



ANA CLARA GARCIA GUIMARÃES

**POTENCIAL FUNCIONAL E NUTRICIONAL DE
FARINHAS DE JERIVÁ (*Syagrus romanzoffiana*)
E BACABA (*Oenocarpus bacaba*)**

**LAVRAS – MG
2013**

ANA CLARA GARCIA GUIMARÃES

**POTENCIAL FUNCIONAL E NUTRICIONAL DE FARINHAS DE
JERIVÁ (*Syagrus romanzoffiana*) E BACABA (*Oenocarpus bacaba*)**

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. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

Coorientador

Dr. Michel Cardoso de Angelis Pereira

**LAVRAS – MG
2013**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Guimarães, Ana Clara Garcia.

Potencial funcional e nutricional de farinhas de jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e bacaba (*Oenocarpus bacaba*) / Ana Clara Garcia Guimarães. – Lavras : UFLA, 2013.

109 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Eduardo Valério de Barros V. Boas.

Bibliografia.

1. Frutos do cerrado. 2. Caracterização. 3. Ensaio biológico. 4. Glicemia. 5. Análise físico-química. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.808

ANA CLARA GARCIA GUIMARÃES

**POTENCIAL FUNCIONAL E NUTRICIONAL DE FARINHAS DE
JERIVÁ (*Syagrus romanzoffiana*) E BACABA (*Oenocarpus bacaba*)**

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 25 de fevereiro de 2013.

Dr. Michel Cardoso de Angelis Pereira

UFLA

Dr. Dennys Esper Corrêa Cintra

UNICAMP

Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas
Orientador

**LAVRAS – MG
2013**

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pela minha família, pela proteção em todos os momentos e pelas oportunidades que me concedeu.

Aos meus pais, Lúcia e César, pelo amor, por acreditarem em mim e me incentivarem sempre a realizar meus sonhos, me oferecendo todas as oportunidades e muitas vezes abrindo mão de seus próprios sonhos.

À minha irmã Júlia, pelo carinho, por vibrar comigo em cada vitória e sempre me incentivar a seguir adiante.

Ao meu namorado Marcos, pelo carinho, apoio e dedicação incondicional durante todo o percurso, essenciais para o sucesso desta jornada.

Aos queridos Rosânia, Luís, Dani e Júlia, pelo carinho e pelo incentivo durante esta jornada.

Ao professor Eduardo, pelos ensinamentos, pela orientação e pela confiança que sempre depositou em mim, permitindo que mais um passo pudesse ser dado na minha carreira acadêmica.

Ao professor Michel, pela amizade e enorme disposição em me ensinar, ajudando em todos os momentos.

Ao professor Dennys Esper Corrêa Cintra, pelas preciosas sugestões e pelo incentivo.

Às amigas Heloísa e Kelly, pela amizade e pela dedicação para a realização deste trabalho .

Aos queridos colegas do Laboratório de Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças, pelos momentos de convivência e alegrias compartilhadas.

Às amigas do Laboratório de Produtos Vegetais, Tina e Denise, que me acolheram e se dedicaram em me auxiliar com tanto carinho.

Às queridas colegas Andressa, Driene, Cristiane, Juciane e Regiane, pelas valiosas contribuições na realização do trabalho.

Às amigas de república, Carol, Clareana, Nara, Rosália, Rosi e Thalita, pela amizade, pela compreensão e pela oportunidade compartilhar tantos momentos bons.

Ao professor Raimundo Vicente de Sousa e ao Departamento de Medicina Veterinária, por permitirem a realização do ensaio biológico no Biotério de Experimentação Animal do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Lavras.

Ao Biotério Central da UNIFENAS, pela gentil doação dos animais utilizados no ensaio biológico.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Federal de Lavras, pela acolhida e por disponibilizar a sua infraestrutura na realização deste trabalho.

E a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para execução do trabalho.

RESUMO GERAL

A flora do Cerrado possui grande diversidade de espécies frutíferas, as quais apresentam grande potencial de utilização agrícola e são tradicionalmente utilizadas pela população local. Dentre essas espécies destacam-se a bacaba e o jerivá, muito consumidos na região, mas pouco estudados. Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o potencial nutricional e funcional da farinha de bacaba e da farinha de jerivá. Inicialmente, foram realizadas análises físicas e químicas para que se pudessem caracterizar as duas farinhas, para as quais ainda não se encontram estudos na literatura. Foram determinados os valores de pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (SST), coloração, composição centesimal, fibra alimentar (FA), açúcares, amido, pectina, vitamina C, antocianinas totais, carotenoides totais, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante, pelos métodos de DPPH e β -caroteno/ácido linoleico. As farinhas foram testadas por meio de ensaio biológico, em que foram adicionadas à ração padrão AIN-93M, em detrimento do amido. Foram desenvolvidas seis rações experimentais: 5%, 10% e 15% de farinha de bacaba, e 5%, 10% e 15% de farinha de jerivá. Os grupos experimentais foram comparados ao grupo controle, o qual recebeu a ração padrão. As análises realizadas no ensaio biológico foram cálculo do consumo médio diário (CMD), ganho médio diário de peso (GMD) e coeficiente de eficácia alimentar (CEA), glicemia de jejum e pós-prandial, índice glicêmico, carga glicêmica, hemograma e excreção fecal de minerais. As farinhas apresentaram boas características nutricionais, funcionais, significativo potencial antioxidante e promoveram redução da excreção fecal da maioria dos minerais analisados.

Palavras-chave: *Oenocarpus bacaba*, *Syagrus romanzoffiana*, frutos do Cerrado, composição centesimal, potencial antioxidante, análises biológicas

GENERAL ABSTRACT

The flora of Cerrado, the Brazilian savannah, has a great diversity of fruit species, which have great potential for agricultural use and are traditionally used by the local population. Among those species bacaba fruit and jervá fruit stand out, being widely consumed in the region but poorly studied. This work was carried out to evaluate the nutritional and functional potential of bacaba fruit and jervá fruit flours. First of all, both flours were characterized physical and chemically since there are no studies about them on literature. The values of pH, titratable acidity (TA), total soluble solids (TSS), color, proximate composition, dietary fiber (DF), sugar, starch, pectin, vitamin C, anthocyanins, carotenoids, phenolics and total antioxidant activity by methods of DPPH and β -caroteno/linoleic acid were determined. The flours, that replaced the starch in standard diet AIN-93M, were tested by rat bioassay. Six experimental diets were developed containing: 5%, 10% and 15% of bacaba fruit flour, 5%, 10% and 15% of jervá fruit flour. The experimental groups were compared with the control group, which received standard diet. The analyzes in bioassay were average daily consumption (ADC), average daily weight gain (ADWG), feed efficiency ratio (FER), fasting plasma glucose and postprandial glucose, glycemic index, glycemic load, blood count and fecal excretion of minerals. The flour presented good nutritional and functional characteristics, showing significant antioxidant potential and reducing fecal shedding of most minerals analyzed.

Key-words: *Oenocarpus bacaba*, *Syagrus romanzoffiana*, Brazilian savannah fruits, proximate composition, antioxidant potential, bioassay

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO

Figura 1 Frutos da espécie *Oenocarpus bacaba*..... 16

Figura 2 Frutos da espécie *Syagrus romanzoffiana*..... 18

ARTIGO 1

Figura 1 Atividade antioxidante das farinhas de (a) Jerivá e de (b) Bacaba utilizando o método do radical DPPH•..... 61

Figura 2 Atividade antioxidante das farinhas (a) Bacaba e de (b) Jériva utilizando o método sistema β -caroteno/ácido linoleico..... 63

ARTIGO 2

Figura 1 Valores médios da glicemia pós-prandial (mg dL^{-1}) dos grupos de ratos wistar alimentados com rações experimentais..... 90

Figura 2 Valores médios e desvio padrão do índice glicêmico da ração controle e das rações adicionadas de farinhas de bacaba e jerivá, em diferentes concentrações..... 93

Figura 3 Valores médios e desvio padrão da carga glicêmica das dietas controle e adicionadas de farinhas de bacaba e jerivá, em diferentes concentrações..... 95

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1	Valores médios de pH, acidez titulável e sólidos solúveis das farinhas de jerivá e bacaba.....	50
Tabela 2	Valores médios das variáveis de cor (L) e coordenadas de cromaticidade (Croma e Hue) das farinhas de jerivá e bacaba.....	51
Tabela 3	Composição centesimal em matéria integral (MI) da farinha de jerivá e bacaba.....	52
Tabela 4	Valores médios de açúcares totais, amido e pectina das farinhas de jerivá e bacaba(g 100g ⁻¹).....	55
Tabela 5	Valores médios de vitamina C (mg 100g ⁻¹), fenólicos totais (g EGA 100g ⁻¹), antocianinas totais (mg 100g ⁻¹) e carotenoides totais (mg 100g ⁻¹) das farinhas de jerivá e bacaba.....	58

ARTIGO 2

Tabela 1	Composição das sete dietas caracterizadas pelos diferentes tratamentos e oferecidas aos animais experimentais (g kg ⁻¹).....	80
Tabela 2	Valores médios da glicemia pós-prandial (mg dL ⁻¹) dos grupos de ratos wistar alimentados com rações experimentais.....	91
Tabela 3	Valores médios dos minerais (Ferro, Manganês, Zinco, Cobre, Cálcio, Fósforo, Magnésio) dos animais frente às farinhas de bacaba e jerivá.....	97
Tabela 4	Valores médios do hemograma dos animais frente às farinhas de bacaba e jerivá.....	105

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	
1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Frutos do Cerrado.....	15
2.1.1	Bacaba.....	16
2.1.2	Jerivá.....	17
2.2	Alimentos funcionais.....	18
2.2.1	Fibras e o seu papel funcional.....	19
2.2.2	Índice glicêmico (IG).....	21
2.2.3	Influência do índice glicêmico na saúde.....	23
2.2.4	Biodisponibilidade de minerais.....	26
	REFERÊNCIAS.....	29
	SEGUNDA PARTE - ARTIGOS.....	34
	ARTIGO 1 Caracterização nutricional da farinha de bacaba e da farinha de jerivá	35
1	INTRODUÇÃO.....	38
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	40
2.1	Preparação da matéria-prima.....	40
2.2	pH e acidez titulável (AT).....	41
2.3	Sólidos solúveis totais (SST).....	41
2.4	Coloração.....	41
2.5	Composição Centesimal.....	42
2.6	Fibra Alimentar.....	42
2.7	Açúcares totais.....	44
2.8	Amido total.....	44

2.9	Pectina total.....	44
2.10	Vitamina C.....	45
2.11	Compostos fenólicos totais.....	45
2.12	Antocianinas totais.....	46
2.13	Carotenoides totais.....	47
2.14	Atividade antioxidante pelo método do radical DPPH•.....	47
2.15	Atividade antioxidante pelo método do sistema β -caroteno/ácido linoleico.....	48
2.16	Estatística.....	49
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
3.1	pH, Acidez Titulável e Sólidos Solúveis.....	50
3.2	Coloração.....	51
3.3	Composição Centesimal e Fibra Alimentar.....	52
3.4	Açúcares, Amido e Pectina Totais.....	55
3.5	Vitamina C, Compostos Fenólicos, Antocianinas e Carotenoides Totais.....	57
3.6	Atividade Antioxidante das Farinhas de Bacaba e Jerivá.....	60
4	CONCLUSÃO.....	66
	REFERÊNCIAS.....	67
	ARTIGO 2 Avaliação dos efeitos fisiológicos das farinhas de bacaba (<i>Oenocarpus bacaba</i>) e jerivá (<i>Syagrus romanzoffiana</i>) sobre a glicemia e absorção intestinal em ratos wistar.....	73
1	INTRODUÇÃO.....	76
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	78
2.1	Preparação da matéria-prima.....	78
2.2	Análises biológicas.....	79
2.2.1	Ensaio <i>in vivo</i>	79
2.2.2	Controle da ingestão alimentar e desenvolvimento	82

	ponderal.....	82
2.2.3	Avaliação da glicemia de jejum e pós-prandial.....	82
2.2.4	Avaliação do Índice Glicêmico.....	83
2.2.5	Avaliação da Carga Glicêmica.....	83
2.2.6	Determinação da excreção fecal de minerais.....	84
2.2.7	Hemograma.....	84
2.3	Eutanásia dos animais e coleta de amostras.....	85
2.4	Estatística e delineamentos experimentais.....	85
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	87
3.1	Controle da ingestão alimentar e desenvolvimento ponderal.....	87
3.2	Avaliação da glicemia de jejum e pós-prandial.....	88
3.3	Avaliação do Índice Glicêmico e da Carga Glicêmica.....	93
3.4	Excreção fecal de minerais.....	96
3.4.1	Ferro.....	98
3.4.2	Manganês.....	99
3.4.3	Zinco.....	99
3.4.4	Cobre.....	100
3.4.5	Cálcio.....	101
3.4.6	Fósforo.....	102
3.4.7	Magnésio.....	102
3.5	Hemograma.....	104
4	CONCLUSÃO.....	108
	REFERÊNCIAS.....	109

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado, considerado o segundo maior bioma do Brasil, possui uma paisagem com elevada biodiversidade. A vegetação apresenta diversas paisagens florísticas diferenciadas, como os brejos, os campos alagados, os campos altos e os remanescentes de mata atlântica. Entretanto, as fitopaisagens predominantes são aquelas dos cerrados, como o cerrado típico, o cerradão e as veredas. Nestas paisagens é comum encontrar palmeiras, uma grande variedade de gramíneas, bromeliáceas, orquídeas e outras plantas de menor porte.

