic reflex induced by short-chain fatty acids is mediated by sequential release of 5-HT and neuronal CGRP but not BDNF The peristaltic reflex induced by short-chain fatty acids is mediated by sequential release of 5-HT and neuronal CGRP but no. **American Journal of Physiology - Gastrointestinal and Liver Physiology**, [S.I.], v. 292, p. 429–437, 2007.

HARMON, K. A.; BESSESEN, D. H. Obesity. In: MCDERMOTT, M. T. (Ed.). **Endocrine secrets**. Philadelphia: Mosby Elsevier, 2002. p. 81–97.

HESS, J. R. et al. Effects of short-chain fructooligosaccharides on satiety responses in healthy men and women. **Appetite**, [S.I.], v. 56, n. 1, p. 128–134, 2011.

HILL, J. O.; CATENACCI, V. A.; WYATT, H. R. Obesidade: etiologia. In: SHILS, M. E. et al. **Nutrição moderna na saúde e na doença**. 10. ed. Barueri: Manole, 2009. p. 2256.

JENKINS, D. J. A. et al. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. **The American journal of Clinical Nutrition**, [S.I.], v. 34, p. 362–366, 1981.

JENKINS, D. J. A.; WOLEVER, T. M. S.; TAYLOR, R. H. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. **The American Journal of Clinical Nutrition**, [S.I.], v. 34, p. 362–366, 1981.

KAJIWARA, S.; GANDHI, H.; USTUNOL, Z. Effect of honey on the growth of and acid production by human intestinal Bifidobacterium spp.: an in vitro comparison with commercial oligosaccharides and inulin. **Journal of Food Protection**, [S.I.], v. 65, n. 1, p. 214–218, 2002.

KEIM, N. L.; LEVIN, R. J.; HAVEL, P. J. Carboidratos. In: SHILS, M. E. et al. (Ed.). **Nutrição moderna na saúde e na doença**. 10. ed. Barueri: Manole, 2009. p. 2256.

KVIECINSKI, M. R. et al. Study of the antitumor potential of Bidens pilosa (Asteraceae) used in Brazilian folk medicine. **Journal of Ethnopharmacology**, [S.I.], v. 117, p. 69–75, 2008.

LOBO, A. R. et al. Effects of dietary lipid composition and inulin-type fructans on mineral bioavailability in growing rats. **Nutrition**, [S.I.], v. 25, n. 2, p. 216–225, 2009.

LOMAX, A. R.; CALDER, P. C. Prebiotics , immune function , infection and inflammation□: a review of the evidence. **British Journal of Nutrition**, [S.I.], v. 101, n. 5, p. 633–658, 2009.

MAHAN, L. K.; ESCCOT-STUMP; RAYMOND, J. L. **Krause:** alimentos, nutrição e dietoterapia. 13. ed. São Paulo: Elsevier, 2013. p. 1256

MELBY, C.; SCHIMIDT, S.; HICKEY, M. H. Alimentos funcionais, resistência à insulina e Diabetes Melito. In: COSTA, N. M. B.; ROSA, C. O. B. (Ed.). **Alimentos funcionais**: componentes bioativos e efeitos fisiológicos. Rio de Janeiro: Rubio, 2010. p. 536.

MESÍAS, M.; SEIQUER, I.; NAVARRO, M. P. Consumption of highly processed foods: Effects on bioavailability and status of zinc and copper in adolescents. **Food Research International**, [S.I.], v. 45, n. 1, p. 184–190, jan. 2012.

MOLINA, R. M. et al. Mineralogy affects geoavailability , bioaccessibility and bioavailability of zinc. **Environmental Pollution**, [S.I.], v. 182, p. 217–224, ago. 2013.

NAKAMURA, E. et al. Magnesium absorption from mineral water decreases with increasing quantities of magnesium per serving in rats. **Nutrition Research**, [S.I.], v. 32, n. 1, p. 59–65, jan. 2012.

NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM. Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP)expert panel on detection evaluation and treatment of high blood cholesterol in adult (Adult Treatment Panel III). **The Journal of the American Medical Association**, [S.I.], v. 285, n. 19, p. 2486–2497, 2001.

OLIVEIRA, J. C.; SALOMÃO, T. A.; RUGGIERO, A. Variações observadas em frutos de Passiflora alata Ait. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 21., 1982, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 1982. 1 CD ROM.

PINTO, A. C. Q. et al. **Annona species**. Southampton: International Centre for Underutilised Crops, University of Southampton, 2005. p. 268

PROENÇA, C.; OLIVEIRA, R. S.; SILVA, A. P. **Flores e frutos do cerrado**. São Paulo: UNB, 2000. p. 225

REAVEN, G. M. Síndrome metabólica: definição, relação com a resistência à insulina e utilidade clínica. In: SHILS, M. E. et al. (Ed.). **Nutrição moderna na saúde e na doença**. 10. ed. Barueri: Manole, 2009. p. 2256.

REAVEN, G. M. The insulin resistence syndrome. **Current Atherosclerosis Reports**, [S.I.], v. 5, n. 5, p. 364–371, 2003.

ROBERFROID, M. et al. Prebiotic effects: metabolic and health benefit. **British Journal of Nutrition**, [S.I.], v. 104, n. 2, p. 1–63, 2010. Suppl.

ROBERFROID, M. Prebiotics: the concept revisited. **The Journal of Nutrition**, [S.I.], v. 137, n. 1, p. 830–837, 2007. Suppl.

SAUER, J.; RICHTER, K. K.; POOL-ZOBEL, B. L. Physiological concentrations of butyrate favorably modulate genes of oxidative and metabolic stress in primary human colon cells. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, [S.I.], v. 18, n. 11, p. 736–745, 2007.

SAULNIER, D. M. A. et al. Mechanisms of probiosis and prebiosis: considerations for enhanced functional foods. **Current Opinion in Biotechnology**, [S.I.], v. 20, n. 2, p. 135–141, 2010.

SCHOLZ-AHRENS, K. E. et al. Effects of prebiotics on mineral metabolism. **The American journal of clinical nutrition**, [S.I.], v. 73, n. 2, p. 459–464, Feb. 2001. Suppl.

SCHOLZ-AHRENS, K. E. et al. Prebiotics , probiotics , and synbiotics affect mineral absorption , bone mineral content , and bone structure. **The Journal of Nutrition**, [S.I.], v. 137, n. 2, p. 838–846, 2007. Suppl.

SHIMIZU, M.; HACHIMURA, S. Gut as a target for functional food. **Trends in Food Science & Technology**, [S.I.], v. 22, n. 12, p. 646–650, 2011.

SOUZA, C. M.; BRAGANÇA, M. G. L. **Manual de processamento artesanal de frutas**. Belo Horizonte: Emater, 2000. p. 122.

STRINGHETA, P. C. et al. Políticas de saúde e alegações de propriedades funcionais e de saúde para alimentos no Brasil. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, [S.I.], v. 43, n. 2, p. 181–194, 2007.

TAKAHASHI-OMOE, H.; OMOE, K. Animal experimentation in Japan: regulatory processes and application for microbiological studies. **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**, [S.I.], v. 30, n. 4, p. 225–246, July 2007.

TARINI, J.; WOLEVER, T. M. The fermentable fibre inulin increases postprandial serum short-chain fatty acids and reduces free-fatty acids and ghrelin in healthy subjects. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, [S.I.], v. 35, n. 1, p. 9–16, 2010.

VAN-DEN-ENDE, W.; PESHEV, D.; DE GARA, L. Disease prevention by natural antioxidants and prebiotics acting as ROS scavengers in the gastrointestinal tract. **Trends in Food Science & Technology**, [S.I.], v. 22, p. 689–697, 2011.

VARGAS, A. J. et al. Passiflora alata and Passiflora edulis spray-dried aqueous extracts inhibit inflammation in mouse model of pleurisy. **Fitoterapia**, [S.I.], v. 78, p. 112–119, 2007.

VASCONCELLOS, M. A. S. et al. Desenvolvimento de frutos do maracujazeiro doce (Passiflora alata Dryand.), nas condições de Botucatu - SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S.I.], v. 15, n. 1, p. 153–158, 1993.

VOS, A. P. et al. Dietary supplementation with specific oligosaccharide mixtures decreases parameters of allergic asthma in mice. **International Immunopharmacology**, [S.I.], v. 7, n. 12, p. 1582–1587, 2007.

WANG, Y. Prebiotics: present and future in food science and technology. **Food Research International**, [S.I.], v. 42, n. 1, p. 8–12, 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION/FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases.** Geneva, 2003.

YU WANG, M. A. et al. Fructo-oligosaccharides enhance the mineral absorption and counteract the adverse effects of phytic acid in mice. **Nutrition**, [S.I.], v. 26, n. 3, p. 305–311, 2010.

SEGUNDA PARTE – ARTIGO

ARTIGO 1 Doces de frutas do cerrado de baixo valor calórico adicionados de prebióticos: efeitos biológicos em ratos

ARTIGO A SER SUBMETIDO À REVISTA Plant Foods for Human Nutrition SENDO APRESENTADO SEGUNDO SUAS NORMAS DE PUBLICAÇÃO.

Driene Gomes Gonzaga[1*], João de Deus Souza Carneiro[2], Michel Cardoso De Angelis-Pereira[3], Raimundo Vicente de Sousa[4], Soraia Vilela Borges[5], Andressa Alvarenga Silva[6]

[1*] Nutricionista. Mestranda em Ciência dos Alimentos DCA/UFLA. Universidade Federal de Lavras, CEP 37200-000, Lavras – MG – Brasil. e-mail: driene@gmail.com. (Autora para correspondência)

[2] Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Professor Adjunto III, DCA/UFLA

[3] Doutor em Ciência dos Alimentos. Professor Adjunto II, DCA/UFLA

[4] Doutor em Zootecnia. Professor Adjunto IV, DMV/UFLA

[5] Doutora em Engenharia de Alimentos. Professora Associada, DCA/UFLA

[6] Graduação em Nutrição DCA/UFLA

RESUMO

Pesquisas voltadas para a área de aproveitamento de matérias primas nativas dos grandes biomas brasileiros tem ganhado destaque assim como aquelas voltadas para a área da saúde, qualidade de vida e bem estar. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar alterações biológicas causadas pelo acréscimo de doces mistos de frutas do cerrado de baixo valor calórico com adição de frutooligossacarídeos (FOS) às rações de ratos da linhagem *Wistar* como um possível alterador da glicemia e do trânsito intestinal de animais. Para isso foram utilizados 48 animais divididos em 6 grupos de 8 animais cada. Aos animais foram ofertadas rações acrescidas de doces sendo que o grupo 1 recebeu ração acrescida de doce de frutas confeccionados da forma tradicional, contendo açúcar, polpas de frutas (graviola, maracujá-doce e marolo), pectina cítrica e ácido cítrico; o grupo 2 recebeu ração acrescida de doces de frutas citadas na versão *diet* sem a adição de FOS; o grupo 3 teve a ração acrescida de uma preparação isenta de gomas e edulcorantes, como as utilizadas na preparação anteriormente citada, contendo apenas as polpas das frutas os agentes conservadores. Para substituição dos ingredientes suprimidos nessa terceira preparação foi usado celulose micro cristalina. Os grupos 4, 5, e 6 receberam rações acrescidas de doces de frutas de baixo valor calórico com adição de FOS de aproximadamente 9%, 14% e 18% respectivamente. Foram realizadas análises físico-químicas nos doces e nas rações. As fezes dos animais foram coletadas para análises de umidade e extrato etéreo bem como análises microbiológicas e quantificação de minerais. Foram aferidas a glicemia de jejum e a pós-prandial dos animais. Ao final foram retirados órgãos para análises físico-químicas e histológicas. O consumo e ganho de peso dos animais de todos os grupos foram semelhantes assim como os indicadores das funções intestinais. As alterações glicêmicas de todos os grupos seguiram o mesmo padrão. A presença de fibras na formulação promoveu o carreamento de componentes gordurosos para as fezes doa animais. Conclui-se então que o incremento da ração com doces de frutas do cerrado de baixo valor calórico acrescidos de FOS nas concentrações utilizadas não provocou alteração na glicemia dos animais mostrando que trata-se de um alimento seguro para o consumo, produzindo efeitos semelhantes ao incremento da ração com doces tradicionais.