A flora do cerrado tem diversas espécies frutíferas com grande potencial de utilização agrícola, que são tradicionalmente utilizadas pela população local. Os frutos do cerrado apresentam sabores peculiares e de grande aceitação regional, o que confere a eles um grande potencial econômico. Além disso, têm grande potencial nutricional e funcional, que poderia auxiliar no combate à desnutrição e na prevenção de patologias crônicas não transmissíveis que acometem milhões de pessoas no Brasil. Dentre as diversas frutíferas nativas que apresentam tal potencial de utilização, destacam-se a bacaba (*Oenocarpus bacaba*) e o jerivá (*Syagrus romanzoffiana*).

Assim, dados a respeito das características químicas e do valor nutricional dos frutos do cerrado tornam-se necessários, sendo ferramentas básicas para avaliação do consumo e formulação de novos produtos. Entretanto, os estudos destes frutos ainda são escassos e poucos dados estão disponíveis na literatura especializada, evidenciando a necessidade de pesquisas científicas sobre o tema.

Sendo assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de realizar o desenvolvimento de farinhas a partir da polpa e da casca dos frutos do cerrado jerivá e bacaba, e caracterizar o potencial nutricional e funcional das farinhas, por meio de análises físicas, químicas, bioquímicas e biológicas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Frutos do cerrado

A região dos cerrados, com seus 204 milhões de hectares (aproximadamente 25% do território nacional), é constituída por uma enorme variedade faunística e florística em suas diferentes fisionomias vegetais (ÁVIDOS; FERREIRA, 2000).

As frutíferas nativas ocupam lugar de destaque no ecossistema do cerrado e seus frutos são comercializados em feiras e com grande aceitação popular. Alguns exemplos destes frutos são: o marolo (*Annona crassiflora* Mart.), a gabioba (*Campomanesia xanthocarpa*), a bacaba (*Oenocarpus bacaba*), o jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), o jenipapo (*Genipaamericana* L.), o murici (*Byrsonima crassifolia* L. Rich), a graviola (*Annona muricata* L.) e o maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryand), dentre outros. Esses frutos apresentam sabores *sui generis* (SILVA et al., 2001) e são consumidos *in natura* ou na forma de sucos, licores, sorvetes, geleias, etc. (ALMEIDA, 1998; SILVA et al., 2001).

O interesse pelos frutos do cerrado tem atingido diversos segmentos da sociedade, destacando-se agricultores, industriais, donas de casa, comerciantes, instituições de pesquisa e de assistência técnica, cooperativas, universidades, órgãos de saúde e de alimentação, entre outros. Assim, observa-se, hoje, a existência de um mercado potencial e emergente, tanto interna como externamente, para os frutos nativos do cerrado (ÁVIDOS; FERREIRA, 2000).

Os frutos nativos do cerrado, como a bacaba (*Oenocarpus bacaba*) e o jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), são apreciados por suas características exóticas de sabor e coloração. Entretanto, o potencial nutricional e funcional destes frutos

ainda é pouco utilizado, devido à escassez de estudos e de informações que envolvam estas espécies.

2.1.1 Bacaba

A bacaba, *Oenocarpus bacaba*, espécie pertencente à família Arecaceae, anteriormente conhecida como Palmae ou Palmaceae, ocorre vegetando em matas secundárias de terra firme e em capoeiras (Figura 1). Segundo Henderson (1995), suas estirpes são solitárias, atingindo de 7 a 22 m de altura e de 12 a 25 cm de diâmetro. A bacaba apresenta folhas regularmente distribuídas, medindo entre 6 e 8 m de comprimento, e flores alvo-amareladas com frutos em cachos, drupas subglobosas de coloração negro-violácea, com polpa mucilaginosa muito oleaginosa, de sabor agradável, bastante utilizada para sucos e sorvetes, além de ser útil na produção de xarope contra tosse (PERET, 1989).



Figura 1 Frutos da espécie *Oenocarpus bacaba*

Tradicionalmente, as sementes são utilizadas para a obtenção de óleo; o estipe, para a confecção de moradias e o palmito, para a alimentação. Os frutos são utilizados para a produção de polpa e de bebida fermentada. Ainda, devido às suas características morfológicas, essa espécie apresenta grande potencial

para o paisagismo e a ornamentação (LORENZI et al., 1996; PAULA; ALVES, 1997; MIRANDA et al., 2001).

O potencial econômico da bacaba baseia-se, principalmente, na utilização da polpa e do palmito e na extração do óleo comestível, que é semelhante ao azeite de oliva. Apesar da importância desta palmeira na realidade regional, pouco ainda tem sido estudado, principalmente com relação ao seu potencial nutricional e funcional.

Em estudos realizados por Canuto et al. (2010), utilizando quinze amostras de polpas de frutos procedentes da região Amazônica, foram encontrados teor de lipídio de 7,4% e teor de umidade de 87,6%, na polpa de bacaba.

2.1.2 Jerivá

O jerivá, *Syagrus romanzoffiana*, pertencente à família Arecaceae, é uma palmeira de 10 a 15 m de altura, que apresenta inflorescência em cacho pendente e frutos globosos com polpa fibrosa e carnosa de cor amarela (Figura 2). O jerivá está amplamente distribuído pelo território brasileiro, ocorrendo, principalmente, nas regiões sudeste, sul e também em Goiás e em Mato Grosso do Sul, em quase todas as formações vegetais. Também é chamado de baba-de-boi, coco-catarro, coqueiro, coqueiro-geriva, geriva, jeribá ou jerivá (LORENZI, 2002).



Figura 2 Frutos da espécie *Syagrus romanzoffiana*

Os frutos são ovalados e não passam de 3 cm em sua maior parte, sendo necessárias cerca de 100 unidades por quilo. A parte externa, carnosa, é composta de uma mucilagem adocicada, muito apreciada por alguns animais, como papagaios, maritacas e esquilos-caxinguelê ou, mesmo, pelo homem. Na sua parte interna, tem uma pequena castanha bem parecida com a do coco-da-baía. A folha tem a forma perenifólia e é utilizada como ração para o gado. A árvore fornece também o palmito para a alimentação humana. O jerivá floresce e frutifica em diferentes meses do ano, dependendo da região em que se encontra (LORENZI, 2002).

2.2 Alimentos funcionais

Uma nova concepção de alimentos, os alimentos funcionais, foi lançada pelo Japão, na década de 1980, por meio de um programa de governo que tinha como objetivo desenvolver alimentos saudáveis para uma população que envelhecia e apresentava grande expectativa de vida (ANJO, 2004).

O termo “alimentos funcionais” é utilizado para caracterizar alimentos e/ou ingredientes alimentares que, além de suas funções nutricionais normais,

têm uma ou mais substâncias, em sua composição, capazes de atuar como moduladores dos processos metabólicos, melhorando as condições de saúde, promovendo o bem-estar e prevenindo o surgimento precoce de doenças degenerativas (SKLIUTAS, 2002), demonstrando capacidade de regular funções corporais, de forma a auxiliar na proteção contra doenças como hipertensão, diabetes, câncer, osteoporose e coronariopatias (SOUZA; SOUZA NETO; MAIA, 2003).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da Resolução nº18/99, estabeleceu, como funcional, aquele alimento que, além das funções nutricionais básicas, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos benéficos para a saúde (BRASIL, 1999).

Diversos estudos mostrando a relação direta entre dieta e saúde, somados ao crescente interesse da sociedade contemporânea em consumir alimentos mais saudáveis, têm aumentado o interesse da comunidade científica e da população em geral pelos alimentos funcionais (ABREU et al., 2007; DREWNOWSKI; GOMEZ-CARNEROS, 2000).

Sendo assim, diversas técnicas de análise são utilizadas para determinar a influência desses alimentos na fisiologia do organismo, a fim de se verificar sua eficácia para a saúde humana.

2.2.1 Fibras e o seu papel funcional

As fibras são classificadas em vários tipos, variando de acordo com a hidrossolubilidade, a viscosidade, a capacidade de retenção de água e a ligação aos minerais e moléculas orgânicas. Assim, podem ser distinguidas como solúveis e insolúveis e de fermentabilidade baixa, moderada ou alta (CASE; CAREY; HIRAKAWA, 1998). As fibras solúveis são representadas pelas pectinas, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses, e são encontradas nos

legumes, aveia, leguminosas (feijão, ervilha, lentilha) e frutas, particularmente as cítricas e a maçã. As fibras insolúveis são representadas por celulose, lignina e algumas hemiceluloses e estão presentes em maior concentração nas verduras e nos derivados de grãos inteiros, como os farelos (ANGELIS, 2001).

As frações insolúveis da fibra alimentar não são, de maneira geral, fermentadas e exercem mais uma ação física sobre o intestino, aumentando o volume e o peso fecal, acelerando o trânsito intestinal, estimulando os movimentos peristálticos e melhorando a consistência fecal (PACHECO; SGARBIERI, 2001), além de retardar a absorção de glicose, diminuir a glicemia pós-prandial e reduzir o colesterol sanguíneo (COSTA; SILVA; MAGNONE, 1997; GUERRA et al., 2004).

A fração de fibra solúvel é apontada como responsável por diversos efeitos fisiológicos benéficos, entre eles a alteração da velocidade de difusão da glicose, devido à formação de gel no lúmen intestinal, a alteração na estrutura da mucosa intestinal e o aumento da produção de mucina, que funciona como barreira à absorção de glicose (DERIVI et al., 2002).

A reduzida ingestão de fibra alimentar vem sendo associada ao aumento de inúmeras doenças crônicas não transmissíveis (RODRÍGUEZ et al., 2006), enquanto o seu alto consumo se relaciona à prevenção de diversas patologias. Os efeitos proporcionados pela FA se devem à sua composição e às propriedades físicas e químicas dos polissacarídeos presentes, bem como dos biocompostos associados a esta fração (JENKINS et al., 2004).

Estudos recentes revelam que os potenciais mecanismos pelos quais as dietas ricas em fibras podem reduzir os riscos de carcinoma hepatocelular, carcinoma no ducto biliar intra-hepático e câncer no trato biliar podem estar relacionados com a redução subjetiva do apetite e da ingestão de energia, a manutenção do peso corporal normal (BABIO et al., 2010) ou os efeitos

benéficos sobre o nível de glicemia pós-prandial e o perfil lipídico no sangue (WANDERS et al., 2011).

Em um grande estudo prospectivo realizado por Fedirko et al. (2013), uma maior ingestão de fibra alimentar total e uma menor ingestão de açúcar dietético foram associadas com redução no risco de carcinoma hepatocelular e, possivelmente, no risco de carcinoma no ducto biliar intra-hepático, mas não influenciou o risco de câncer no trato biliar.

Slavin et al. (1999) mostraram que a viscosidade da fibra solúvel desempenha papel importante no controle da glicemia pós-prandial e na resposta da insulina, devido ao seu efeito sobre o esvaziamento gástrico e a absorção de macronutrientes no intestino. Entretanto, em alguns estudos prospectivos, descobriu-se que a fibra insolúvel, e não a fibra solúvel, está inversamente relacionada com a incidência de diabetes mellitus tipo 2 (DM2) (SALMERON et al., 1997; KRISHNAN et al., 2007).

Devido aos benefícios da FA e em função de seu baixo consumo, a indústria alimentícia vem se utilizando de fontes alternativas vegetais, no intuito de fornecer produtos mais saudáveis e ricos em fibras.