Palavras-chave: Frutooligossacarídeos. Glicemia. Frutas do cerrado. Alimentos funcionais.

ABSTRACT

Research focused on the area of use of raw materials native to the major biomes has gained prominence as well as those related to health , quality of life and well being. Thus , the aim of this study was to evaluate the biological changes caused by the addition of sweet mixed native fruits low calorie with added fructo-oligosaccharides (FOS) in diets of Wistar rats as a possible changer glucose and intestinal transit of animals. For this we used 48 animals divided into 6 groups of 8 animals each . The animals were offered diets plus sweets with group 1 received ration plus fresh fruit made the traditional way , containing sugar, fruit pulp (soursop , passion fruit and marolo) , citrus pectin and citric acid , group 2 received diets containing fruit candy in the diet version without the addition of FOS , group 3 had the ration plus a preparation free of starches and sweeteners , such as those used in preparing the above-mentioned , containing only the pulp of the fruit preservatives . For substitution of ingredients deleted this third preparation used was microcrystalline cellulose . Groups 4 , 5 , and 6 received rations plus jams , low calories with added FOS of approximately 9 % , 14 % and 18 % respectively. Analyses physicochemical in jam and rations. The animal feces were collected for analysis of moisture and lipids as well as microbiological and quantification of minerals. Were measured fasting and postprandial animals. At the end organs were taken for physical and chemical analysis and histological. Consumption and weight gain of the animals in all groups were similar as well as indicators of intestinal functions. Glycemic alterations in all groups followed the same pattern. The presence of fibers in the formulation promoted entrainment of the stool fat components to donate animals. It was concluded that the increase of feed with candy native fruits low calorie plus FOS concentrations used did not affect the glucose levels showing that it is a safe food for consumption, producing effects similar to the increase ration with traditional sweets .

Keywords: Fructooligosaccharides . Glycemia. Native fruits. Functional foods.

INTRODUÇÃO

Para que um produto com alegação de propriedade funcional seja comercializado, é necessário que o mesmo atenda às exigências da legislação vigente no país, no qual ele é comercializado

A regulamentação para a comercialização de produtos contendo prebióticos e probióticos se diferencia de um país para outro dificultando o lançamento de novos produtos (FEORD, 2002). No Brasil, a funcionalidade dos alimentos devem ser comprovadas por estudos científicos e obedecer a rígidas regras de rotulagem para que possa ser comercializado sob a alegação de alimento funcional (BRASIL, 1999). A própria legislação não relaciona diretamente o conceito de alimento funcional e sim a alegação de propriedade funcional (BRASIL, 2005). Como determinado por decreto, o apelo não pode fazer referência a prevenção de doenças bem como o tratamento e cura das mesmas (BRASIL, 1999, 2002).

Considerando um produto sólido, a porção do produto pronto deve conter 3g de FOS para que esse produto seja rotulado com a alegação de que "Os frutooligossacarídeos – FOS contribuem para o equilíbrio da microbiota intestinal. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis". A quantidade do composto deve estar presente juntamente com as outras informações nutricionais logo abaixo da quantidade de fibras alimentares. O consumo diário não deve ultrapassar 30g (BRASIL, 1999).

Por sofrer influência de vários fatores, o simples fato do produto conter as quantidades de determinado ingrediente exigido por lei não significa que ele desempenhará o papel esperado no organismo do indivíduo. Uma característica encontrada em um ingrediente pode não se confirmar ao usar outro semelhante (VENEMA et al., 2003). A inclusão desse ingrediente em uma formulação torna ainda mais complexa a discussão, pois o processamento geram novos

compostos, diferentes dos estudados inicialmente com o ingrediente isolado o que gera a necessidade de se testar biologicamente o efeito de cada novo produto.

Pesquisas voltadas para a área de aproveitamento de matérias primas nativas dos grandes biomas brasileiros tem ganhado grande força. Na mesma velocidade aquelas voltadas para a área da saúde, qualidade de vida e bem estar ganham espaços na mídia científica (BRANDÃO et al., 2008; CORRÊA et al., 2011; FIASCHI; PIRANI, 2009; KIRK et al., 2012; ROBERFROID et al., 2010). A fusão entre aproveitamento de matérias primas com elevado potencial nutricional e a otimização de produtos que visam diminuir os riscos à saúde do ser humano se mostra como grande alternativa para o mercado de produtos alimentícios.

Um alimento considerado funcional é aquele que além nutrir, promove benefícios à saúde e bem estar do indivíduo que o consome. Os frutooligossacarídeos (FOS) são considerados ingredientes funcionais por se tratar de carboidratos não digeríveis pelo organismo humano resistentes à acidez gástrica e à hidrólise por enzimas do trato gastrointestinal. Ao chegar ao intestino grosso e sofrem fermentação, promovendo seletivamente o crescimento de microrganismos benéficos, gerando um efeito prebiótico e consequentemente um bem estar ao indivíduo que o consome (GIBSON et al., 2004; ROBERFROID et al., 2010). A construção desse conceito teve início no fim dos anos 80 mas foi na década de 90 que ele ganhou força. Hoje já se sabe de vários benefícios que esse tipo de alimento pode trazer à saúde humana (BHARTI et al., 2013; CASTRO et al., 2013; RODRÍGUEZ-CABEZAS et al., 2010).

As fibras prebióticas podem auxiliar no controle da ingestão de alimentos visto que quando são substituídas por fibras não fermentáveis não se observa a diminuição da ingestão de alimentos (DAUBIOUL et al., 2002). Estudos científicos sustentam a ideia de que a microbiota intestinal composta

por grande número de bifidobactérias é um indicativo natural de saúde intestinal (GRONLUND et al., 2007; ROBERFROID et al., 2010; SALMINEN et al., 2009).

A comprovação dos benefícios dos prebióticos geralmente começam a ser elucidadas através de ensaios biológicos. A experimentação animal é uma alternativa fundamental para o domínio das ciências da vida, não apenas para o entendimento das funções vitais mas também para o desenvolvimento de métodos de prevenção diagnóstico e tratamento de várias doenças (TAKAHASHI-OMOE; OMOE, 2007). Considerada parte fundamental na comprovação dos benefícios de novos produtos, a experimentação com animais e exigida por lei para que haja liberação daqueles que possuem apelo à saúde (KOMATSU et al., 2013).

Em estudo realizado com ratos diabéticos foi possível observar a redução dos níveis glicêmicos de animais alimentados com uma dieta composta de 15% de FOS originários do *yacon* (BHARTI et al., 2013). Nesse mesmo estudo foi possível observar a redução do colesterol no plasma e também os níveis de creatinina e ureia. Em outro estudo, o diabetes foi induzido nos animais que posteriormente receberam tratamento com soluções contendo FOS e sacarose. Os resultados mostraram que mesmo com a presença de sacarose em altos níveis na alimentação os animais responderam positivamente ao efeito hipoglicemiante do FOS (MABEL et al., 2008). Estudo realizado por pesquisadores espanhóis revelou que o acréscimo de FOS juntamente com amido resistente promoveu um maior crescimento de bactérias benéficas no intestino de ratos. Esse aumento foi acompanhado por mudanças no transito intestinal dos animais (RODRÍGUEZ-CABEZAS et al., 2010). Estudos sugerem a alteração do metabolismo de lipídeos desencadeada por alterações no metabolismo da glicose advindo do efeito de prebióticos (DELZENNE; WILLIAMS, 2002; FAVA et al., 2006).

Como é possível observar, os benefícios dos prebióticos principalmente o FOS, já foram comprovados por diversos trabalhos. O que é comum nesses estudos é o fato do FOS ser adicionado diretamente nas dietas dos animais experimentais. Estudos em que o FOS é adicionado em algum produto comercial são escassos na literatura evidenciando a necessidade desse tipo de estudo, para o desenvolvimento e lançamento de produtos com FOS no mercado.

Diante do exposto o objetivo desse trabalho foi avaliar alterações glicêmicas e intestinais causadas pelo acréscimo de doces mistos de frutas do cerrado de baixo valor calórico com adição de FOS em diferentes concentrações às rações de ratos da linhagem *Wistar* em quantidades recomendadas pela legislação para seja autorizado a veiculação de alegações de saúde em seu rótulo.

METODOLOGIA

As análise foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos e no Laboratório de Nutrição Experimental do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Para o ensaio, doces experimentais foram acrescido às dietas dos animais para verificar alterações glicêmicas e intestinais causadas pelo consumo de doces *diet* de frutas do cerrado contendo prebióticos.

Elaboração e análise dos doces experimentais

Foram elaboradas seis formulações de doces de acordo com metodologia definida em fases do projeto anteriores ao ensaio biológico (MENEZES et al., 2012; PEREIRA et al., 2013; SOUZA et al., 2012). Em comum eles possuíam o volume e a proporção de frutas utilizadas e o tempo de preparo.

A formulação usada como padrão foi elaborada e otimizada de modo a atender a legislação vigente que regulamenta a quantidade mínima de frutooligossacarídeos (FOS) que o produto deve conter para que ele possa veicular a informação de que traz benefícios à saúde em seu rótulo (BRASIL, 2003). A partir dela foram elaboradas outras duas formulação as quais continham quantidades de FOS abaixo e acima da mínima exigida por lei para vincular em seu rótulo uma alegação de saúde.

Outras formulações foram necessárias para se isolar os efeitos do FOS e das gomas juntamente com os edulcorantes. Uma formulação isenta de gomas, açúcar e edulcorantes foi elaborada a fim de isolar os efeitos causados por esses ingredientes. Por fim, uma formulação que continha açúcar, como nos doces consumidos tradicionalmente foi elaborada e utilizada como controle.