2.2.2 Índice glicêmico (IG)

O índice glicêmico (IG) é um parâmetro utilizado para classificar os alimentos contendo carboidratos de acordo com a resposta glicêmica que os mesmos promovem, em relação à resposta observada após consumo de um alimento de referência (pão branco ou glicose). É definido como a área formada abaixo da curva de resposta glicêmica após o consumo de 50 g de carboidratos de um alimento-teste, dividida pela área abaixo da curva de resposta glicêmica após o consumo do alimento de referência contendo o mesmo teor de carboidratos (WOLEVER et al., 1991).

Este índice diferencia os carboidratos dos alimentos com base no seu potencial em aumentar a resposta glicêmica em relação aos carboidratos de um alimento controle, fornecendo uma média da qualidade do carboidrato. Alimentos com alto índice glicêmico produzem maior pico de glicemia pós-prandial durante as duas primeiras horas em relação ao consumo de alimentos de baixo IG (FOSTER-POWELL; HOLT; BRAND-MILLER, 2002).

A importância dos estudos sobre o IG está vinculada aos possíveis efeitos fisiológicos e terapêuticos benéficos de dietas com baixos IGs para indivíduos saudáveis, diabéticos, obesos e hiperlipidêmicos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1998).

Existem evidências de que os alimentos com baixo IG diminuem os riscos de diabetes tipo 2 (principalmente pelo melhor controle na liberação de insulina), protegem contra o ganho de peso e a obesidade (principalmente pelo aumento da saciedade que reduz a ingestão dietética da refeição seguinte) e, ainda, contribuem para a prevenção das dislipidemias (o que também está relacionado com o controle da glicemia) (JENKINS et al., 2008).

Os carboidratos de alimentos diferentes podem ter respostas glicêmicas variadas. Partindo de observações de que carboidratos de diferentes fontes são digeridos e absorvidos de forma diferenciada, a avaliação da velocidade de absorção é um importante critério para a classificação destes. Os carboidratos lentamente digeridos proporcionam moderado aumento da glicose e insulina plasmática após ingestão de refeição com grande quantidade de carboidrato e permitem a prolongada entrada de glicose ao longo do tempo, mostrando eficácia no controle da saciedade, na resistência à insulina e nos níveis plasmáticos de glicose e de lipídios (JENKINS et al., 2008; LAJOLO; MENEZES, 2006).

Quando o alimento controle é o pão branco, alimentos que apresentam $IG \leq 75\%$ são, em geral, considerados de baixo índice glicêmico e são

constituídos de carboidratos lentamente digeridos. Os alimentos com o índice $\geq 95\%$ são considerados de alto índice glicêmico e são constituídos de carboidrato altamente digerível (LAJOLO; MENEZES, 2006).

2.2.3 Influência do índice glicêmico na saúde

A glicose é um nutriente obrigatório para as funções metabólicas do organismo, porém, deve existir um equilíbrio. Valores extremos podem provocar disfunções metabólicas; valores mínimos, em torno de 60% abaixo da média ideal, podem provocar coma e até a morte do indivíduo. Por outro lado, valores acima da média ideal também são expressivamente deletérios; glicose 80% acima da média está associada à imediata glicosúria e, em longo prazo, a insuficiência renal, a retinopatia e a aterosclerose. Por estas razões, a concentração de glicose no sangue é rigorosamente regulada pelos sistemas homeostáticos de regulação (LUDWIG, 2002).

A hiperglicemia estimula a secreção de insulina, que promove a captação de glicose pelo músculo e o tecido adiposo. Hipoglicemia induz secreção de glucagon, epinefrina, cortisol e hormônio de crescimento, hormônios que antagonizam a ação da insulina e restauram a normoglicemia (LUDWIG, 2002).

A ingestão de refeições com alto índice glicêmico provoca elevação da glicemia pós-prandial, que tende a elevar os níveis sanguíneos de insulina e glucagon. Estes hormônios podem exacerbar as respostas normais para ingestão de alimentos, aumentar a absorção de nutrientes pelos tecidos responsivos à insulina, estimular a gliconeogênese e a lipogênese e, ainda, suprimir a glicólise e a lipólise. Entre 2 e 4 horas após a ingestão de uma refeição de alto índice glicêmico ocorre declínio da absorção gastrointestinal dos nutrientes, mas os efeitos biológicos da insulina e do glucagon elevados persistem.

Consequentemente, a glicemia cai rapidamente, muitas vezes na faixa de hipoglicemia (PAS'KO et al., 2010).

A ingestão, a longo prazo, de refeições com elevada resposta pós-prandial também pode prejudicar a função das células beta por meio de efeitos diretos da elevação dos níveis de glicose e ácidos graxos livres. Dietas de baixo IG podem, em teoria, reduzir os riscos de desenvolvimento do diabetes, diminuindo a hiperglicemia pós-prandial precoce e diminuindo também o risco de hipoglicemia pós-absortivo (LUDWIG, 2002).

Segundo alguns autores, as dietas de alto índice glicêmico apresentam menor poder de saciedade, resultando em excessiva ingestão alimentar, favorecendo o aumento do peso corporal (JENKINS et al., 2002). O consumo destas dietas parece desencadear uma sequência de eventos hormonais, que limita a disponibilidade de combustível metabólico no período pós-prandial, levando à fome e à ingestão alimentar excessiva. Além disso, o consumo de tais dietas pode alterar o perfil lipídico e a secreção insulínica, favorecendo o aparecimento de doenças cardiovasculares e de diabetes mellitus (LUDWIG et al., 1999).

A ingestão de alimentos de baixo IG pode diminuir a secreção de hormônios contrarregulatórios proteolíticos, como o cortisol, hormônio do crescimento e glucagon, estimulando a síntese proteica. Segundo alguns autores, a regulação da massa de gordura corporal associada à ingestão de dietas de baixo IG pode estar relacionada à ativação de genes como o *ob*. Argumenta-se que a ingestão de tais dietas parece diminuir a expressão desses genes, diminuindo a secreção insulínica pós-prandial. Por esse motivo, observou-se que a ingestão de alimentos de baixo índice glicêmico tende a aumentar o teor de massa magra e a diminuir, significativamente, o teor de massa gordurosa corporal (BOUCHÉ et al., 2002).

A proporção entre os tipos de carboidratos (amilose ou amilopectina) ingeridos, o teor de fibras e de macronutrientes que compõem os alimentos da refeição (WOLEVER et al., 1991), o grau de processamento do grânulo de amido, o método e o tempo de cocção é um dos fatores passíveis de exercer influências sobre o IG (BALL et al., 2003). Assim, a interação entre todos estes fatores pode afetar drasticamente os valores do índice glicêmico previstos para os alimentos.

O índice glicêmico tem sido constantemente relacionado à obesidade e à redução de peso. Em crianças obesas, o consumo *ad libitum* de dietas com baixo índice glicêmico tem sido associado à maior redução no índice de massa corporal (FOSTER-POWELL; HOLT; BRAND-MILLER, 2002), que pode estar relacionada à maior saciedade provocada por alimentos de baixo índice glicêmico.

Segundo Behall e Howe (1995), citados por Rizkalla, Bellisle e Slama, (2002), uma dieta com baixo índice glicêmico é útil para normalizar a resposta insulinêmica de indivíduos hiperinsulinêmicos. Em pacientes idosos, com doença cardíaca coronariana, dietas com baixo índice glicêmico melhoraram a sensibilidade a insulina durante o teste oral de tolerância a glicose. Os efeitos benéficos dos alimentos de baixo índice glicêmico no metabolismo pós-prandial são úteis não apenas no tratamento, mas também na prevenção da síndrome metabólica. Existem evidências de que dietas com baixo índice glicêmico elevam os níveis de HDL-c, reduzindo o risco de diabetes tipo 2 e de doenças cardiovasculares (FROST et al., 1999; RIZKALLA; BELLISLE; SLAMA, 2002).

Em geral, alimentos com açúcar puro têm um índice glicêmico muito alto. Batatas, cenoura e produtos de grão refinado, tais como massa, arroz branco e pão branco, também apresentam alto IG. Já os produtos de grãos não refinados, tais como arroz, pão integral e cereais de grão inteiro, têm um índice glicêmico

menor. Por outro lado, frutas e hortaliças (exceto batata e cenoura) apresentam os mais baixos índices glicêmicos (FOSTER-POWELL; HOLT; BRAND-MILLER, 2002).

2.2.4 Biodisponibilidade de minerais

A composição dos alimentos é indicação muito significativa do seu valor nutritivo, contudo, não é suficiente para a caracterização completa. Isso ocorre porque são raros os nutrientes que, contidos nos alimentos, tornam-se totalmente disponíveis ao organismo após ingestão. A porção que é considerada como disponível de qualquer nutriente é aquela que é absorvida em uma forma que possa ser utilizada pelo organismo, em seu metabolismo celular. Os fatores mais importantes que interferem na biodisponibilidade dos nutrientes são digestibilidade, absorção, complexação, estado nutricional e presença de substâncias tóxicas (SGARBIERI, 1987; SANTOS, 2004).

Em relação aos minerais, existe grande variação de disponibilidade biológica que depende, principalmente, da natureza química do composto mineral, da complicação com outras substâncias contidas nos alimentos, da natureza química do composto formado e da competição de dois ou mais elementos pelo mesmo sítio de ação ou mecanismo de absorção (SGARBIERI, 1987; COZZOLINO, 2008).

A absorção de zinco em dietas mistas é de, aproximadamente, 30% e é influenciada pela solubilidade dos compostos de zinco na dieta, pela presença de ligantes de baixa massa molecular, como os aminoácidos e peptídeos, e pela competição do zinco com outros minerais por carreadores ou sítios de captação no intestino. Em dietas ricas em cereais integrais e leguminosas, que contêm teores elevados de fitatos, a absorção de zinco é menor que 15% (SANDSTROM, 1997). Os grupos de maior risco para a deficiência de zinco são

as crianças, os idosos, as mulheres grávidas, os vegetarianos, as pessoas com dieta para emagrecimento, alguns grupos de atletas, pessoas hospitalizadas e institucionalizadas, indivíduos com doenças crônicas inflamatórias, entre outros (BIESALSKI et al., 2003).

Já a eficiência da absorção de cálcio é afetada pela presença intraluminal de outros componentes dietéticos. Cerca de 30% do cálcio dietético estão biodisponíveis nos alimentos. Esta biodisponibilidade refere-se à digestibilidade e à absorção do elemento. Aminoácidos e pequenos peptídeos presentes na dieta não costumam alterar a biodisponibilidade do cálcio. Por outro lado, muitas gorduras, carboidratos complexos e alguns minerais podem influenciar tanto na digestibilidade como na absorção (BRONNER, 1993). Já alguns produtos industrializados e enriquecidos, como, por exemplo, a farinha de trigo, apesar de poderem conter cálcio, apresentam menor biodisponibilidade, quando comparados ao leite (WEAVER; HEANEY, 1991).

Os alimentos podem conter substâncias capazes de interferir na biodisponibilidade de determinados nutrientes. O ácido fítico, ou os fitatos neutros, são substâncias capazes de se ligarem a proteínas e minerais, podendo interferir sobre propriedades funcionais e nutricionais. Muitos estudos mostram a relação inversa que existe entre o ácido fítico e a absorção de minerais, tais como o zinco, o cálcio, o magnésio e, provavelmente, o ferro, assim como o níquel (TORIN, 1996).

A biodisponibilidade, tanto de minerais quanto de outros nutrientes, também pode ser afetada pela presença de fibra alimentar (COSTA; SILVA; MAGNONE, 1997). Torin (1996) relata que diferentes tipos de fibra poderiam interferir na utilização de minerais e que a suplementação da dieta de adolescentes com hemicelulose incrementava significativamente a excreção fecal de cobre, zinco e magnésio, fenômeno que não foi observado na

suplementação com pectina. Foram encontrados resultados semelhantes para sódio, potássio, cálcio e magnésio.

Várias metodologias têm sido empregadas para a determinação da biodisponibilidade, como depleção/repleção, realizadas tanto em animais de laboratório como em humanos; isótopos radioativos, utilizados tanto em animais como em seres humanos; técnicas *in vitro*, utilizando-se culturas de células e métodos mais avançados, como a utilização de isótopos estáveis dos grupos de risco, como crianças, gestantes e lactentes (COZZOLINO, 2008).

A importância da determinação da biodisponibilidade de minerais em dietas está centralizada no estabelecimento das recomendações de ingestão desses elementos em função das necessidades dos indivíduos. Assim, os estudos da biodisponibilidade de nutrientes devem ser específicos para cada país, tendo em vista a grande diversidade de dietas e de indivíduos (COZZOLINO, 1997).