Após serem preparados os doces foram armazenados em potes plásticos e mantidos sob refrigeração (10°C) até serem submetidos a análises físico-químicas e serem triturados e incorporados à ração. A composição dos doces está apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 – Composição dos doces mistos elaborados com frutas do cerrado que foram incorporados rações dos animais para realização do ensaio *in vivo* e seus respectivos grupos experimentais

Ingredientes	TRA	SEM	ESP	FOS 9%	FOS 14%	FOS 18%
Polpa de Graviola	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Polpa de Maracujá-doce	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Polpa de Marolo	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Polidextrose[A]	*	36,46	*	28,14	24,25	20,36
Goma Locusta[B]	*	0,59	*	0,59	0,59	0,59
Goma Carragena[B]	*	0,59	*	0,59	0,59	0,59
Pectina BPM[B]	*	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
FOS[C]	*	*	*	8,32	12,21	16,10
Ácido Cítrico[D]	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Sorbato de Potássio[E]	*	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Sucralose[F]	*	0,03	*	0,03	0,03	0,03
Acessufame K[F]	*	0,01	*	0,01	0,01	0,01
Sacarose[G]	37,80	*	*	*	*	*
Pectina Cítrica[B]	2,00	*	*	*	*	*
Celulose[H]	*	*	37,68	*	*	*
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

* - Ingrediente ausente na formulação, BPM - baixo poder de metoxilação, FOS- fruto-oligossacarídeo. TRA = Doce tradicional; SEM = Doce sem FOS; ESP = Doce especial isento de gomas e edulcorantes; A – Litesse®; B - Danisco®; C – Beneo P95®; D – Nuclear®; E – Vetec®; F – Nutramax®; G – Minasçúcar®; H - Rhoster®.

Na formulação tradicional estão presentes apenas as frutas, açúcar, pectina e agentes conservadores. Nas formulações isentas de sacarose foi utilizada a pectina de baixo poder de metoxilação como agente de corpo. A supressão ou acréscimo de FOS foi balanceada com a quantidade de

polidextrose, que é o ingrediente mais abundante da formulação. Na formulação especial as gomas e edulcorantes suprimidos foram substituídos por celulose micro cristalina.

Foram realizadas análises físico-químicas nos doces e nas rações, entre elas, umidade, extrato etéreo, cinzas, proteína, fibra bruta , extrato não nitrogenado, açúcares totais, pH e acidez total titulável (ATT)(AOAC, 2012). Também foram avaliados o teor dos minerais Ca, Cu, Fe, Mg, Mn e Zn utilizando-se espectrofotômetro de adsorção atômica com ampolas de padrões Merck®.

Grupos experimentais

No tratamento dos animais seguiu-se os princípios preconizados pela Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório (SBCAL) com aprovação do Comitê de Ética no Uso de Animais da UFLA (CEUA/UFLA).

Foram utilizados 48 ratos machos da linhagem *Wistar* provenientes do Centro de Biologia da Reprodução – Universidade Federal de Juiz de Fora, com idade aproximada de 60 dias e pesando 227,37±31,57g no início do experimento. Os animais foram divididos em seis grupos de oito animais cada e foram individualmente acondicionados em gaiolas metabólicas de aço galvanizado, mantidos em ciclo claro-escuro de 12 horas e em temperatura de 23±2°C, recebendo água e ração *ad libitum*.

Nos sete dias que antecedeu a fase experimental, os animais consumiram ração balanceada (AIN-93M) visando a reposição e manutenção de nutrientes essenciais ao funcionamento do organismo e a obtenção de melhor adaptação dos animais (REEVES; NIELSEN; FAHEY, 1993). Após a fase de adaptação a ração foi modificada retirando-se 10% do amido, que é o ingrediente presente em maior quantidade e é a fonte glicídica para serem acrescentados na ração de

cada grupo o seu respectivo doce teste, descrito anteriormente (TABELA 1). A composição da ração durante o período experimental encontra-se na Tabela 2.

TABELA 2 – Componentes da dieta ofertada aos animais no período experimental.

Ingredientes	g
Amido de Milho[1]	365,692
Caseína[2]	140,000
Dextrina[3]	155,000
Sacarose[4]	100,000
Óleo de soja[4]	40,000
Celulose[2]	50,000
Mix de Minerais AIN93M[3]	35,000
Mix de Vitaminas AIN93[3]	10,000
L-cisteína[2]	1,800
Bitartarato de colina[3]	2,500
TBHQ[3]	0,008
Doce*	100,000
Total	1000,000

TBHQ – Tetrabutihdroquinona; 1 – Anchieta®; 2 – Synth®; 3 – Rhoster®; 4 – Minasçúcar®; 4 – Soya® *Diferente em cada grupo experimental.

A pesagem dos animais ocorreu a cada 7 dias para controle do desenvolvimento ponderal e o volume de urina, consumo de água e ração foram medidos a cada 3 dias. Dados sobre o peso dos animais e o consumo de ração foram usados para o cálculo do consumo médio diário (CMD) e do ganho de peso médio diário (GMD) (PELLET; YOUNG, 1980).

No 30° dia de experimento, os animais foram anestesiados com injeção intraperitoneal de cloridrato de ketamina e solução aquosa a 2% de cloridrato de xilazina, na proporção de 5:2, na dose de 60mg/kg^{-1} e 20 mg/kg^{-1} respectivamente.

Após aprofundamento da anestesia e eutanásia, os órgãos (fígado, intestino grosso, intestino delgado, rim e baço) foram retirados, limpos em soro fisiológico, secos em papel absorvente e pesados em balança analítica. Após

aferição do peso mediu-se o comprimento dos intestinos grosso e delgado e juntamente com os outros tecidos foram imediatamente armazenados em solução tamponada de formalina 10%. Após 24 horas os tecidos foram transferidos para solução de álcool etílico 70% onde ficaram até o dia das análises histológicas.

Um lóbulo do fígado foi colocado em estufa com circulação forçada de ar à 65°C até atingir peso constante. Após serem secos, os fígados foram triturados e submetidos a análise de extrato etéreo em aparelho de *Soxhlet* (AOAC, 2012).

Avaliações glicêmicas

As avaliações glicêmicas foram realizadas por meio de aferição da glicemia capilar de jejum de 12 horas na veia caudal dos animais, utilizando glicosímetros e fitas glicêmicas da marca Breeze2/Bayer® feita em três estágios do experimento (dias 0, 21 e 30) e pela confecção da curva glicêmica no 21º dia de experimentação.

Após a avaliação da glicemia de jejum os animais foram submetidos a mais 3 horas de jejum, logo após esse período foram ofertadas aos animais 3g da ração contendo os doces durante 20 minutos. A glicemia de jejum foi estabelecida como tempo zero e a primeira punção sanguínea, logo após o consumo das dietas, foi estabelecida como tempo 1 (um). As punções sanguíneas se sucederam a cada 15 minutos até que se completasse um intervalo de 120 minutos, totalizando 10 avaliações por animal com valores expressos em $ml.dL^{-1}$ de sangue (HASHIMOTO et al., 2009; LOI et al., 2013) . Esse procedimento permitiu a confecção da curva glicêmica. Com essa avaliação foi possível determinar o índice glicêmico (IG) da dieta (FLINT et al., 2004). A avaliação da carga glicêmica de cada dieta foi feita baseada no nas sobras de ração de cada animal (FOSTER-POWELL; HOLT; BRAND-MILLER, 2002).

Avaliações fecais

As fezes foram coletadas a cada 3 dias e foram armazenadas até o dia das análises, em embalagens de polipropileno acondicionadas em estufa BOD com umidade regulada em nível médio e na mesma temperatura que os animais foram mantidos. A umidade foi analisada pelo método gravimétrico em todas as amostras coletadas assim como o peso das fezes. Já o extrato etéreo foi analisado no último dia de experimento (dia 30).

A avaliação microbiológica feita e três dias após a coleta nas fezes do 15º e do 30º dia. Foi realizada a contagem de bactérias probióticas *Bifidobacterium longum* presentes nas fezes dos animais utilizando meio MRS modificado com a adição de 0,20% (p/v) de cloreto de lítio e 0,30% (p/v) de propionato de sódio (MRS-LP) com incubação a 37°C por 72 horas, sob anaerobiose. Bactérias do tipo *Lactobacillus* também foram contadas em meio MRS modificado com 0,10%(p/v) de maltose incubados sob mesmas condições (VINDEROLA; REINHEIMER, 2000).

Análises de minerais

As amostras de fezes do 30° dia de experimento foram submetidas a quantificação dos minerais Ca, Cu, Fe, Mg, Mn e Zn utilizando-se espectrofotômetro de adsorção atômica com ampolas de padrões Merck®.

Análises histológicas

O intestino grosso foi clivado em posição transversal e os fragmentos inclusos em parafina e cortados em micrótomo manual Olympus CUT 4055 com

5µm de espessura e coradas em Hematoxilina/Eosina. Utilizou-se microscópio Olympus CX31, com câmera fotográfica Olympus OSIS SC30 acoplada para a captura das imagens com auxílio do programa de computador Cell-B, também da marca Olympus. As imagens foram analisadas e mensuradas pelo software AxioVision 4.8.2 -06/2010, da marca Carl Zeiss Imagens Systems. Foram feitas medidas de área e de altura das criptas (COSTA et al., 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar de terem sido confeccionados de forma padronizada, com tempo de exposição à fonte de calor idêntico, os doces mistos de frutas do cerrado apresentam peculiaridades em suas composições químicas. Tal fato pode ser atribuído às diferentes concentrações dos ingredientes e a diferentes interações que ocorreram entre os mesmos (TABELA 3).

TABELA 3 - Composição nutricional dos doces acrescidos nas rações dos animais durante o período de experimentação.

	Doces					
	DTRA	DSEM	DESP	DFOS 9%	DFOS 14%	DFOS 18%
Umidade	13,40 ±0,13	43,77±0,22	64,58±0,17	41,71±0,08	35,64±0,05	44,11±0,22
EE	0,00 ±0,00	0,66±0,06	1,12±0,00	0,53±0,08	0,63±0,20	0,00±0,00
Proteína	2,92±0,30	2,48±0,30	1,52±0,11	2,28±0,12	2,25±0,20	2,19±0,06
FB	0,00±0,00	0,02±0,00	0,10±0,00	0,01±0,00	0,36±0,14	0,01±0,00
Cinzas	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00
pH*	3,31±0,00	4,11±0,00	4,10±0,00	4,20±0,00	4,04±0,00	4,05±0,00
ATT	9,90±0,04	6,75±0,10	4,55±0,02	6,90±0,04	7,60±0,12	6,95±0,02
AT	5,21±0,11	1,60±0,15	0,37±0,00	2,41±0,06	2,83±0,47	2,57±0,19
Ca*	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Mg*	0,02±0,00	0,02±0,00	0,02±0,00	0,02±0,00	0,03±0,00	0,02±0,00
Cu*	25,45±4,99	3,60±0,58	3,90±0,12	4,55±0,95	5,20±1,85	7,80±3,64
Mn	0,35±0,00b	0,50±0,00	0,00±0,00	0,75±0,14	0,45±0,03	0,15±0,03
Zn*	6,20±0,06	6,15±0,43	4,80±0,00	6,15±1,30	8,15±2,17	11,00±3,98
Fe	42,70±6,06	14,35±0,03	13,65±0,66	14,65±1,30	22,65±4,24	26,75±4,19

Os valores correspondem a média ± desvio padrão (n=4); DTRA = Doce tradicional; DSEM = Doce sem FOS; DESP = Doce especial; DFOS = Doce com FOS seguido da concentração; EE = Extrato Etéreo; FB = Fibra Bruta; ATT = Acidez Total Titulável (Calculado com base em ácido cítrico).AT = Açúcares totais. Valores de umidade, EE, FB, Cinzas, ATT e AT dados em $g.100g^{-1}$; Ca e Mg dados em g/kg.10; Cu, Mn, Zn e Fe dados em $mg.kg^{-1}$; tr – elemento presente em quantidades traços.