REFERÊNCIAS

ABREU, C. R. A. et al. Avaliação química e físico-química de bebidas de soja com frutas tropicais. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 18, n. 3, p. 291-296, jul./set. 2007.

ALMEIDA, S. P. **Cerrado**: aproveitamento alimentar. Planaltina: Embrapa, 1998.

ANGELIS, R. C. de. **Conceitos de nutrientes não tradicionais**: a importância dos alimentos vegetais na proteção da saúde. Belo Horizonte: Atheneu, 2001.

ANJO, D. L. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 145-154, abr./abr. 2004.

AVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. Frutos dos cerrados: preservação gera muitos frutos. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 3, n. 15, p. 36-41, jul./ago. 2000. Disponível em: <<http://novas.tecnologias.com.br/revista/bio15/frutos.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2012.

BABIO, N. et al. Dietary fibre: influence on body weight, glycemic control and plasma cholesterol profile. **Nutricion hospitalaria**, Madrid, v. 25, n. 3, p. 327-340, May/June 2010.

BALL, D.S. et al. Prolongation of satiety after low versus moderately high glycemic index meals in obese adolescents. **Pediatrics**, New York, v. 111, n. 3, p. 488-494, Mar. 2003.

BEHALL, K.; HOWE, J. Effect of long-term consumption of amylose vs amylopectin starch on metabolic variables in human subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 61, n. 2, p. 334-340, 1995.

BIESALSKI, H. K. et al. Micronutrients deficiencies: hohenheim consensus conference. **European Journal of Nutrition**, Amsterdam, v. 42, n. 6, p. 353-363, Dec. 2003.

BOUCHÉ, C. et al. Five-week, low-glycemic index diet decreases total fat mass and improves plasma lipid profile in moderately overweight nondiabetic men. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 25, n. 5, p. 822-828, May 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. Aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, maio 1999. Disponível em: <http://www.abima.com.br/dload/13_14_resol_18_99_leg_alim_nac.pdf>. Acesso em: 16 set. 2012.

BRONNER, R. Nutrient bioavailability, with special reference to calcium. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 123, n. 5, p. 797-802, May 1993.

CANDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. Alimentos funcionais. uma revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 193-203, maio,ago. 2005.

CANUTO, G. A. B. et al. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade antirradical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1198-1205, out. 2010.

CASE, L. P.; CAREY, D. P.; HIRAKAWA, D. A. **Nutrição canina e felina: manual para profissionais**. 2. ed. Lisboa: Harcourt Brace, 1998.

COSTA, R. P.; SILVA, C. C.; MAGNONE, C. D. Importância das fibras na prevenção de doenças cardiovasculares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 151-154, 1997.

COZOLLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. Barueri: Manole, 2008.

COZZOLINO, S. M. F. Biodisponibilidade de minerais. **Revista de Nutrição da PUCCAMP**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 87-98, jul./dez. 1997.

DERIVI, S. C. N. et al. Efeito hipoglicêmico de rações à base de berinjela (*solanum melongena*,L.) em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n.2, p. 164-169, maio/ago. 2002.

DREWNOWSKI, A.; GOMEZ-CARNEROS, C. Bitter taste, phytonutrients, and the consumer: a review. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 72, n. 6, p. 1424–1435, Dec. 2000.

FEDIRKO, V. et al. Glycemic index, glycemic load, dietary carbohydrate, and dietary fiber intake and risk of liver and biliary tract cancers in Western Europeans. **Annals of Oncology**, Dordrecht, v. 24, n. 5, p. 543-553, Feb. 2013.

FOSTER-POWELL, K.; HOLT, S. H. A.; BRAND-MILLER, J. C. International table of glycemic index and glycemic load values. **American Society for Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 76, p. 5-56, Mar. 2002.

FROST, G. et al. Glycaemic index as a determinant of serum HDL: cholesterol concentration. **Lancet**, London, v. 353, p. 1045–1048, 1999.

GUERRA, N. B et al. Modificações do método gravimétrico não enzimático para determinar fibra alimentar solúvel e insolúvel em frutos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 45-52, jan./março 2004.

HENDERSON, A. **The palms of the Amazon**. New York: Oxford, 1995.

JENKINS, D. J. A. et al. Effect of a low-glycemic index or a high-cereal fiber diet on type 2 diabetes. **Journal of the American Association**, Chicago, v. 300, n. 23, p. 2742-2753, Abr. 2008.

JENKINS, D. J. A. et al. Viscous dietary fibre and metabolic effects. **Clinical Nutrition Supplements**, Saint Louis, v. 1, n. 2, p. 39-49, 2004.

JENKINS, D. J. et al. Glycemic index: overview of implications in health and disease. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 76, n. 1, p. 266-273, July 2002.

KRISHNAN, S. et al. Glycemic index, glycemic load, and cereal fibre intake and risk of T2DM in US black women. **Archives of Internal Medicine**, Chicago, v. 167, n. 21, Nov. 2304-2309, 2007.

LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. **Carboidratos en alimentos regionales Iberoamericanos**. São Paulo: USP, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil: volume 1**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum,, 2002.

LORENZI, H. et al. **Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Plantarum, 1996.

LUDWIG, D. S. et al. High glycemic index foods, overeating, and obesity. **Pediatrics**, New York, v. 103, n. 3, p. E26, Mar. 1999.

LUDWIG, D. S. The glycemic index physiological mechanisms relating to obesity, diabetes, and cardiovascular disease. **Journal of the American Association**, Chicago, v. 287, n. 18, p. 2414-2423, Aug. 2002.

MIRANDA, I. P. A. et al. **Frutos de palmeiras da Amazônia**. Manaus: MCT/INPA, 2001.

PA´SKO, P. et al. Effect of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa*) in diet on some biochemical parameters and essential elements in blood of high fructose-fed rats. **Food and Human Nutrition**, Abingdon, v. 65, n. 8, p. 333–338, Abr. 2010.

PACHECO, M. T. B.; SGARBIERI, V. C. Fibra e Doenças gastrointestinais. In: LAJOLO, F. M. et al. **Fibra dietetica em Iberoamerica: tecnologia y salud**. São Paulo: Varela, 2001. Cap. 28, p. 385-397.

PAULA, J. E.; ALVES, J. L. H. **Madeiras nativas: anatomia, endrologia, dendrometria, produção e uso**. Brasília: Fundação Mokiti Okada/MOA, 1997.

PERET, L. A. **Frutas da Amazônia**. Manaus: INPA, 1989.

RIZKALLA, S. W.; BELLISLE F.; SLAMA, G. Health benefits of low glycaemic index foods, such as pulses, in diabetic patients and health individuals. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 88, n. 3, p. 255-262, Mar. 2002.

RODRÍGUEZ, R. et al. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 17, n. 1, p. 3-15, 2006.

SALMERON, J. et al. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 20, n. 4, p. 545-550, Apr. 1997.

SANDSTROM B. Bioavailability of zinc. **European Journal of Nutrition**, Amsterdam, v. 51, n. 1, p. 17-19, 1997. Suplemento.

SANTOS, H. B. et al. Estudos bioquímicos e hematológicos em ratos sobre biodisponibilidade de minerais numa dieta enriquecida com multimistura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 613-618, out./dez. 2004.

SGARBIERI, V. C. **Alimentação e nutrição: fator de saúde e desenvolvimento.** Campinas: UNICAMP, 1987.

SILVA, D. B. et al. **Frutas do cerrado.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001.

SLAVIN, J. L. et al. Plausible mechanisms for the protectiveness of whole grains. **The American journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 70, n. 3, p. 459-463, 1999.

SKLIUTAS, A. R. **Estudo do desenvolvimento de barra dietética de cereais e goiaba desidratada pelo processo de osmose a vácuo com utilização de fruto-oligossacarídeo.** 2002. 116 f. Tese (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 37, n. 2, p. 127-135, maio 2003.

TORIN, H. R. **Utilização do farelo de arroz industrial: composição e valor nutritivo em dietas recuperativas.** Campinas. 1996. 147 f. Tese (Mestrado) – Universidade de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, São Paulo.

WANDERS, A. J. et al. Effects of dietary fibre on subjective appetite, energy intake and body weight: a systematic review of randomized controlled trials. **Obesity Reviews**, Oxford, v. 12, n. 9, p. 724–739, 2011.

WEAVER, C. M.; HEANEY, R. P. Isotopic exchange of ingested calcium between labeled sources. Evidence that ingested calcium does not form a common absorptive pool. **Calcified Tissue International**, New York, v. 49, n. 4, p. 244-247, Apr. 1991.

WOLEVER, T. M. S. et al. The glycemic index: methodology and clinical implications. **The American journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 54, p. 846-854, Mar. 1991.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Carbohydrates in human nutrition.** Rome: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, 1998.

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

ARTIGO 1

**CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DA FARINHA DE BACABA E
DA FARINHA DE JERIVÁ**

RESUMO

O conhecimento da composição química dos alimentos é fundamental para que se possam avaliar a disponibilidade de nutrientes e o seu consumo pelas populações. As frutas nativas do cerrado, como a bacaba (*Oenocarpus bacaba*) e o jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), são apreciadas por seus sabores exóticos, entretanto, o potencial nutricional e funcional destas frutas ainda é pouco utilizado, devido à escassez de estudos e de informações que envolvam estas espécies. Sendo assim, este trabalho foi realizado com os objetivos de desenvolver farinhas a partir da polpa e da casca dos frutos do cerrado jerivá e bacaba, e caracterizar o seu potencial nutricional e funcional por meio de análises físicas, químicas e bioquímicas. A polpa e a casca de cada fruto foram desidratadas em estufa de circulação de ar, à temperatura de 65 °C, até peso constante. Em seguida, foram fragmentadas em moinho, peneiradas e armazenadas, sob refrigeração, em frascos de vidro. A farinha de jerivá apresentou pH 4,88, 0,85g de ácido cítrico 100 g⁻¹, 39,94 °Brix, L 42,7, Croma 15,7, Hue° 60,7. A farinha de bacaba apresentou pH 4,83, 0,40g ácido cítrico 100g⁻¹, 7,89 °Brix, L 31,3, Croma 6,4, Hue° 14,6. A composição centesimal das farinhas de jerivá e bacaba apresentou, respectivamente, 8,8% e 7,2% de umidade, 11,5% e 22,2% de lipídios, 4,1% e 10,1% de proteína, 4,7% e 1,3% de cinza, 40,2% e 7,7% de glicídios, 30,7% e 51,5% de fibra alimentar total, sendo 27,2% e 51,1% de fibra insolúvel e 3,4% e 0,4% de fibra solúvel. As farinhas de jerivá e bacaba apresentaram, respectivamente, 36,75 e 1,2 g 100 g⁻¹ de açúcares totais, 19,3 e 13,32 g 100 g⁻¹ de amido, 2,7 e 0,7 g 100 g⁻¹ de pectina, 182 e 40,7 mg 100 g⁻¹ de vitamina C, 1,2 e 1,1 g EGA (equivalente de ácido gálico) 100 g⁻¹ de fenólicos totais, 31,5 e 29,4 mg 100 g⁻¹ de antocianinas e 8,5 e 9,3 mg de β-caroteno 100 g⁻¹ de farinha. As farinhas de jerivá e bacaba apresentaram significativo potencial antioxidante, determinado pelos métodos de DPPH, expresso em porcentagem de sequestro de radical livre, e pelo método do β-caroteno/ácido linoleico, expresso em porcentagem de proteção. Assim, pode-se concluir que as farinhas estudadas possuem consideráveis valores nutricionais e potencial funcional *in vitro*.