Nota-se que a menor umidade foi encontrada no doce Tradicional (13,40 ±0,13 $g.100g^{-1}$) contrastando com o doce Especial, que apresentou o teor de umidade maior (64,58±0,17 $g.100g^{-1}$). Essa diferença entre eles se deve ao fato do primeiro ter grande quantidade de sacarose em sua composição ao passo que o outro não contém esse ingrediente e ainda possui grande quantidade de fibra insolúvel (celulose). Sabe-se que a osmo-regulação depende fortemente da presença de água e açúcar no alimento, sendo assim, a presença de sacarose na

formulação provocou maior evaporação de água na preparação (JENA; DAS, 2005).

Em relação ao extrato etéreo observou-se que o doce Especial possui valor mais alto (1,12±0,00 $g.100g^{-1}$). O extrato etéreo presente nos doces advém da adição das polpas de frutas, e os valores encontrados estão de acordo com os valores atribuídos às polpas de frutas que foram adicionadas ás formulações. A graviola possui em média 0,3% de extrato etéreo, já o maracujá-doce possui 0,1% e o marolo 1,84% (SOUZA et al., 2012).

Como é possível verificar na Tabela 3, a composição de minerais não apresentou variação entre os doces. Trata-se de nutrientes presentes nos alimentos em pequenas quantidades e é comum que essa variação tão sutil aconteça. Em um estudo foi demostrado que a composição de minerais de frutos do cerrado pode ter valores variados como ocorreu entre o jenipapo e o maracujá-doce em que o valor do fósforo variou de 0,59 a 34,95 mg/100g. Entre o jenipapo e maracujá-doce os valores de potássio variaram entre 92,55 e 391,48 mg/100g. Já com os valores de cálcio a variação entre o marolo e o jenipapo foi de 2,18 a 13,23 mg/100g, o magnésio variou entre o jenipapo e o marolo de 8,17 a 26,28 mg/100g e o ferro variou de 0,17 a 1,06 mg/100g entre o murici e o maracujá doce (SOUZA et al., 2012). Mudanças no processamento também acarretaram diferenciação na composição final de minerais em bebidas à base de soja e suco de frutas (PEÑA et al., 2011).

As rações também apresentaram pequena variação na sua composição. O acréscimo de ingredientes nas formulações acarretaram mudanças na composição não somente pela simples adição de outro composto mas também pela interação que ocorre entre todos os componentes. Sendo assim, como os doces possuíam composições relativamente diferentes, as reações em que eles faziam parte também possuem suas diferenças (TABELA 4). A quantidade de doce presente na ração corresponde a 10% do total o que influenciou pouco na

composição das mesmas. Nas rações foram encontrados valores superiores de todos os minerais analisados, isso se deve ao mix de minerais adicionados a elas.

TABELA 4 - Composição nutricional das rações acrescidas de doces de frutas ofertadas aos animais durante o período de experimentação.

	Rações					
	RTRA	RSEM	RESP	RFOS 9%	RFOS 14%	RFOS 18%
Umidade	7,26±0,86	8,83±0,04	10,60±0,09	9,00±0,10	8,61±0,01	10,62±0,94
EE	4,53±0,23	4,03±0,18	3,70±0,37	3,60±0,08	4,27±0,20	4,03±0,15
Proteína	13,59±0,68	13,53±0,08	12,48±0,11	13,07±0,21	12,78±0,19	14,00±0,25
FB	4,00±0,16	4,10±0,20	6,60±0,08	3,90±0,20	4,40±0,08	4,30±0,12
Cinzas	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00
pH	6,09±0,00	5,98±0,00	6,32±0,00	6,30±0,00	6,26±0,00	6,24±0,00
ATT	4,20±0,16	3,10±0,04	3,90±0,00	3,90±0,00	2,60±0,04	2,50±0,04
AT	1,65±0,09	1,25±0,05	1,09±0,04	1,40±0,03	1,32±0,01	1,35±0,03
Ca	0,52±0,01	0,59±0,01	0,62±0,08	0,67±0,01	0,75±0,01	0,61±0,00
Mg	0,05±0,00	0,05±0,00	0,05±0,00	0,07±0,00	0,08±0,01	0,06±0,00
Cu	19,75±1,99	23,05±8,57	11,60±2,14	9,35±0,26	26,05±0,03	18,20±3,18
Mn	8,15±0,09	11,25±0,20	11,75±0,78	10,40±0,23	11,75±1,07	11,90±0,75
Zn	36,45±0,03	44,30±1,15	44,7±0,12	44,00±0,12	49,15±0,89	44,10±0,46
Fe	38,45±1,76	44,00±1,50	39,50±0,98	37,10±3,46	44,70±4,73	37,40±0,64

Os valores correspondem a média ± desvio padrão (n=4); RTRA = Ração com doce tradicional; RSEM = Ração com doce sem FOS; RESP = Ração com doce especial; RFOS = Ração com doce com FOS seguido da concentração; EE = Extrato Etéreo; FB = Fibra Bruta; ATT = Acidez Total Titulável (Calculado com base em ácido cítrico). AT = Açúcares totais. Valores de umidade, EE, FB, Cinzas, ATT e AT dados em $g.100g^{-1}$; Ca e Mg dados em g/kg.10; Cu, Mn, Zn e Fe dados em $mg.kg^{-1}$.

Verifica-se na Tabela 5 a relação entre o consumo de ração e o peso adquirido pelos animais.

TABELA 5 - Peso dos animais, consumo de ração, CMD e GMD dos animais em consumo de rações acrescidas de doces mistos de frutas do cerrado.

Grupos	Peso dos animais[1*]	Consumo de ração[2*]	CMD*	GMD*
G1-TRA	268,75±11,29	11,57±5,78	18,44±0,66	1,78±0,15
G2-SEM	270,00±9,61	10,24±5,12	19,81±0,76	1,25±0,50
G3-ESP	267,50±12,26	10,69±5,35	20,32±0,78	1,67±0,26
G4-FOS9%	259,25±13,70	9,26±4,63	19,09±1,41	1,35±0,46
G5-FOS14%	259,00±15,88	10,10±5,05	18,92±1,39	1,37±0,62
G6-FOS18%	264,25±4,64	8,98±4,49	19,64±0,85	1,58±0,28

Valores de média ± desvio padrão; 1 – Considerado o peso no último dia de experimento; 2 – Avaliação feita do início ao fim do experimento em um intervalo de 3 dias; CMD – Consumo médio diário; GMD – Ganho médio diário; *Não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os indicadores que relacionam ganho de peso e consumo de ração mostrando que independentemente do doce que foi adicionado à ração o aproveitamento energético dos animais foi o mesmo. Outro trabalho ressalta que a presença de fibras na dieta é capaz de causar alterações na glicemia e na insulina porém não foram encontrados efeitos na liberação de peptídeos gastrintestinais responsáveis pelo controle da saciedade (JUVONEN et al., 2011). Isso mostra que o controle de peso baseado exclusivamente na ingestão de fibras não se encontra completamente elucidado e comprovado. Pequenas variações no peso se dá pelo maior ou menor consumo de alimentos/energia (NEMOSECK et al., 2011).

Objetivando avaliar a saciedade influenciada pela presença de polidextrose na formulação, foi realizado um estudo em que se observou redução no consumo calórico da refeição quando 12,5 g de polidextrose foi consumida 90 minutos antes da refeição (HULL et al., 2012). No caso do presente estudo, os animais consumiram rações acrescidas de doces que continham polidextrose e

esse consumo era contínuo já que o doce estava adicionado na ração ofertada *ad libitum*. Possivelmente, a administração contínua do polissacarídeo não produz o efeito positivo observado quando o mesmo foi ofertado somente próximo a determinadas refeições.

A glicemia de jejum realizada no início, ao meio e ao fim do experimento (dias 0, 21 e 30, respectivamente), mostrou que a composição do doce adicionado à ração não foi determinante na alteração da glicemia dos animais já que não foi encontrada diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os grupos em nenhum dos dias de análise. A média da glicemia de jejum em todos os dias (92,46 $mg.dL^{-1}$) demostrou se tratar de animais normoglicêmicos do início ao fim do ensaio.

As alterações glicêmicas ocasionadas pela ingestão de ração acrescida de doces estão apresentadas nas Figuras 1 e 2.

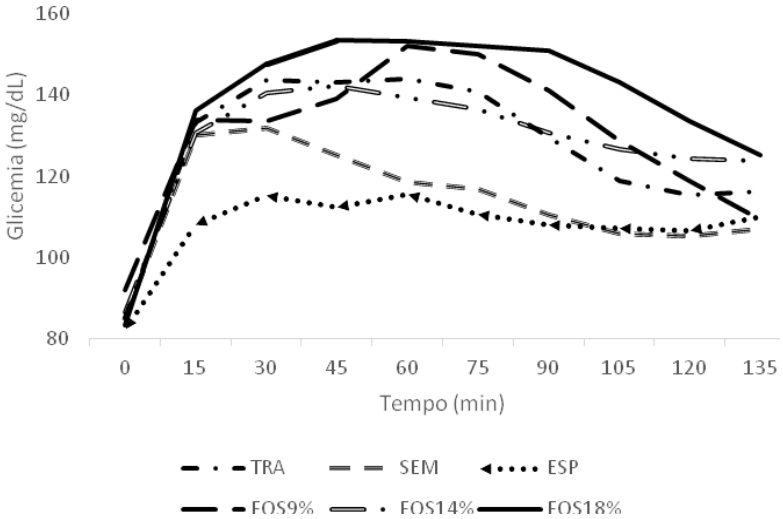

FIGURA 1 – Alterações glicêmicas em função do tempo após a ingestão de rações acrescidas de doces mistos de frutas do cerrado. (n=48)

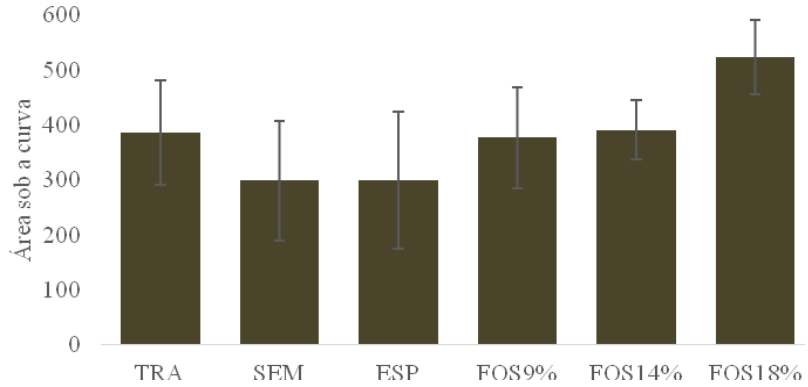

FIGURA 2 – Valores da área absoluta sob a curva do gráfico de alterações glicêmicas em função do tempo após a ingestão de rações acrescidas de doces mistos de frutas do cerrado. (n=48)

Com base nos dados da curva glicêmica foi possível determinar o índice glicêmico das rações acrescidas de doces de frutas do cerrado, os valores se encontram na Tabela 6.