Palavras-chave: *Oenocarpus bacaba*, *Syagrus romanzoffiana*, frutos do cerrado, composição centesimal, potencial antioxidante

ABSTRACT

Knowledge of the chemical composition of foods is essential to assess the availability of nutrients and consumption by the population. The native fruits of Brazilian savannah, as bacaba fruit (*Oenocarpus bacaba*) and jervá fruit (*Syagrus romanzoffiana*), are appreciated for their exotic flavors, however, the nutritional and functional potential of those fruits is still underutilized due to lack of studies and information involving these species. Therefore, this study aimed to develop flours from the pulp and peel of the Brazilian savannah fruits, jervá fruit and bacaba fruit, and characterization their nutritional and functional potential through physical, chemical and biochemical analyses. The pulp and peel of each fruit were dried in an air circulating oven at 65 ° C to constant weight. Then, they were fragmented in mill, sieved and stored under refrigeration in glass flasks. Jervá fruit flour showed pH 4,88, 0,85 g of citric acid 100g⁻¹, 39,94 ° Brix, L* 42,7, Chroma 15,7, Hue° 60,7. Bacaba fruit flour showed pH 4,83, 0,40g citric acid 100g⁻¹, 7,89 ° Brix, L* 31,3, Chroma 6,4, Hue° 14,6. Proximate composition of jervá fruit and bacaba fruit flours showed, respectively, 8,8% and 7,2% moisture, 11,5% and 22,2% lipids, 4,1% and 10,1% protein, 4,7% and 1,3% ash, 40,2% and 7,7% of digestible carbohydrates, 30,7% and 51,5% dietary fiber content, where 27,2% e 51,1% were insoluble fiber and 3,4% e 0,4% were soluble fiber. The jervá fruit and bacaba fruit flours presented, respectively, 36,75 and 1,2 g 100g⁻¹ total sugars, 19,3 and 13,32 g 100g⁻¹ starch, 2,7 and 0,7 g 100g⁻¹ of pectin, 182 and 40,7 mg 100g⁻¹ of vitamin C, 1,2 and 1,1 g EGA (Gallic Acid Equivalent) 100g⁻¹ of total phenolics, 31,5 and 29,4 mg 100g⁻¹ of anthocyanins and 8,5 and 9,3 mg of β-carotene 100g⁻¹ of flour. The jervá fruit and bacaba fruit flours showed significant antioxidant potential, determined by the methods of DPPH, expressed as a percentage of Sequestration Free Radical, and the method of β-caroteno/ linoleic acid expressed as percentage of protection. Thus, we can conclude that the flours studied have a high nutritional and functional potential.

Keywords: *Oenocarpus bacaba*, *Syagrus romanzoffiana*, Brazilian savannah fruits, proximate composition, antioxidant potential

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento da composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil é fundamental para se avaliar a disponibilidade de nutrientes e o seu consumo por populações, além de verificar a adequação nutricional da dieta, identificar o estado nutricional, desenvolver pesquisas sobre as relações entre dieta e doença, no planejamento agropecuário e na indústria de alimentos, entre outros (CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISA EM ALIMENTAÇÃO, 2004).

O consumo de frutas e hortaliças tem sido associado à menor incidência de diversas doenças crônicas não transmissíveis e de mortalidade. A proteção que esses alimentos oferecem contra as enfermidades degenerativas, como câncer, doenças cardiovasculares e cerebrovasculares, está associada ao seu alto conteúdo de constituintes químicos com propriedades importantes, como os antioxidantes (vitamina C, E, carotenoides e polifenóis) (HINNEBURG; DAMIEN; RAIMO, 2006).

Entretanto, pelas suas dimensões continentais, o Brasil tem, ainda, uma infinidade de alimentos, principalmente de origem vegetal, que devem ser mais bem caracterizados. Nos últimos anos, houve um incremento da exploração econômica de produtos e subprodutos de algumas frutíferas específicas, atribuído à crescente preocupação do consumidor com relação à dieta e à saúde (YAHIA, 2010). Contudo, existe ainda grande variedade de alimentos pouco consumidos e estudados, os quais podem ser rica fonte de macro e micronutrientes, bem como compostos bioativos (CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2004).

A caracterização física e química dos frutos e a quantificação de componentes bioativos são importantes para o conhecimento do valor nutricional e funcional, e, do ponto de vista comercial, para agregar valor e

qualidade ao produto final (YAHIA, 2010). Já é reconhecida a relação entre ingestão de frutos e hortaliças e a diminuição do risco de desenvolvimento de diversas doenças crônicas não transmissíveis, mediadas pela ação de radicais livres. Esses alimentos contêm grande concentração de compostos bioativos que têm como função fisiológica a ação contra radicais livres (AVELLO; SUWALSKY, 2006).

As palmeiras representam os principais símbolos das florestas tropicais, devido ao fato de a maioria das espécies existentes ocorrer exclusivamente nos trópicos. Estas espécies representam uma das maiores famílias de plantas, *Arecaceae*, que anteriormente era conhecida como *Palmae* ou *Palmaceae*, ocupando quase todos os habitats. No Brasil, 119 espécies são distribuídas, pertencentes a 39 gêneros (DONATTI, 2004).

O jerivá, *Syagrus romanzoffiana*, é uma palmeira de 10 a 15 m de altura, que apresenta inflorescência em cacho pendente e frutos globosos com polpa fibrosa e carnosa de cor amarela. A espécie está distribuída pelo Brasil desde o sul da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo, ao Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul, em quase todas as formações vegetais (LORENZI, 2002).

A bacaba, *Oenocarpus bacaba*, é uma palmeira de subdossel, distribuída no norte da América do Sul, ocorrendo, geralmente, em terra firme da Floresta Tropical Úmida, com floração e frutificação nos meses de novembro a abril. Trata-se de uma espécie conhecida popularmente como bacabinha, de frutos comestíveis dos quais se faz um bebida muito apreciada pelos nativos da região amazônica (HENDERSON; SCARIOT, 1993).

Entretanto, poucos são os estudos realizados com a bacaba e o jerivá, e ainda não existem, na literatura, estudos com as farinhas destes frutos. Sendo assim, o presente estudo foi realizado com o objetivo de desenvolver as farinhas de bacaba e jerivá e caracterizá-las física, química e nutricionalmente.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Preparação da matéria-prima

Os frutos utilizados foram bacaba e jerivá. A bacaba foi colhida em uma área com formação típica do cerrado, localizada a 16 km do município de Gurupi, sul do estado de Tocantins. O jerivá foi colhido no município de Lavras, Minas Gerais. Os frutos foram colhidos no estágio maduro e a coleta foi realizada levando-se em consideração a ausência de danos mecânicos e contaminações aparentes e visuais na epiderme dos frutos. Os frutos foram novamente selecionados e, após seleção, foi realizada higienização em solução de hipoclorito de sódio (50 ppm), por 10 minutos, e enxague em bandejas perfuradas, com condições controladas de temperatura (21 °C).

O jerivá foi processado no Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças, da Universidade Federal de Lavras. Os frutos foram despulpados em uma despulpadeira elétrica e a polpa, juntamente com a casca, foi levada à estufa, a 65 °C, até peso constante. Em seguida, foi fragmentada em moinho tamisado e armazenada, sob refrigeração, em frascos de vidro.

A bacaba foi processada no Laboratório de Ecofisiologia Vegetal do Campus Universitário de Gurupi, Universidade Federal do Tocantins. Inicialmente, os frutos foram submersos em água, à temperatura entre 40 °C e 50 °C, até ficarem macios. Em seguida, toda a água foi retirada e os frutos foram descaroados utilizando-se almofariz de porcelana. A massa sem caroço foi colocada para secar em estufa à temperatura de 65 °C, até que se atingisse peso estável. Em seguida, foi também fragmentada em moinho tamisado e armazenada, sob refrigeração, em frascos de vidro.

2.2 pH e acidez titulável

O pH das farinhas foi determinado utilizando-se um pHmetro Schott Handylab, segundo técnica da Association of Official Analytical Chemists (2000). A determinação da acidez titulável foi realizada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N, utilizando-se, como indicador, a fenolftaleína, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico (g/100 g).

2.3 Sólidos solúveis

Os sólidos solúveis foram determinados nas farinhas por refratometria, utilizando-se o refratômetro digital ATAGO PR-100, previamente calibrado com água destilada. Os resultados foram expressos em °Brix, conforme a técnica da Association of Official Analytical Chemists (2000).

2.4 Coloração

A coloração foi determinada na farinha dos frutos, utilizando-se o colorímetro Minolta CR-400, com a determinação no modo CIE $L^*a^*b^*$. Os valores de L^* (claridade), a^* (componente vermelho-verde) e b^* (componente amarelo-azul) foram obtidos diretamente do colorímetro e utilizados para cálculo da tonalidade cromática ($H^* = \arctan b^*/a^*$) e croma [$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$]. O L^* varia de 0 a 100, em que o valor 0 indica o preto (ou cor escura) e o 100, o branco (cor clara). Para H^* , o 0 representa vermelho puro; o 90, o amarelo puro; o 180, o verde puro e o 265, o azul puro. Com relação ao croma, quanto mais

altos os valores de C*, mais viva a cor observada (LAWLESS; HEYMANN, 1998).

2.5 Composição centesimal

A composição centesimal das farinhas de bacaba e jerivá foi determinada conforme os métodos propostos pela Association of Official Analytical Chemists (1990).

A umidade foi determinada segundo a técnica gravimétrica, tendo sido empregado o calor em estufa ventilada, à temperatura de 105 °C, até a obtenção de peso constante. O extrato etéreo foi determinado por extração com solvente orgânico (éter etílico), com o auxílio de um aparelho extrator do tipo Soxhlet. A proteína bruta foi determinada com base no teor de nitrogênio, obtido por destilação em aparelho de Microkjedahl (semimicro), utilizando-se o fator 6,25 para o cálculo. A fração cinza foi determinada gravimetricamente, avaliando-se a perda de peso do material submetido ao aquecimento em mufla, a 550 °C. A determinação de fibra bruta foi feita por hidrólise ácida, pelo método gravimétrico, segundo o método descrito por Van de Kamer e Van Ginkel (1952). A fração glicídica foi obtida por diferença segundo a equação: % F.G. = 100 - (% umidade + % extrato etéreo + % proteína bruta + % fibra bruta + % fração cinzas), considerando a matéria integral.

2.6 Fibra alimentar

A fibra alimentar total (FAT), a fibra alimentar solúvel (FS) e a fibra alimentar insolúvel (FI) foram determinadas pelo método enzimático-gravimétrico sugerido pela Association of Official Analytical Chemists (2000),

empregando-se o kit *dietary fiber total*, marca Sigma®. Os resultados foram expressos em porcentagem de fibra.

Para esta análise, pesou-se 1 g de amostra seca e desengordurada, adicionaram-se de 50 ml de tampão fosfato (pH = 6) e a amostra foi gelatinizada com termamil (α -amilase estável ao calor), em temperatura de ebulição (95 °C), em banho-maria, com agitador, por 15 minutos. Em seguida, as amostras foram resfriadas e tiveram o valor de pH ajustado para faixa ótima de ação da protease ($7,5 \pm 0,2$), que promoveu a quebra das proteínas, durante 30 minutos, em banho-maria, a 60 °C, com agitação constante. As amostras foram novamente resfriadas e tiveram o valor de pH reajustado para faixa de ação da amiloglicosidase (4,0-4,6). Após 30 minutos em banho-maria a 60 °C, com agitação, os extratos foram filtrados em cadinhos de vidro de fundo poroso, previamente tarados com 0,5 g de celite. O resíduo foi lavado com 280 mL de álcool, a 60 °C. O cadinho contendo o resíduo foi seco, durante uma noite, a 105 °C em estufa com ventilação de ar forçada, encontrando-se, após a pesagem, o peso da FI.

A FS, por sua vez, foi obtida a partir do sobrenadante da filtração da FI, que foi deixado em repouso por uma noite, à temperatura ambiente, para a formação do precipitado. Após esta etapa, o precipitado foi filtrado em cadinhos previamente tarados contendo 0,5 g de celite e o resíduo foi lavado sucessivamente com três porções de 20 mL de etanol 78%, duas porções de 10 mL de etanol 10% e duas porções de 10 mL de acetona. O cadinho contendo a FS foi seco em estufa, a 105 °C, durante uma noite.

Os resíduos secos dos cadinhos de FI e FS foram utilizados para as determinações de cinzas e proteínas. Os resultados de FI e FS, expressos em porcentagem na matéria integral, foram obtidos após subtração dos valores de cinzas e brancos (resíduos das provas em branco, corrigidos para cinzas e

proteína) e subtração da proteína bruta (nitrogênio x 6,25), sendo o nitrogênio determinado por destilação em microkjeldahl. A FAT foi encontrada a partir da soma dos teores de FI e FS.

2.7 Açúcares totais

A determinação dos açúcares totais das farinhas de bacaba e jerivá foi realizada utilizando-se o método de Dische (1962), lido em espectrofotômetro, a 620 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) de açúcar total na matéria seca.

2.8 Amido total

O amido foi extraído por hidrólise ácida, segundo a técnica da Association of Official Analytical Chemists (1990). Para a determinação do teor de amido total nas farinhas de bacaba e jerivá, foi utilizado o método de Somogy adaptado por Nelson (1944), método colorimétrico. A leitura das amostras foi realizada em espectrofotômetro, a 510 nm. Os resultados foram expressos em % de amido total na matéria integral.

2.9 Pectina total

A pectina total foi extraída de acordo com a técnica de MCCready e MCComb (1952) e determinada, espectrofotometricamente, a 520 nm, segundo técnica de Blumenkrantz e Asboe-Hansen (1973). Os resultados foram expressos em mg de ácido galacturônico.100 g⁻¹ de polpa.

2.10 Vitamina C

A determinação da vitamina C das farinhas foi realizada pelo método colorimétrico, utilizando-se 2,4 dinitrofenil-hidrazina, segundo Strohecher e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ de farinha.

2.11 Compostos fenólicos totais

Para a obtenção do extrato, foram pesados 2 g das amostras, adicionados 20 mL de álcool metílico 50%. Essa mistura foi homogeneizada e deixada em repouso por 1 hora, à temperatura ambiente. Após este período, a mistura foi centrifugada, a 14.000 rpm, por 15 minutos. O sobrenadante foi coletado e foram adicionados 20 mL de acetona 65% ao resíduo, que foi homogeneizado e deixado em repouso por 1 hora, à temperatura ambiente. Em seguida, centrifugou-se, a 14.000 rpm, por 15 minutos. O sobrenadante foi coletado, adicionado ao primeiro sobrenadante e o volume foi completado para 50 mL com água destilada.

A determinação do teor de fenólicos totais foi feita pelo método proposto por Kuskoski (2005), empregando-se o reagente de Folin-Ciocalteu, em que 0,5 mL de extrato de cada amostra foram adicionados aos tubos contendo 2,5 mL de solução de Folin-Ciocalteu 10%. Em seguida, foram adicionados 2 mL de solução de carbonato de sódio 4%. Os tubos foram agitados e deixados em repouso, por 2 horas, ao abrigo da luz. A cor azul produzida pela redução do reagente Folin-Ciocalteu pelos fenólicos foi medida espectrofotometricamente, na faixa de absorção de 750 nm. O cálculo do teor de

fenólicos foi realizado a partir da equação da reta obtida da curva padrão do ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico 100^{-1} da amostra ($\text{mg EAG} \cdot 100\text{g}^{-1}$).

2.12 Antocianinas totais

O teor de antocianinas totais foi determinado pelo método do pH diferencial (GIUSTI; WROSLTAD, 2001), em que se dissolve o extrato em dois sistemas-tampão: cloreto de potássio pH 1,0 (0,025M) e acetato de sódio pH 4,5 (0,4M). Foram adicionados 5,5 mL da correspondente solução tampão pH=1,0 a 0,5 mL da amostra do extrato e 5,5 mL da solução tampão pH=4,5 a 0,5 mL da amostra do extrato. O extrato foi elaborado com 0,5 g de farinha em 18 mL de metanol acidificado com HCl 0,1%. As leituras das absorvâncias foram realizadas a 510 e a 650 nm.

A absorvância foi calculada a partir da equação

$$A = (A_{510\text{nm}} - A_{650\text{nm}})pH_{1,0} - (A_{500\text{nm}} - A_{650\text{nm}})pH_{4,5}$$

A concentração de pigmentos no extrato foi calculada e representada em cianidina-3-glicosídeo (PM=449,2), por meio da fórmula

$$\text{Antocianinas (mg} \cdot \text{L}^{-1}) = (A \times \text{PM} \times \text{FD} \times 1000) / (\epsilon \times 1)$$

em que

A = absorvância;

FD = fator de diluição (FD = volume final da solução/volume da amostra);

ϵ = absortividade molar (22900).

2.13 Carotenoides totais

Os carotenoides totais foram determinados de acordo com Rodriguez-Amaya (1999), sendo a coloração lida em espectrofotômetro, a 450 nm. Os resultados foram expressos em miligramas de β -caroteno por 100 g de farinha.

2.14 Atividade antioxidante pelo método do radical DPPH•

Para a obtenção do extrato, seguiu-se o mesmo procedimento utilizado para a determinação de compostos fenólicos totais.

A metodologia empregada na determinação da atividade antioxidante foi baseada na extinção da absorção do radical 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH 60 μ M), proposta por Rufino et al. (2009), com algumas adaptações em relação ao cálculo, calculando-se o percentual de sequestro do radical DPPH a partir do padrão.

Adicionou-se 0,1 mL de cada extrato das amostras a 3,9 mL de solução de DPPH. Para o controle, foram adicionados 0,1 mL de metanol, juntamente ao DPPH, no lugar do extrato. As leituras foram realizadas após 120 minutos, em espectrofotômetro, a 515 nm e os resultados foram expressos em percentual de sequestro de radical livre (%SRL), conforme a equação

$$\%SRL = (Ac - Am) \times 100 / Ac$$

em que Ac = absorbância do controle; Am = absorbância da amostra

2.15 Atividade antioxidante pelo método do sistema β -caroteno/ácido linoleico

A determinação da atividade antioxidante pelo sistema β -caroteno/ácido linoleico seguiu o protocolo para execução proposto por Miller (1971). Os extratos utilizados foram preparados seguindo o mesmo procedimento utilizado para a determinação de compostos fenólicos totais.

Para o preparo da mistura reativa, adicionaram-se 40 μ L de ácido linoleico, 530 μ L de Tween 40, 50 μ L de solução de β -caroteno (20 mg/mL em clorofórmio) e 1 mL de clorofórmio em erlenmeyer. Posteriormente, a mistura foi submetida à completa evaporação do clorofórmio em capela. A esta mistura isenta de clorofórmio, adicionaram-se cerca de 150 mL de água previamente saturada com oxigênio, durante 30 minutos e agitou-se vigorosamente. A mistura reativa, assim preparada, apresentou-se com absorvância entre 0,6 e 0,7, em 465 nm. Em seguida, misturaram-se 0,4 ml de cada diluição do extrato (1;3; 1:5; 1;10; 1:20) com 5 ml da solução de β -caroteno/ácido linoleico. O controle utilizou 0,4 ml de trolox em substituição ao extrato. A primeira leitura da absorvância foi feita a 465 nm, 2 minutos após a mistura. Os tubos foram, então, mantidos em banho-maria, a 40 °C, por 120 minutos, e, em seguida, foi feita outra leitura. A calibração do espectrofotômetro foi feita com água.

Os resultados foram expressos em % de proteção contra a oxidação, conforme a equação

$$\% \text{ Proteção} = 100 - [(\text{Redução Abs}_{\text{amostra}}) \times 100 / (\text{Redução Abs}_{\text{sistema}})]$$

2.16 Estatística

Os resultados foram expressos na forma de média±desvio padrão, em que dez repetições foram utilizadas para as variáveis coloração, composição centesimal, pH, acidez e sólidos solúveis e cinco para as variáveis fibra alimentar, fenólicos totais, antocianinas totais, carotenoides e vitamina C.

Para análise estatística dos resultados das atividades antioxidantes dos métodos radical DPPH e do sistema β -caroteno/ácido linoleico, os experimentos foram submetidos à análise de variância e as variáveis quantitativas significativas pelo teste de F foram submetidas à análise de regressão. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições. Os dados foram analisados pelo programa estatístico Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados – Sisvar (FERREIRA, 2003).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 pH, acidez titulável e sólidos solúveis

Os valores médios para as variáveis pH, acidez titulável (AT) e sólidos solúveis (SS) das farinhas de bacaba e jerivá são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 Valores médios de pH, acidez titulável e sólidos solúveis das farinhas de bacaba e jerivá (média de 10 repetições \pm desvio padrão)

Farinhas	pH	AT (g ác. cítrico/100g)	SS (°Brix)
Jerivá	4,88 \pm 0,02	0,85 \pm 0,03	39,94 \pm 0,06
Bacaba	4,83 \pm 0,01	0,40 \pm 0,01	7,89 \pm 0,05

De acordo com os dados da Tabela 1, a farinha de jerivá apresentou valor médio de pH muito próximo ao encontrado na farinha de bacaba, 4,88 e 4,83, respectivamente. Em um estudo realizado por Canuto et al. (2010), com polpas de frutos da Amazônia, a polpa de bacaba apresentou valor de pH 5,3, ou seja, superior ao encontrado nas farinhas deste estudo.

O teor de AT da farinha de jerivá (0,85 g de ácido cítrico 100 g⁻¹) foi superior ao encontrado na farinha de bacaba (0,4 g de ácido cítrico 100 g⁻¹). Canuto et al. (2010) encontraram, para a polpa de bacaba, valor inferior de acidez titulável (0,1 g de ácido cítrico 100 g⁻¹).

O valor médio de SS da farinha de jerivá (39,94 °Brix) foi cerca de cinco vezes maior que o valor médio encontrado na farinha de bacaba (7,89 °Brix). Entretanto, em estudos analisando a polpa de bacaba foi encontrado valor ainda menor que o encontrado para farinha de bacaba (2,0 °Brix) (CANUTO et al., 2010), o que pode ser explicado pelo processo de produção da farinha, no qual a água livre da polpa é retirada, levando ao aumento da concentração dos SS. O teor de SS se correlaciona, normalmente, com os açúcares e os ácidos

orgânicos. Logo, essa variável é de interesse, considerando-se a preferência dos consumidores por produtos doces.

3.2 Coloração

A coloração das farinhas de bacaba e jerivá foi avaliada com base nas variáveis claridade (L^*), cromaticidade (croma) e tonalidade (H°), e os resultados estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2 Valores médios das variáveis de cor (L) e coordenadas de cromaticidade (Croma e Hue) das farinhas de jerivá e bacaba

Farinhas	L	Croma	Hue°
Jerivá	42,7±0,6	15,7±2,2	60,67±0,1
Bacaba	31,3±0,7	6,4±0,8	14,57±0,1

A farinha de jerivá apresentou valores L^* , C^* e H° superiores ao da farinha de bacaba. O valor L^* (0-100) mede quão clara ou escura é a amostra, sendo tanto mais clara quanto maior o seu valor. O H° diz respeito à matiz, sendo normalmente utilizado como sinônimo de cor, em que 0° representa o vermelho puro; 90° , o amarelo puro; 180° , o verde puro e 265° , o azul puro. Já C^* está relacionado à pureza da matiz, que varia de intensa ou altamente cromática (valores próximos a 100) a neutra – branco, cinza, negro (valores próximos a zero).

Os dados obtidos apontam a coloração amarelada do jerivá e vermelho com baixa intensidade para a bacaba, tendendo ao marrom. Com base no valor L^* , a farinha de bacaba se mostrou mais escura que a de jerivá. Já a farinha de trigo, que tem coloração branca, apresentou valor L^* de 88,16, em um estudo realizado por Ortolan et al. (2010), valor este muito superior ao das farinhas estudadas.

A coloração do alimento é considerada um importante identificador de qualidade, sendo, na maioria das vezes, o primeiro atributo sensorial observado pelo consumidor.

3.3 Composição centesimal e fibra alimentar

Os resultados encontrados nas análises de composição centesimal das farinhas de jerivá e bacaba estão expressos na Tabela 3.

Tabela 3 Composição centesimal em matéria integral da farinha de jerivá e bacaba

	Farinhas	
	Jerivá	Bacaba
Umidade	8,8±0,1	7,2±0,1
Lipídio	11,5±1,4	22,2±1,8
Proteína	4,1±0,1	10,1±0,6
Glicídio	40,2±1,8	7,7±1,8
Cinza	4,7±0,4	1,3±0,2
FAT	30,7±0,5	51,5±0,4
FI	27,2±0,2	51,1±1,0
FS	3,4±0,5	0,4±0,6

Legenda: * FAT = fibra alimentar total; FI = fibra insolúvel; FS = fibra solúvel.

Os dados da composição centesimal mostraram que a farinha de bacaba apresentou 7,2% de umidade, valor este inferior ao encontrado na farinha de jerivá, que apresentou 8,8% de umidade. O processo de produção da farinha implica na retirada da água livre do alimento, fato que fica evidente quando se compara o teor de umidade da farinha de bacaba (7,2%) com o valor encontrado por Canuto et al. (2010), na polpa de bacaba (87,6%).

Em um estudo realizado com farinha de banana verde, verificou-se um teor de umidade 3,30% (BORGES et al., 2009), que é inferior ao encontrado nas farinhas de bacaba e jerivá. Entretanto, em estudos realizados por Silva et al.

(2010), com farinha de trigo para panificação, foi relatado teor de umidade de 12,81%, o qual é superior ao das farinhas analisadas neste trabalho.