TABELA 6 – Índice glicêmico das rações acrescidas de doces de frutas do cerrado consumidas por animais durante o período de experimentação.

Grupos	Índice glicêmico [1*]	Carga glicêmica[2*]
G1-TRA	100,00 ± 19,71	70,58 ± 13,91
G2-SEM	75,41 ± 27,29	52,38 ± 18,96
G3-ESP	75,63 ± 29,23	50,35 ± 19,46
G4-FOS9%	95,25 ± 17,51	67,05 ± 12,33
G5-FOS14%	98,81 ± 10,22	69,07 ± 7,14
G6-FOS18%	132,32 ± 14,40	88,66 ± 9,65

Valores de média ± desvio padrão; 1 – Relação percentual entre o aumento da área sob a curva glicêmica e a média do aumento da área da curva glicêmica do grupo controle (TRA); 2- Relação percentual do conteúdo de carboidratos (g) e do índice glicêmico; *Não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Observa-se que as curvas glicêmicas formam traçados semelhantes ao traçado correspondente ao grupo que consumiu ração acrescida de doce tradicional. Era esperado que a glicemia dos animais que consumiram doces com FOS adicionados em suas rações se elevasse menos que o grupo que consumiu doce com sacarose, porém isso não aconteceu. É provável que o ingrediente adicionado (FOS) contrariando as expectativas, sofreu fermentação e liberou moléculas de glicose que foram absorvidas.

A ideia de que o FOS possa ter sofrido hidrólise e ter sido absorvido é fortalecida ao se observar o seguinte fato: observou-se pequena diferença dos grupos que consumiram rações acrescidas de doce sem FOS e o doce Especial em relação aos outros. Em ambos o FOS não foi adicionado à preparação e eles apresentaram menor carga glicêmica (52,38 e 50,35 respectivamente). Assim como índice glicêmico, a carga glicêmica também é um importante indicador na área de alimentos. Ao se estudar o consumo alimentar de homens de meia idade foi revelado que dietas com carga glicêmica elevada está associada riscos aumentados de infarto agudo do miocárdio (MURSU et al., 2011).

A *American Dietetic Association* afirma que o consumo de fibras alimentares ajuda a normalizar os níveis de glicose e insulina plasmática podendo ser usado no tratamento de doenças cardiovasculares e diabetes de tipo 2 (MARLETT et al., 2002). Teoricamente a presença de fibras na dieta diminui a resposta glicêmica por formarem géis e dificultar a absorção de glicose e consequente liberação de insulina (JUVONEN et al., 2011), porém ainda não foi possível confirmar se há uma relação dose-dependente (WILLIS et al., 2011).

Outros trabalhos foram realizados buscando-se avaliar o controle da glicemia baseado no consumo de fibras. Em um dos trabalhos, homens e mulheres consumiram cereais matinais com níveis diferentes de fibras do tipo β-glucanas em pães e massas integrais ou refinadas. Os autores esperavam alterações glicêmicas diferentes, porém isso não aconteceu (BECK et al., 2009;

KRISTENSEN et al., 2010). O mesmo aconteceu com os testes com fibras de cereais matinais (HLEBOWICZ et al., 2007). A se testar fibras de feno grego isoladas também não houve o controle glicêmico (MATHERN et al., 2009). A resposta gerada por cada indivíduo exige que o uso de alegações relacionadas a impactos de fibras na glicemia devem ser usados com muita cautela (WILLIS et al., 2011).

Nota-se que os grupos que consumiram rações isentas de FOS obtiveram valores de glicemia menores que o grupo em consumo de ração com doce tradicional, o que reforça a evidência de que o acréscimo de FOS pode ter causado a alteração. A polidextrose em combinação com o FOS também pode ter influenciado na elevação da glicemia dos animais que consumiram doces *diet*. Trata-se de um polímero de glicose que possui pequenas quantidades de ácido cítrico e sorbitol com predominância de ligações glicosídicas 1,6 piranose que minimamente pode ser absorvida no intestino delgado. No trato gastrointestinal não ocorre a sua quebra por enzimas, mas a microbiota é capaz de fermentá-la (AUERBACH et al., 2007; LAHTINEN et al., 2010). Nesse caso é possível que além de liberar ácidos graxos de cadeia curta e ácido lático, ocorra a liberação de algumas moléculas de glicose que fica disponível para absorção.

Respostas desejáveis foram notadas com a administração de feijão juntamente com alcachofra gerando menor elevação da glicemia em relação ao grupo de animais não tratados (LOI et al., 2013). Neste caso foi ofertado aos animais extratos naturais e em concentrações de 200 a 440 mg/kg. Em outro estudo semelhante, a alteração glicêmica foi testada em relação ao consumo de inhame, nesse caso a alteração esperada só ocorreu nos animais que consumiam dietas ricas em gordura (HASHIMOTO et al., 2009). No presente trabalho os animais não possuíam nenhuma patologia. Possivelmente os efeitos seriam notados caso eles fossem portadores de obesidade ou diabetes.

O acréscimo de doce com FOS nas quantidades mínimas exigidas pela legislação brasileira para se usar alegações de saúde (3g/porção), não gerou alteração glicêmica satisfatória. O comportamento glicêmico dos animais foi semelhante ao daqueles que consumiram rações acrescidas de doces feitos com sacarose. Dessa forma o consumo do doce *diet* acrescido de FOS por indivíduos diabéticos deve ser observado com cuidado e novas pesquisas devem ser feitas para elucidar a ação deste doce em indivíduos pertencentes ao grupo especificado. Para indivíduos que não possuem essa patologia a formulação mostrou-se muito segura, pois apresenta as características básicas semelhantes às encontradas nos produtos presentes no mercado.

São necessários mais estudos para averiguação das quantidades de consumo de FOS toleráveis para indivíduos disglicêmicos, já que para essas pessoas qualquer alteração na glicemia por menor que seja, pode significar uma desregulação indesejável.

A associação entre a presença de fibras com o peso e a umidade das fezes está apresentada na Figura 3.

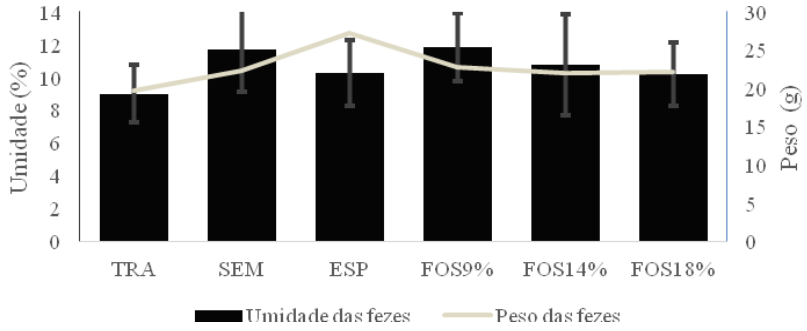

FIGURA 3 – Umidade das fezes (%) e peso das fezes (g) dos animais em consumo de rações acrescidas de doces mistos de frutas do cerrado de acordo com os grupos. (n=48).

É possível observar que o grupo que consumiu ração com acréscimo de doce tradicional apresentou fezes mais leves que os outros grupos mesmo consumindo quantidades iguais de água. Diferentemente desta situação, estudo realizado com leitões suplementados com FOS e transgalactooligossacareos (TOS) a matéria seca presente nas fezes dos animais não apresentou diferenças significativas em nenhuma fase do tratamento (MIKKELSEN; JAKOBSEN; JENSEN, 2003). É importante lembrar que nesse estudo mencionado o FOS e o TOS foi adicionado diretamente na rações dos animais em uma concentração de $40g.kg^{-1}$ e não adicionado a um produto que foi ofertado aos animais como no presente trabalho. Dessa forma, os outros ingredientes dos doces pode ter influenciado mais que o FOS.

Sabe-se que as fibras solúveis formam géis que aumentam a viscosidade do bolo fecal e a água adsorvida pela fibra passa a se comportar como sólidos no trato gastrointestinal bem como nas fezes que foram melhor hidratadas (MUDGIL; BARAK, 2013). O grupos que consumiram rações acrescidas de doce tradicional e especial foram os que apresentaram menor percentual de umidade nas fezes. Justifica-se tal situação pelo fato da sacarose presente no doce tradicional ser rapidamente hidrolisada podendo adsorver água, e a celulose presente no doce especial não tem a capacidade de adsorção de água.

Os grupos em que os animais consumiram rações com acréscimo de FOS e polidextrose foram capazes de reter mais água no bolo fecal. Uma boa hidratação é essencial para a adequada propulsão das fezes no intestino, desempenhando um fator protetor (LUPTON; TRUMBO, 2009). A regularização da frequência de fezes pode diminuir os riscos do desenvolvimento de doenças como diverticulites, varizes hemorroidais e até mesmo câncer intestinal (DELGADO; TAMASHIRO; PASTORE, 2010; FEMIA et al., 2002; SAUER; RICHTER; POOL-ZOBEL, 2007).

Os animais consumiram em média 16,46mL de água por dia e eliminaram 2,54mL de urina diariamente, foi identificada uma diferença significativa ($p \leq 0,05$) nos grupos SEM e FOS9% em relação á excreção de urina porém não foi possível correlacionar o volume de urina a o volume de água consumida.

Os animais do grupo que consumiram rações acrescidas de doce tradicional apresentaram alto consumo de água e baixo volume de urina em relação aos outros grupos. Como anteriormente citado, o efeito osmótico da sacarose pode ter sido determinante.

O consumo de água concomitante com fibras é de suma importância pois a fermentação das fibras alimentares por microrganismos no intestino grosso leva à produção de gases que podem gerar desconfortos e inchaços, para ocorrer a adaptação a esses sintomas são necessárias cerca de duas semanas de consumo aliado a adequada ingestão de água a outros líquidos (LI; UPPAL, 2010; SLAVIN; GREEN, 2007).

Ao se investigar a presença de lipídeos nas fezes do dia 30 e da presença desses compostos solúveis em éter no fígado dos animais obteve-se o resultado apresentado na Figura 4.