A legislação brasileira não especifica níveis de umidade para farinhas de bacaba e jerivá, contudo, a Resolução nº12 da ANVISA (BRASIL, 1978) preconiza que, em farinhas, este parâmetro deve ser menor que 15%. Nas amostras avaliadas neste estudo, os teores de umidade foram inferiores a 9%, valores que, segundo Franco e Landgraf (2003), são típicos de alimentos desidratados e reduzem acentuadamente a microbiota viável, pela baixa disponibilidade de água para as reações metabólicas bacterianas.

A farinha de bacaba apresentou maior teor de lipídios quando comparada com a farinha de jerivá (22,2% e 11,5%, respectivamente). Nos estudos realizados por Borges et al. (2009), a farinha de banana verde apresentou valor médio de lipídios bem inferior ao encontrado nas farinhas de bacaba e jerivá (0,68%). Silva et al. (2010) encontraram, para a farinha de trigo especial para panificação, teor de lipídios de 1,34%, o qual também é inferior aos encontrados nas farinhas do presente trabalho.

Em relação ao teor de proteínas, a farinha de bacaba apresentou resultados superiores aos da farinha de jerivá (10,1 e 4,1, respectivamente). Na farinha de jerivá, ele foi semelhante ao encontrado na farinha de banana verde (4,5%) (BORGES et al., 2009), enquanto de bacaba, foi semelhante ao encontrado na farinha de trigo (11,5%) (SILVA et al., 2010).

Os dados da composição centesimal para a farinha de bacaba indicaram a presença de 1,3% de cinza e, para a farinha de jerivá, 4,7% de cinza. Borges et al. (2009), ao determinarem cinzas em farinha de banana verde, encontraram valor intermediário entre as duas farinhas, 2,59%. Coimbra e Jorge (2012), estudando o óleo da polpa de jerivá, encontraram 3,21% de cinza, valor inferior ao encontrado na farinha do mesmo fruto. Já a farinha de trigo apresenta teor de

cinza de 0,42%, o qual é inferior ao apresentado pelas farinhas estudadas (SILVA et al., 2010).

No presente trabalho, o teor de fibra alimentar total encontrado para a farinha de bacaba, 51,5%, foi superior ao encontrado para a farinha de jerivá, 30,7%, bem como o teor de fibra insolúvel (51,1% e 27,2%, respectivamente). Já o teor de fibra solúvel foi maior na farinha de jerivá, 3,4%, do que na farinha de bacaba, 0,4%.

Silva et al. (2001) realizaram análises em farinhas de duas espécies de jatobá e encontraram, para fibra solúvel e fibra insolúvel, 11,01% e 42,86%, respectivamente, na farinha de jatobá-do-cerrado, e 9,81% e 45,79%, respectivamente, na farinha de jatobá-da-mata, ou seja, valores maiores de fibra solúvel em relação às farinhas do presente estudo. Para os teores de fibra insolúvel, observa-se que a farinha de jerivá apresenta menor concentração em relação à de jatobá, enquanto na de bacaba a concentração foi maior.

Em estudos realizados por Rufino et al. (2010) foi relatado alto teor de fibra alimentar no açaí 'BRS-Para', 71,24% , sendo 68,49% de fibra insolúvel e 2,75% de fibra solúvel, na matéria seca. Considerando o baixo teor de umidade das farinhas de bacaba e jerivá, 7,2% e 8,8%, respectivamente, chega-se aos valores de fibra alimentar na matéria seca de 55,5%, para a farinha de bacaba, sendo 55,1% FI e 0,4% FS, e 33,6% para a farinha de jerivá, sendo 29,9% FI e 3,8% FS.

Assim, pode-se observar que a bacaba e o açaí, que pertencem à família *Arecaceae*, apresentaram valores mais próximos de FT, FI e FS na matéria seca. Enquanto isso, o jerivá apresentou aproximadamente a metade desses valores na matéria seca, exceto pelo maior teor de fibra solúvel.

Para que um alimento sólido possa ser considerado como sendo de alto teor de fibra alimentar, é estabelecido, pela Portaria nº 27, de 13 de janeiro de

1998 da ANVISA (BRASIL, 1998), que ele deve apresentar o mínimo de 6 g de fibras.100 g⁻¹ de sólido. Portanto, pode-se concluir que as farinhas de bacaba e jerivá são excelentes fontes de fibras, podendo vir a ser associadas a benefícios para o organismo humano e, até mesmo, à prevenção de algumas doenças crônicas não degenerativas, uma vez que os efeitos fisiológicos do consumo de fibras são responsáveis por alterações nas funções gastrintestinais, bem como por aumento da massa fecal, alteração na sensação de saciedade e redução dos níveis de colesterol, glicemia e insulina pós-prandial (LOPEZ et al., 1997; MILLER et al., 1994; SILVA et al., 2001).

Em relação aos glicídios, o jerivá apresentou 40,2% na sua composição, enquanto a bacaba apresentou valor inferior, 7,7%. A farinha de banana apresentou valor de glicídios maior que os valores encontrados nas farinhas de bacaba e jerivá, 87,92% de glicídios (BORGES et al., 2009), bem como a farinha de trigo para panificação, 73% (SILVA et al., 2010).

3.4 Açúcares, amido e pectina totais

Os resultados encontrados nas análises de açúcares totais, amido e pectina das farinhas de jerivá e bacaba se encontram na Tabela 4.

Tabela 4 Valores médios de açúcares totais, amido e pectina das farinhas de jerivá e bacaba (g 100 g⁻¹)

Farinhas	Açúcares totais	Amido	Pectina
Jerivá	36,8±2,7	19,3±0,4	2,7±0,29
Bacaba	1,2±0,2	13,3±3,3	0,7±0,07

O teor de açúcares totais encontrado na farinha de jerivá (36,8 g 100 g⁻¹) foi muito superior ao encontrado na farinha de bacaba (1,2 g 100 g⁻¹), resultados estes que se correlacionam com os valores de sólidos solúveis encontrados para

as respectivas farinhas no presente estudo (39,94 e 3,4 °Brix). O conteúdo de sólidos solúveis se correlaciona com os teores de açúcares e de ácidos orgânicos, o que é uma característica importante de diversos produtos alimentícios, visto que consumidores preferem alimentos mais doces (SILVA et al.; 2002). Sendo assim, acredita-se que a farinha que terá maior probabilidade de aceitação é a farinha de jerivá, por ser mais doce.

Em estudos realizados por Souza, Souza Neto e Maia (2003), com polpas de frutas do Cerrado, foram relatados teores de açúcares totais de 8,83% no marolo, 3,89% no jenipapo, 6,56% na graviola e 11,37% no maracujá. Estes valores são bem inferiores aos encontrados na farinha de jerivá, provavelmente devido à concentração dos açúcares após a retirada da água livre em estufa.

O teor de amido encontrado, no presente trabalho, na farinha de jerivá foi de 19,3% e, na farinha de bacaba, de 13,3%. Borges et al. (2009) encontraram, na farinha de banana verde, 72,72% de amido, concordando com os resultados de Damiani (1989) e Oliveira (1997), que relataram, respectivamente, 69% e 65% de amido na farinha de banana verde. Estes resultados são muito superiores aos encontrados para a farinha de bacaba e jerivá, isto porque, segundo Rodríguez-Ambriz et al. (2008), a polpa de banana verde é uma massa com alto teor de amido e baixo teor de açúcares.

Dias e Leonel (2006), analisando farinhas comerciais de mandioca com classificações e procedências diversas, observaram que o teor de amido calculado nas farinhas secas variou de 81,92% a 91,56%. O teor de amido encontrado por Cereda e Vilpoux (2003), em farinhas de mandioca crua/grossa e beiju (88,16% e 88,22%, respectivamente), foi semelhante ao encontrado por Dias e Leonel (2006). Entretanto, em ambos os trabalhos valores são muito maiores do que os encontrados nas farinhas de bacaba e jerivá.

Ao se observar o teor de glicídio encontrado para a farinha de jerivá ($40,2 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) e considerar que o teor de açúcares ($36,8 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) faz parte dos glicídios, pode-se perceber que parte do amido é glicídio. Entretanto, cerca de 15,9% dele estão representados como fibra alimentar total. Isso ocorre, provavelmente, devido à presença de amido resistente na farinha, o qual é considerado fibra insolúvel. A presença de amido resistente também é esperada na farinha de bacaba, entretanto, em menor concentração (6,8%).

Rufino et al. (2009), analisando o teor de pectina total na polpa de 18 frutos tropicais, encontraram valores de pectina que variaram de 0,15% (caju) a 1,27% (murici). Enquanto isso, as farinhas de bacaba e jerivá apresentaram valores de pectina de 0,7% e 2,7%, respectivamente. A concentração de pectina tende a ser maior na farinha do que na polpa, devido à retirada de água durante o processamento da farinha. Entretanto, é importante ressaltar que o processo para despolpar a bacaba provoca a perda da parte mucilaginosa da polpa, ocorrendo, assim, perda de pectina, que está relacionada ao baixo teor de fibra solúvel encontrado na farinha deste fruto.

Devido ao fato de as pectinas afetarem a textura e a conservação de frutas, elas estão entre os ingredientes mais importantes da agroindústria (especialmente na produção de geleias) e conferem palatabilidade e boa aparência a alimentos processados (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

3.5 Vitamina C, compostos fenólicos, antocianinas e carotenoides totais

Os teores de vitamina C, compostos fenólicos totais, antocianinas totais e carotenoides totais nas farinhas de bacaba e jerivá estão expressos na Tabela 5.

Tabela 5 Valores médios de vitamina C ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$), fenólicos totais ($\text{g EGA } 100 \text{ g}^{-1}$), antocianinas totais ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) e carotenoides totais ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) das farinhas de jerivá e de bacaba

Farinhas	Vitamina C	Fenólicos totais	Antocianinas totais	Carotenoides totais
Jerivá	182,0±16,3	1,2±0,03	31,5±0,1	8,5±5,5
Bacaba	40,7±1,4	1,1±0,06	29,4±0,1	9,3±6,3

Conforme se observa nos dados da Tabela 5, a farinha de jerivá apresentou teor de ácido ascórbico de $182,0 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ e a farinha de bacaba, $40,7 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, o qual é muito superior ao teor de ácido ascórbico, de $0,9 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, encontrado por Canuto et al. (2010) na polpa de bacaba congelada. O aumento da concentração de nutrientes é esperado, durante o processo de produção da farinha, devido à retirada da água livre do alimento. Mas, mesmo levando em consideração a redução da umidade, a concentração de vitamina C ainda se apresentou maior que o esperado, uma vez que o efeito do calor, utilizado na estufa, teria um importante papel na degradação de compostos bioativos, dentre eles o ácido ascórbico.

O teor de vitamina C nos alimentos também é variável devido a diversos fatores, como região de cultivo, temperatura, intensidade de luz, conteúdo de umidade, época de colheita, além do método de extração e processamento da polpa, que podem afetar bastante a concentração de ácido ascórbico, mesmo sendo utilizada a mesma variedade (RUFINO et al., 2010). Sendo assim, podem-se observar, nos estudos realizados por Rufino et al. (2010), teores altos de ácido ascórbico para polpas de açaí, caju e murici (84 , 190 e $148 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente), enquanto valores muito inferiores ($10,1$, $12,4$ e $0,3 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) foram encontrados nas polpas desses frutos, em estudo realizado por Canuto et al. (2010).

O teor de compostos fenólicos encontrado para as farinhas de bacaba e de jerivá foi muito semelhante, $1,1$ e $1,2 \text{ g EGA } 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente.

Canuto et al. (2010), em estudos com polpa de bacaba, encontraram teor de compostos fenólicos de 0,05 g EGA 100 g⁻¹. Em outro estudo, realizado com o óleo das polpas de jerivá, guariroba e macaúba, o maior conteúdo de fenólicos foi apresentado pelo jerivá (0,326 g EGA 100 g⁻¹), seguido por guariroba (0,268 g EGA 100 g⁻¹) e macaúba (0,221g EGA 100 g⁻¹) (COIMBRA; JORGE, 2012). Já a polpa do pequi tem 0,209 g EGA 100g⁻¹ de fenólicos totais (LIMA et al., 2007), valor superior aos encontrados na maioria das polpas de frutas consumidas no Brasil, como açaí, com 0,137 g EGA 100 g⁻¹; goiaba, com 0,083 g EGA 100 g⁻¹; morango, com 0,132 g EGA 100 g⁻¹; abacaxi, com 0,022 g EGA 100 g⁻¹; graviola, com 0,084 g EGA 100 g⁻¹ e maracujá, com 0,020 g EGA 100 g⁻¹, sendo inferior apenas à acerola, com 0,58 g EGA 100 g⁻¹, e à manga, com 0,54 g EGA 100,g⁻¹ (KUSKOSKI et al., 2005).