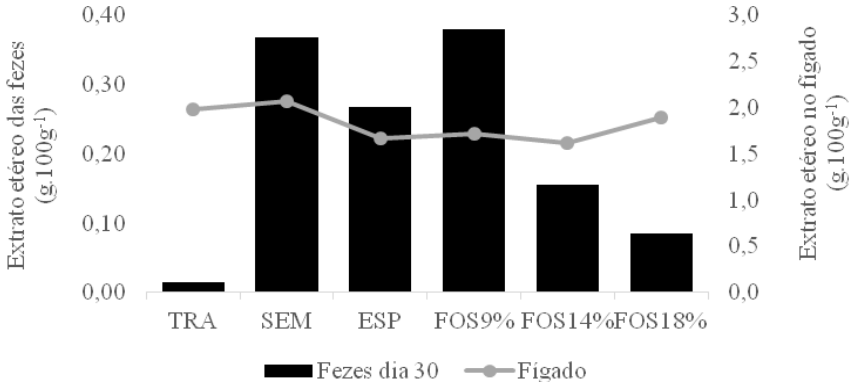

FIGURA 4 – Extrato etéreo (g.100g^{-1}) das fezes do dia 30 e dos fígados dos animais em consumo de rações acrescidas de doces mistos de frutas do cerrado de acordo com os grupos (n=48).

Observou-se que os animais que consumiram rações acrescidas de doce tradicional apresentaram fezes com menor quantidade de gordura que os animais que consumiram rações com doces com maior presença de fibras, indicando que possivelmente houve maior absorção de gordura pelo organismo.

Sabe-se que há uma interação entre as estrutura dos lipídeos e das fibras fazendo com que parte da gordura que passa pelo trato gastrointestinal não seja absorvida. Utilizando-se a carne bovina como objeto de estudo, observou-se a capacidade de ligação da água à fibras do tipo β-glucanas (PIÑERO et al., 2008). Mortadela adicionada de fibras funcionais foram testadas e verificou-se que houve uma maior retenção de água e também de gordura em suas estruturas (PIETRASIK; JANZ, 2010), o que reforça a hipótese da formação de um complexo entre a gordura e as fibras.

A investigação por bactérias probióticas dos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* nas fezes não demostrou diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos e nem entre a contagem do meio e

do final do experimento (dias 18 e 30). Os microrganismos em questão não se apresentaram em quantidades viáveis. No presente estudo a contagem de células bacterianas foi realizada em fezes, em outros estudos a mesma busca foi feita porém no conteúdo cecal logo após a morte do animal. Nesse caso, foram encontradas células viáveis em grande número, diferenciando grupos tratados com FOS dos sem tratamento (BHARTI et al., 2013; CAMPOS et al., 2012; RODRÍGUEZ-CABEZAS et al., 2010).

A avaliação da presença de minerais foi feita nas amostras de fezes do último dia de experimento e os resultados estão apresentados nas Figuras 5, 6, 7, 8, 9 e 10.

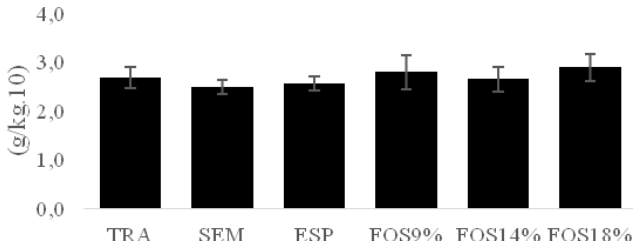

FIGURA 5 – Cálcio presente nas fezes do dia 30 de animais em consumo de rações acrescidas de doces mistos de frutas do cerrado de acordo com os grupos. (n=48).

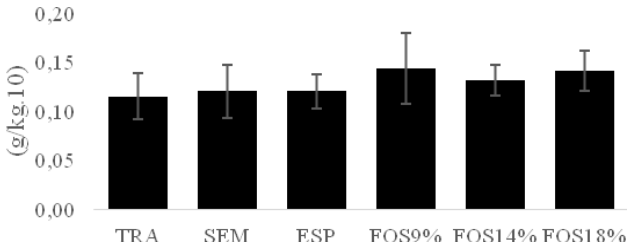

FIGURA 6 – Magnésio presente nas fezes do dia 30 de animais em consumo de rações acrescidas de doces mistos de frutas do cerrado de acordo com os grupos. (n=48).

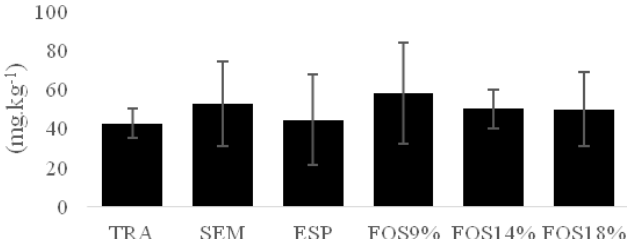

FIGURA 7 – Cobre presente nas fezes do dia 30 de animais em consumo de rações acrescidas de doces mistos de frutas do cerrado de acordo com os grupos. (n=48).

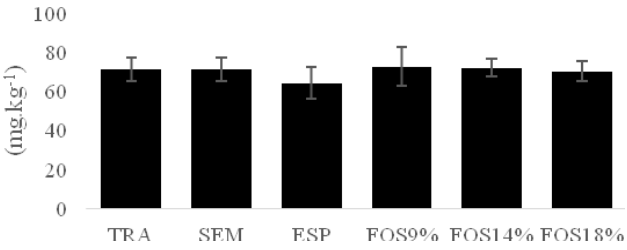

FIGURA 8 – Manganês presente nas fezes do dia 30 de animais em consumo de rações acrescidas de doces mistos de frutas do cerrado de acordo com os grupos. (n=48).

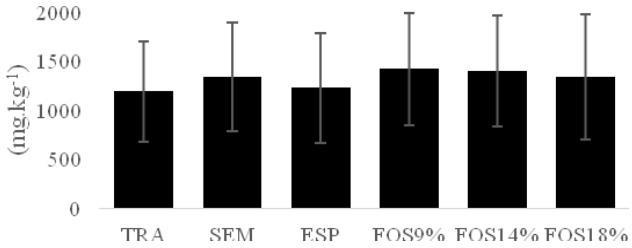

FIGURA 9 – Zinco presente nas fezes do dia 30 de animais em consumo de rações acrescidas de doces mistos de frutas do cerrado de acordo com os grupos. (n=48).

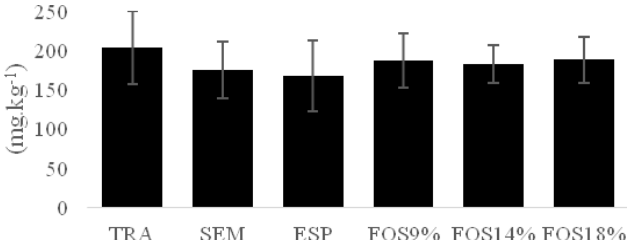

FIGURA 10 – Ferro presente nas fezes do dia 30 de animais em consumo de rações acrescidas de doces mistos de frutas do cerrado de acordo com os grupos. (n=48).

De forma geral, todos os minerais investigados não apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os grupos, mostrando se tratar de alimento seguro. O seu uso não causará desordens devido à falta de minerais visto que a absorção dos mesmos não se diferiu dos grupos que consumiram doces tradicionais.

Diversos estudos já evidenciaram que a absorção de alguns minerais se torna facilitada quando a alimentação do indivíduo é enriquecida com fibras fermentadas por microrganismos benéficos (LOBO et al., 2007; SAULNIER et al., 2010; SCHOLZ-AHRENS et al., 2001; YU WANG et al., 2010).

Contrariando esses estudos, a excreção dos minerais não foi influenciada pelos diferentes tipos de doces ofertados aos animais, visto que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre a absorção de minerais entre os grupos. Possivelmente, com um tempo maior de tratamento as alterações poderiam ser observadas.

A não alteração na absorção dos minerais pode ser atribuída à baixas quantidades de FOS que foi adicionada à ração, já que apenas 10% delas eram compostas por doces e em alguns tratamentos uma pequena porcentagem desses doces foi acrescida de fibras fermentáveis. Alimentos com grande quantidade de fibras e fitatos podem comprometer a absorção de ferro no intestino delgado (LI; UPPAL, 2010). Provavelmente por esse motivo a absorção desse mineral foi relativamente menor nos grupos que consumiram FOS.

A absorção de minerais e sua utilização no organismo faz parte de um sistema muito complexo e pode ser influenciada por diversos fatores. Estudo demonstrou que a presença de ácido fítico na ração de animais diminuiu a absorção dos mesmos. Porém a administração de FOS por gavagem foi capaz de diminuir os efeitos deletérios causados pelo ácido fítico (YU WANG et al., 2010).

Histologia

A extensão do intestino pode influenciar na eficiência da absorção de nutrientes visto que quanto maior é a superfície de contato das estruturas celulares com a massa alimentar maior é a eficiência de absorção de nutrientes.

Os valores dos comprimentos dos intestinos dos animais estão apresentados na Figura 11.

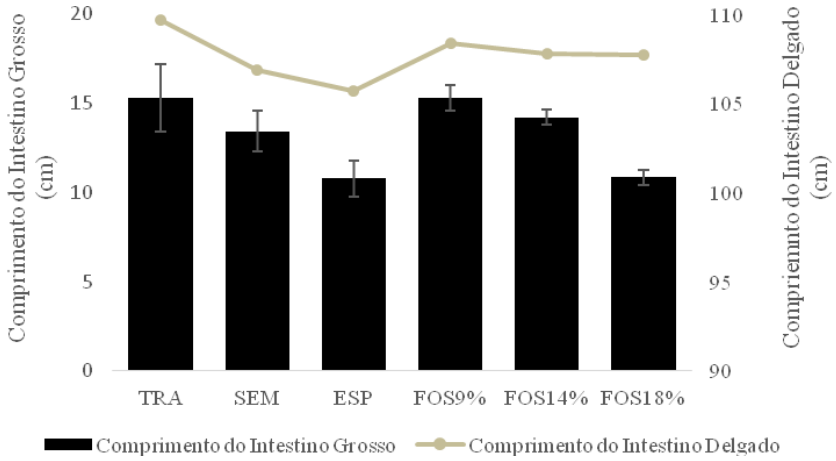

FIGURA 11 – Comprimento do intestino grosso e do intestino delgado dos animais. em consumo de rações acrescidas de doces mistos de frutas do cerrado. (n=48)

Existe relação entre a extensão dos dois órgãos, ou seja, quanto maior o intestino delgado maior será o intestino grosso. A exceção é o grupo que consumiu ração acrescida de doce *diet* com FOS na concentração de 18%. Nesse caso a relação intestino grosso/intestino delgado não segue a mesma proporção vista nos outros grupos.

Como não foram observadas diferenças nas quantidades de minerais é possível inferir que a extensão do intestino delgado não desempenha fortes influências na absorção de minerais. Apenas a sua acidificação que pode gerar modificações na absorção (CALLEGARO et al., 2010; ISRAR; FRAZIER; GORDON, 2013; WOYENGO et al., 2010).

Os valores dos pesos do rim, baço, fígado, intestino grosso, ceco e intestino delgado não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) (TABELA 7).

TABELA 7 – Peso do rim, baço, fígado, intestino grosso, ceco e intestino delgado dos animais em consumo de rações acrescidas de doces mistos de frutas do cerrado de acordo com os grupos.

	Grupos					
	TRA	SEM	ESP	FOS9%	FOS14%	FOS18%
Rins	2,31±0,11	2,30±0,11	2,35±0,14	2,19±0,09	2,39±0,15	2,23±0,07
Baço	0,55±0,05	0,55± 0,02	0,52±0,04	0,50±0,04	0,51±0,05	0,51±0,03
Fígado	8,93±0,60	8,46±0,38	8,59±0,48	8,41±0,28	8,30±0,55	8,40±0,26
IG	2,20±0,20	2,32±0,15	2,06±0,13	2,08±0,15	2,24±0,20	2,13±0,11
Ceco	2,17±0,15	2,12±0,13	2,05±0,12	2,08±0,14	2,15±0,18	1,90±0,16
ID	8,24±0,34	8,51±0,67	8,04±0,76	7,74±0,57	7,81±0,84	7,86±0,60

Valores de média ± desvio padrão *Não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$).IG - Intestino Grosso; ID - Intestino Delegado.

Pesquisadores verificaram o aumento no número de células em grupos tratados com *yacon* e concluíram que houve aumento na absorção dos nutrientes devido à essa alteração na densidade das células (LOBO et al., 2007). Essa mudança só é perceptível quando a proliferação de células ocorre com muita intensidade, o que pode demandar muito tempo de tratamento com os animais.

O aumento no número de células normais é desejável pois promove melhor absorção de nutrientes porém a proliferação celular exagerada pode ser um indicativo do crescimento de células cancerosas. O produto ofertado aos animais seguramente pode ser consumido já que ele não promoveu proliferação desordenada de células e também foi capaz de mantê-las bem nutridas.

Morfometria

A altura e a área das criptas do intestino grosso foram medidas e não foram encontradas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) dessas medidas entre grupos experimentais. Como citado anteriormente o tempo do tratamento em questão não foi longo o bastante para causar modificações capazes de serem

notadas utilizando-se microscopia de luz. Foi possível observar que a conformação das células dos animais de todos os grupos são semelhantes o que mostra que o produto ofertado não causou danos às vilosidades intestinais nem tampouco aos colonócitos.

Outros estudos em que se utilizou fontes de prebióticos foi possível observar a melhora no estado das células intestinais através da contagem de criptas intestinais bifurcadas que se apresentaram em maior número no grupo tratado com prebiótico. Os autores atribuem a mudança na morfologia à melhor nutrição das células (CAMPOS et al., 2012; LOBO et al., 2007).

Exemplos de fotografias utilizadas para de fazer a medição estão apresentadas nas figuras a seguir. (FIGURA 12).

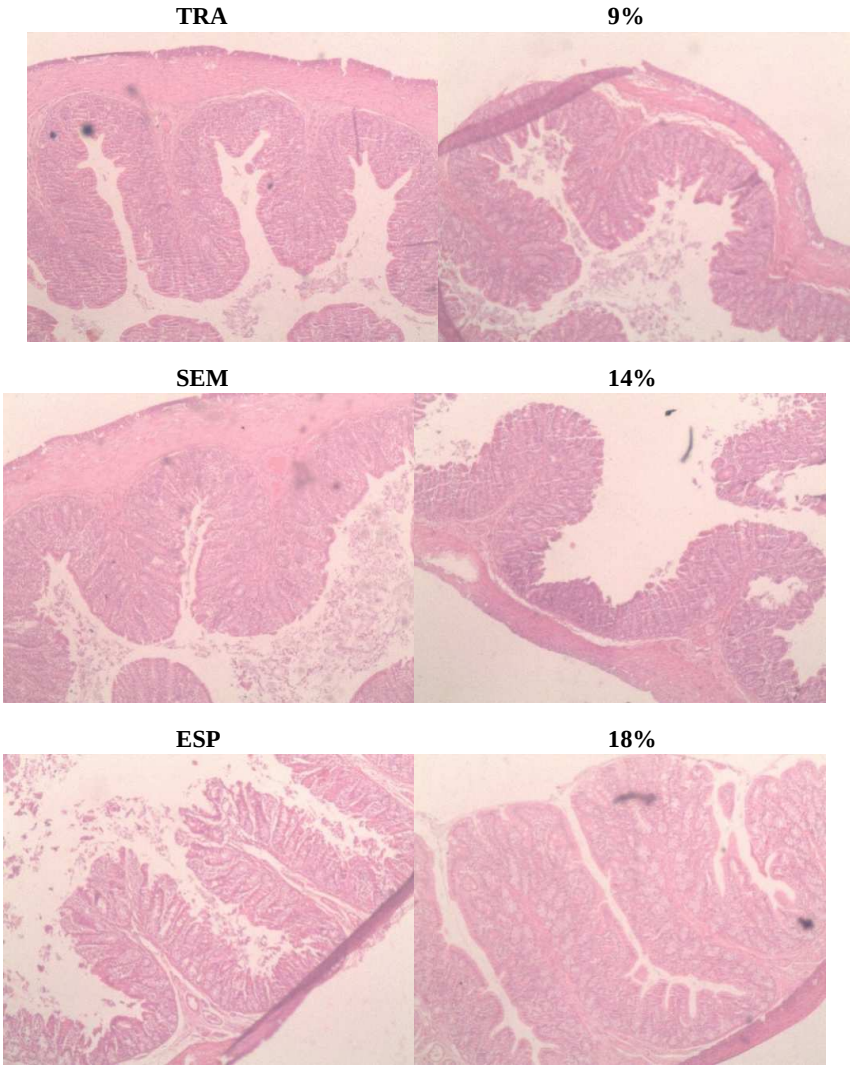

FIGURA 12 – Intestino grosso de animais em consumo de rações acrescidas de doces mistos de frutas do cerrado de acordo com os grupos.

A legislação brasileira que versa sobre o uso de alegações funcionais em rótulos de alimentos indica a quantidade mínima que deve estar presente no produtos para que os mesmos possam vincular tais alegações. Há um descompasso no ponto de vista da tecnologia de alimentos e as funções biológicas dos componentes funcionais, ou seja, as condições em que os alimentos são ofertados e o tipo de processamento a que ele é submetido são determinantes na sua utilização pelo organismo e isso não é considerado pela legislação.

No presente trabalho a quantidade de oligossacarídeos adicionada ao doce teste (DFOS9%) atendia os requisitos básicos da lei, no entanto não gerou resultados funcionais satisfatórios em todos os quesitos avaliados no tempo proposto.

CONCLUSÃO

O incremento da ração com os doces de frutas não provocou alteração significativa na glicemia dos animais, produzindo efeitos semelhantes ao incremento da ração com doces tradicionalmente confeccionados com sacarose. No entanto foi observado menor índice glicêmico da dieta acrescida com doces diet sem FOS e no doce especial, isento de gomas e edulcorantes. A oferta de rações acrescida de doces de frutas com maior teor de fibras prebióticas aos animais promoveu o carreamento de maiores quantidades de lipídeos para o bolo fecal. Já em relação a presença de microrganismos nas fezes foi possível concluir que a oferta de rações acrescida de doce com FOS não alterou a quantidade de microrganismos presentes no bolo fecal. Da mesma forma o consumo dos doces não provocou alterações na absorção de minerais bem como alterações na histologia intestinal. O doce misto de frutas do cerrado de baixo valor calórico com adição de FOS mostrou-se um alimento seguro para o

consumo nas condições avaliadas. Contudo, são necessários estudos mais específicos e com maior duração visando o questionamento e confirmação das doses ideais de FOS para indivíduos normais e disglicêmicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 19th. ed. Chicago: Pharmaboocks, 2012. p. 3000

AUERBACH, M. H. et al. Caloric Availability of Polydextrose. **Nutrition reviews**, v. 65, n. 12, p. 544–549, 2007.

BECK, E. J. et al. Oat b -glucan increases postprandial cholecystokinin levels , decreases insulin response and extends subjective satiety in overweight subjects. **Mol. Nutr. Food Res.**, v. 53, p. 1343–1351, 2009.

BHARTI, S. K. et al. Antidiabetic activity and molecular docking of fructooligosaccharides produced by Aureobasidium pullulans in poloxamer-407-induced T2DM rats. **Food chemistry**, v. 136, n. 2, p. 813–821, 15 jan. 2013.

BRANDÃO, M. G. L. et al. Brazilian medicinal plants described by 19th century European naturalists and in the Official Pharmacopoeia. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 120, p. 141–148, 2008.

BRASIL. Resolução nº 19, de 30 de Abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem. . 1999.

BRASIL. Resolução RDC nº 18, de 19 de Novembro de 1999. Republica a Resolução nº 363, de 29 de julho de 1999, por ter saído com incorreções, no original publicado, no Diário Oficial da União nº 146-E, Seção 1, página 16, de 2 de agosto de 1999, que passa a vigora. . 1999.

BRASIL. Resolução Anvisa - RDC nº 259, de 20 de Setembro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. . 2002.

BRASIL. Resolução n. 359 de 23 de dezembro de 2003. Aprova regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. . 2003.

BRASIL. Resolução RDC nº 278, de 22 de setembro de 2005. Aprova as categorias de Alimentos e Embalagens Dispensados e com Obrigatoriedade de Registro. . 2005.

CALLEGARO, M. G. K. et al. Supplementation with fiber-rich multimixtures yields a higher dietary concentration and apparent absorption of minerals in rats. **Nutrition Research**, v. 30, p. 615–625, 2010.

CAMPOS, D. et al. Prebiotic effects of yacon (Smallanthus sonchifolius Poepp. & Endl), a source of fructooligosaccharides and phenolic compounds with antioxidant activity. **Food chemistry**, v. 135, n. 3, p. 1592–1599, 1 dez. 2012.

CASTRO, A. et al. Dietary fiber, fructooligosaccharides, and physicochemical properties of homogenized aqueous suspensions of yacon (Smallanthus sonchifolius). **Food Research International**, v. 50, n. 1, p. 392–400, jan. 2013.

CORRÊA, S. C. et al. Evaluation of dehydrated marolo (Annona crassiflora) flour and carpels by freeze-drying and convective hot-air drying. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2385–2390, 2011.

COSTA, S. F. et al. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e a epiderme de bezerros – I Aspectos histológicos. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 60, n. 1, p. 1–9, 2008.

DAUBIOUL, C. et al. Nutrient Interactions and Toxicity Dietary Fructans , but Not Cellulose , Decrease Triglyceride Accumulation in the Liver of Obese Zucker fa / fa Rats 1. **The Journal of Nutrition**, v. 132, p. 967–973, 2002.

DELGADO, G. T. C.; TAMASHIRO, W. M. S. C.; PASTORE, G. M. Immunomodulatory effects of fructans. **Food Research International**, v. 43, n. 5, p. 1231–1236, 2010.

DELZENNE, N. M.; WILLIAMS, C. M. Prebiotics and lipid metabolism. **Curr Opin Lipidol**, v. 13, p. 61–67, 2002.

FAVA, F. et al. The gut microbiota and lipid metabolism□: implications for human health and coronary heart disease. **Curr Med Chem**, v. 13, n. 25, p. 3005–3021, 2006.

FEMIA, A. PIETRO et al. Antitumorigenic activity of the prebiotic inulin enriched with oligofructose in combination with the probiotics Lactobacillus rhamnosus and Bifidobacterium lactis on azoxymethane-induced colon carcinogenesis in rats. **Carcinogenesis**, v. 23, n. 11, p. 1953–1960, 2002.

FEORD, J. Lactic acid bacteria in a changing legislative environment . **Antonie Van Leeuwenhoek**, v. 82, n. 1-4, p. 353–360, 2002.

FIASCHI, P.; PIRANI, J. R. Review of plant biogeographic studies in Brazil. **Journal of Systematics and Evolution**, v. 47, n. 5, p. 477–496, 2009.

FLINT, A. et al. The use of glycaemic index tables to predict glycaemic index of composite breakfast meals. **British Journal of Nutrition**, v. 91, p. 979–989, 2004.

FOSTER-POWELL, K.; HOLT, S. H. A.; BRAND-MILLER, J. International table of glycemic index and glycemic load. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, p. 5–56, 2002.

GIBSON, G. R. et al. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. **Nutr Res Rev**, v. 17, n. 2, p. 259–275, 2004.

GRONLUND, M. M. et al. Maternal breast-milk and intestinal bifidobacteria guide the compositional development of the Bifidobacterium microbiota in infants at risk of allergic disease. **Clinical and Experimental Allergy**, v. 37, p. 1764–1772, 2007.

HASHIMOTO, N. et al. Yam Contributes to Improvement of Glucose Metabolism in Rats. **Plant Foods Hum Nutr**, v. 64, p. 193–198, 2009.

HLEBOWICZ, J. et al. Effect of commercial breakfast fibre cereals compared with corn flakes on postprandial blood glucose , gastric emptying and satiety in healthy subjects□: a randomized blinded crossover trial. **Nutritional Journal**, v. 7, n. 22, p. 1–7, 2007.

HULL, S. et al. Consuming polydextrose in a mid-morning snack increases acute satiety measurements and reduces subsequent energy intake at lunch in healthy human subjects. **Appetite**, v. 59, n. 3, p. 706–712, 2012.

ISRAR, B.; FRAZIER, R. A.; GORDON, M. H. Effects of phytate and minerals on the bioavailability of oxalate from food. **Food Chemistry**, v. 141, p. 1690–1693, 2013.

JENA, S.; DAS, H. Modelling for moisture variation during osmo-concentration in apple and pineapple. **Journal of Food Engineering**, v. 66, p. 425–432, 2005.

JUVONEN, K. R. et al. Semisolid meal enriched in oat bran decreases plasma glucose and insulin levels , but does not change gastrointestinal peptide responses or short-term appetite in healthy subjects. **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**, v. 21, p. 748–756, 2011.

KIRK, S. et al. Role of Carbohydrate Modification in Weight Management among Obese Children: A Randomized Clinical Trial. **The Journal of pediatrics**, v. 161, n. 2, p. 320–327, 28 fev. 2012.

KOMATSU, T. R. et al. LWT - Food Science and Technology Nutrition claims for functional guava mousses produced with milk fat substitution by inulin and / or whey protein concentrate based on heterogeneous food legislations. **Food Science and Technology**, v. 50, n. 2, p. 755–765, 2013.

KRISTENSEN, M. et al. Wholegrain vs . refined wheat bread and pasta . Effect on postprandial glycemia , appetite , and subsequent ad libitum energy intake in young healthy adults. **Appetite**, v. 54, p. 163–169, 2010.

LAHTINEN, S. J. et al. Effect of Molecule Branching and Glycosidic Linkage on the Degradation of Polydextrose by Gut Microbiota. **Biosci Biotechnol. Biochem.**, v. 74, n. 10, p. 2016–2021, 2010.

LI, C.; UPPAL, M. Canadian Diabetes Association National Nutrition Committee Clinical Update on Dietary Fibre in Diabetes□: Food Sources to

Physiological Effects. **Canadian Journal of Diabets**, v. 34, n. 4, p. 355–361, 2010.

LOBO, A. R. et al. Effects of fructans-containing yacon (Smallanthus sonchifolius Poepp & Endl .) flour on caecum mucosal morphometry , calcium and magnesium balance , and bone calcium retention in growing rats. **British Journal of Nutrition**, v. 97, p. 776–785, 2007.

LOI, B. et al. Reducing Effect of a Combination of Phaseolus vulgaris and Cynara scolymus Extracts on Food Intake and Glycemia in Rats. **Phytother. Res.**, v. 27, p. 258–263, 2013.

LUPTON, J. R.; TRUMBO, P. R. Fibra Alimentar. In: SHILS, M. E. et al. (Eds.). **Nutrição moderna na saúde e na doença**. 2ª. ed. Barueri-SP: Manole, 2009. p. 90–99.

MABEL, M. J. et al. Physicochemical characterization of fructooligosaccharides and evaluation of their suitability as a potential sweetener for diabetics. **Carbohydrate research**, v. 343, n. 1, p. 56–66, 14 jan. 2008.

MARLETT, J. A. et al. Position of the American Dietetic Association : health implications of dietary fiber. **J Am Diet Assoc**, v. 102, n. 7, p. 993–1000, 2002.

MATHERN, J. R. et al. Effect of Fenugreek Fiber on Satiety , Blood Glucose and Insulin Response and Energy Intake in Obese Subjects. **Phytotherapy Research**, v. 23, p. 1543–1548, 2009.

MENEZES, C. C. et al. Development of low-calorie guava preserves with prebiotics and evaluation of their effects on carcinogenesis biomarkers in rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 50, n. 10, p. 3719–3724, 2012.

MIKKELSEN, L. L.; JAKOBSEN, M.; JENSEN, B. B. Effects of dietary oligosaccharides on microbial diversity and fructo-oligosaccharide degrading bacteria in faeces of piglets post-weaning. **Animal Feed Science and Technology**, v. 109, p. 133–150, 2003.

MUDGIL, D.; BARAK, S. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, p. 1–6, 2013.

MURSU, J. et al. Glycemic index, glycemic load, and the risk of acute myocardial infarction in Finnish men: the Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor Study. **Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases**, v. 21, n. 2, p. 144–149, fev. 2011.

PELLET, H. V. P. L.; YOUNG, V. R. Nutritional Evaluation of Protein Foods. **Nutritional Evaluation of Protein Foods**, v. 26, n. 3, p. 41–57, 1980.

PEÑA, M. M. et al. Impact of high intensity pulsed electric fi elds or heat treatments on the fatty acid and mineral pro fi les of a fruit juice e soymilk beverage during storage. **Food Control**, v. 22, n. 12, p. 1975–1983, 2011.

PEREIRA, P. A. P. et al. Food Hydrocolloids Rheological behavior of functional sugar-free guava preserves : Effect of the addition of salts. **Food hydrocolloids**, v. 31, n. 2, p. 404–412, 2013.

PIETRASIK, Z.; JANZ, J. A. M. Utilization of pea flour , starch-rich and fiber-rich fractions in low fat bologna. **Food Research International**, v. 43, n. 8, p. 602–608, 2010.

PIÑERO, M. P. et al. Effect of oat ' s soluble fibre (b -glucan) as a fat replacer on physical , chemical , microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. **Meat Science**, v. 80, n. 3, p. 675–680, 2008.

REEVES, P. G.; NIELSEN, F. H.; FAHEY, G. C. AIN-93 Purified Diets for Laboratory Rodents : Final Report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the Reformulation of the AIN-76A Rodent Diet. **The Journal of Nutrition**, p. 1939–1951, 1993.

ROBERFROID, M. et al. Prebiotic effects: metabolic and health benefit. **British Journal of Nutrition**, v. 104, n. 2, p. S1–S63, 2010.

RODRÍGUEZ-CABEZAS, M. E. et al. The combination of fructooligosaccharides and resistant starch shows prebiotic additive effects in rats. **Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)**, v. 29, n. 6, p. 832–9, dez. 2010.

SALMINEN, S. et al. Microbial-host interactions : selecting the right probiotics and prebiotics for infants. **Nestle Nutr Workshop Ser Pediatr Program**, v. 64, p. 201–213, 2009.

SAUER, J.; RICHTER, K. K.; POOL-ZOBEL, B. L. Physiological concentrations of butyrate favorably modulate genes of oxidative and metabolic stress in primary human colon cells. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 18, n. 11, p. 736–745, 2007.

SAULNIER, D. M. A. et al. Mechanisms of Probiosis and Prebiosis: Considerations for Enhanced Functional Foods. **Curr Opin Biotechnol**, v. 20, n. 2, p. 135–141, 2010.

SCHOLZ-AHRENS, K. E. et al. Effects of prebiotics on mineral metabolism. **Am J Clin Nutr**, v. 73, n. 2, p. 459S–464S, 2001.

SLAVIN, J.; GREEN, H. Dietary fibre and satiety. **Nutrition Bulletin**, v. 32, n. suppl 1, p. 32–42, 2007.

SOUZA, V. R. et al. Multivariate approaches for optimization of the acceptance: optimization of a brazilian cerrado fruit jam using mixture design and parallel factor analysis. **Journal of Sensory Studies**, v. 27, p. 417–424, 2012.

SOUZA, V. R. et al. Determination of bioactive compounds , antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, v. 134, n. 1, p. 381–386, 2012.

TAKAHASHI-OMOE, H.; OMOE, K. Animal experimentation in Japan: regulatory processes and application for microbiological studies. **Comparative immunology, microbiology and infectious diseases**, v. 30, n. 4, p. 225–246, jul. 2007.

VENEMA, K. et al. The Effect of Lactulose on the Composition of the Intestinal Microbiota and Short-chain Fatty Acid Production in Human Volunteers and a Computer- controlled Model of the Proximal Large Intestine. **Microbial Ecology in Health and Disease**, v. 15, p. 94–105, 2003.

VINDEROLA, C. G.; REINHEIMER, J. A. Enumeration of Lactobacillus casei in the presence of L. acidophilus, bi"dobacteria and lactic starter bacteria in fermented dairy products. **International Dairy Journal**, v. 10, p. 271–275, 2000.

WILLIS, H. J. et al. Glucose and insulin do not decrease in a dose-dependent manner after increasing doses of mixed fibers that are consumed in muffins for breakfast. **Nutrition Research**, v. 31, p. 42–47, 2011.

WOYENGO, T. A. et al. Gastro-intestinal digesta pH , pepsin activity and soluble mineral concentration responses to supplemental phytic acid and phytase in piglets. **Livestock Science**, v. 134, n. 1-3, p. 91–93, 2010.

YU WANG, M. A. et al. Fructo-oligosaccharides enhance the mineral absorption and counteract the adverse effects of phytic acid in mice. **Nutrition**, v. 26, n. 3, p. 305–311, 2010.

(VERSÃO PRELIMINAR DO ARTIGO)