Rufino et al. (2010) determinaram os teores de antocianinas presentes em diversas polpas de frutas tropicais e notaram grande variação (0,3 a 192), destacando-se jussara, murta, açaí, puçá-preto, jambolão, jaboticaba e camu-camu (192; 143; 111; 103; 93; 58; 42 mg 100g⁻¹, respectivamente). Valores inferiores foram encontrados para as farinhas de jerivá e bacaba (31 e 29 mg 100 g⁻¹, respectivamente). O processo de produção da farinha, no qual a polpa foi levada à estufa por várias horas, pode ter ocasionado uma maior degradação das antocianinas, uma vez que, segundo Bobbio e Bobbio (2001), o aquecimento é um fator que acelera a degradação desse pigmento.

Sabe-se que as antocianinas pertencem ao grupo dos flavonoides e estes são compostos fenólicos. Com isso, pode-se perceber, no presente estudo, que a quantidade de antocianinas nas farinhas analisadas corresponde a uma mesma porcentagem do total de compostos fenólicos, sendo de 2,63%, para farinha de jerivá e de 2,67%, para a farinha de bacaba.

As farinhas de bacaba e jerivá apresentaram valores de 8,5 e 9,3 mg de carotenoides totais 100 g^{-1} , respectivamente (Tabela 5). Resultados inferiores foram encontrados para as polpas dos frutos de açaí, acerola, jussara e puçá-preto (2,8; 1,4; 1,9; 4,2 mg de carotenoides totais 100 g^{-1} , respectivamente) (RUFINO et al., 2010). Lima et al. (2007), avaliando os compostos bioativos na polpa do pequi, encontraram $7,25 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de carotenoides totais, valor semelhante ao encontrado nas farinhas de bacaba e jerivá.

Nas farinhas analisadas no presente trabalho observaram-se teores expressivos de vitamina C, compostos fenólicos e carotenoides totais, os quais estão associados à prevenção de processos oxidativos.

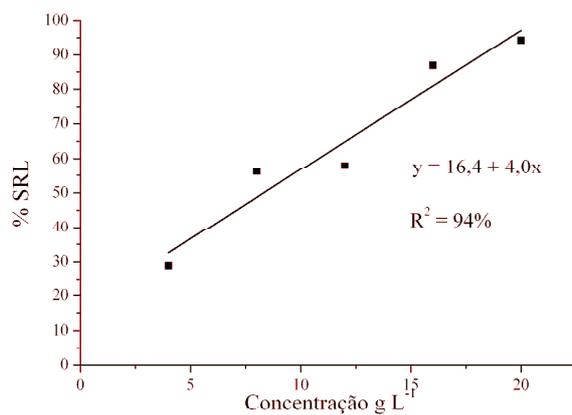
3.6 Atividade antioxidante das farinhas de jerivá e bacaba

A atividade antioxidante das farinhas de bacaba e jerivá, analisadas segundo a metodologia do radical DPPH•, encontra-se em porcentagem de sequestro de radical livre (%SRL) em relação à concentração do extrato em g L^{-1} (Figura 1).

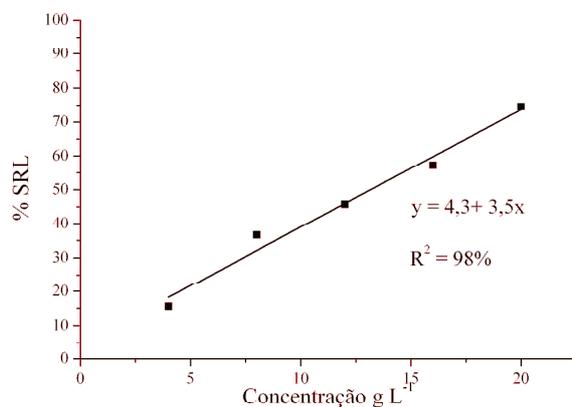
De acordo com os resultados obtidos nota-se que à medida que se aumenta a concentração do extrato, ocorre um aumento na porcentagem de inibição. Assim, verifica-se um efeito dose-dependente em relação às duas farinhas testadas (Figura 1).

O extrato da farinha de jerivá, na concentração de 20 g L^{-1} , apresentou 96,4% SRL e o extrato da farinha de bacaba, na mesma concentração, apresentou 74,3% SRL. Duarte-Almeida et al. (2006) avaliaram o poder antioxidante de extratos de acerola, amora, açaí e morango, pelo método do radical DPPH•. Por meio dos resultados obtidos neste estudo, verificou-se que o extrato de acerola, na concentração de 20 g L^{-1} , apresentou a maior capacidade

de sequestro de radicais livres, aproximadamente 85%, valor este semelhante aos encontrados nas farinhas estudadas.



(a)



(b)

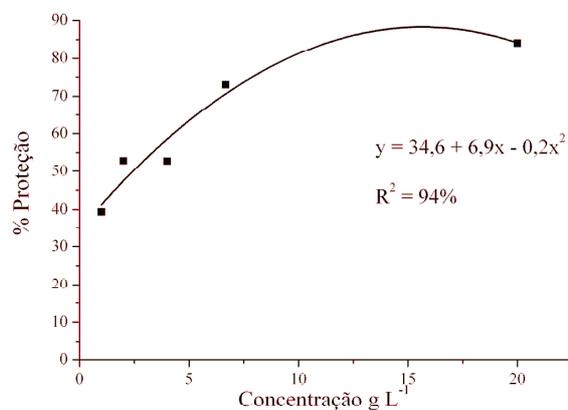
Figura 1 Atividade antioxidante das farinhas de (a) jerivá e de (b) bacaba, utilizando-se o método do radical DPPH•

A atividade antioxidante do radical DPPH• avalia a capacidade das substâncias utilizadas em doar hidrogênio radicalar a este radical. Este método

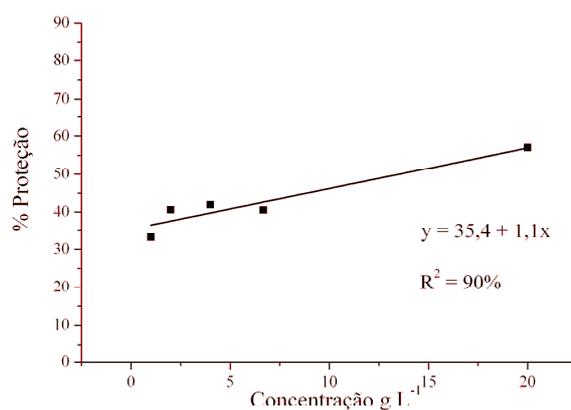
está baseado no descoramento de uma solução composta por radicais estáveis DPPH[•] de cor violeta, quando da adição de substâncias que podem ceder um átomo de hidrogênio, os compostos antioxidantes (MAGALHÃES et al., 2008). Os principais compostos antioxidantes são o ácido ascórbico, os flavonoides, os carotenoides e os derivados fenólicos, os quais são responsáveis por diversos efeitos benéficos que o consumo de frutas e hortaliças exerce na saúde humana.

Assim, pode-se correlacionar o elevado potencial de sequestro de radical livre encontrado nas farinhas estudadas aos expressivos valores encontrados de vitamina C, fenólicos, antocianinas e carotenoides. Vale ressaltar que a farinha de jerivá, a qual apresentou maior %SRL, também se destacou pelo elevado teor de vitamina C, o que pode justificar seu maior potencial antioxidante, uma vez que a concentração dos demais compostos foi bem semelhante em ambas as farinhas.

Na Figura 2 observa-se a porcentagem de proteção em relação à concentração do extrato em g L⁻¹, com base no método sistema β-caroteno/ácido linoleico.



(a)



(b)

Figura 2 Atividade antioxidante das farinhas (a) de bacaba e de (b) jerivá, utilizando o método sistema β -caroteno/ácido linoleico

Na Figura 2 percebe-se que a porcentagem de proteção do composto β -caroteno aumentou com o aumento da concentração das farinhas, ou seja, observou-se um efeito dose-dependente em relação às duas farinhas testadas.

Duarte-Almeida et al. (2006), avaliando a atividade antioxidante de diversos extratos de frutas utilizando sistema β -caroteno/ácido linoleico, encontraram, na concentração de 20g L⁻¹ do extrato de amora, uma maior

proteção (65%) em relação à peroxidação lipídica, quando comparada aos outros tratamentos. Resultados semelhantes foram observados no presente trabalho, avaliando a mesma concentração, em que as farinhas de bacaba e jerivá apresentaram, respectivamente, 84,1% e 57,1% de proteção, em relação à peroxidação lipídica.

A atividade antioxidante pelo sistema β -caroteno/ácido linoleico avalia o potencial da substância testada em sequestrar o radical livre gerado durante a peroxidação do ácido linoleico. Este método está fundamentado em medidas espectrofotométricas da descoloração (oxidação) do β -caroteno, induzida pelos produtos de degradação oxidativa do ácido linoleico. Assim, tal metodologia diferencia-se do método do radical DPPH• por avaliar a atuação da amostra no mecanismo de proteção do substrato lipídico contra a oxidação, enquanto o primeiro baseia-se na transferência de elétrons de uma substância antioxidante para uma oxidante (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006).

Assim, variações na capacidade antioxidante de diferentes extratos podem ser atribuídas à diferença na composição química, como fenólicos, ácido ascórbico e carotenoides, o que pode ter ocorrido entre as diferentes farinhas (JAYAPRAKASHA; PATIL, 2007). O ácido ascórbico, por exemplo, apresenta ação pró-oxidante no sistema β -caroteno/ácido linoleico e isso ocorre porque, após doar os dois hidrogênios redutores, o ácido ascórbico fica passível de receber elétrons, devido ao radical ascorbila formado, que é um agente oxidante (BORS; BUETTNER, 1997).

Este fato pode ter influenciado os resultados da farinha de jerivá, que, por este método, apresentou menor % Proteção. Esta ação pró-oxidante do ácido ascórbico já foi relatada anteriormente, por Duarte-Almeida et al. (2006), Hassimotto, Genovese e Lajolo (2005) e Kalt et al. (1999).

Dessa forma, é possível concluir que a escolha do método mais apropriado para a determinação da capacidade antioxidante é uma questão complexa. Entretanto, os resultados encontrados neste trabalho revelaram que as farinhas de jerivá e bacaba têm considerável capacidade antioxidante, apresentando potencial nutricional e possíveis efeitos terapêuticos, uma vez que o consumo de dietas ricas em antioxidantes promove a prevenção de diversas doenças.

4 CONCLUSÕES

As farinhas de bacaba e de jervá são potenciais fontes de compostos bioativos e fibra alimentar, assim como apresentam considerável ação antioxidante *in vitro*, podendo ser consideradas como boa fonte de antioxidantes. Sendo assim, as perspectivas são promissoras para a exploração das farinhas de jervá e bacaba, as quais apresentaram consideráveis teores de nutrientes e potencial funcional.

REFERÊNCIAS

- AGUILARA; G .A. **Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability.** Hoboken: Wiley-Blackwell, 2010. p. 3-51.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis.** Washington: AOAC, 2000.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis.** Washington: AOC, 1990.
- AVELLO, M.; SUWALSKY, M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de proteccion. **Atena**, Concepción, v. 494, n. 2, p. 161-172, Feb. 2006.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química de processamento de alimentos.** 3. São Paulo: Varela, 2001.
- BORGES, A. M. et al. Caracterização da farinha de banana verde. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 333-339, abr./jun.2009.
- BORS, W.; BUETTNER, G. R. The vitamin C radical and its reactions In: PACKER, L.; FUCHS, J. **Vitamin C in health and disease.** New York: Marcel Dekker, 1997. Cap. 4, p. 75-94.
- BRASIL. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico sobre a Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 jan. 1998.
- BRASIL. Resolução CNNPA n. 12 de 1978. Aprova Normas Técnicas Especiais, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 jul. 1978.
- CANUTO, G. A. B. et al. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade antirradical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1198-1205, out. 2010.
- CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela brasileira de composição de alimentos.** Campinas: NEPA, 2004.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. **Tecnologias, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas**: volume 3. São Paulo: Fundação Cargill, 2003.

CHITARRA A. B.; CHITARRA, M. I. F.. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA, 2005.

COIMBRA, M. C.; JORGE, N. Fatty acids and bioactive compounds of the pulps and kernels of Brazilian palm species, guariroba (*Syagrus oleraces*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) and macaúba (*Acrocomia aculeata*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 92, n. 3, p. 679–684, Feb. 2012.

DAMIANI, C. R. **Avaliação nutricional e aceitabilidade de alimentos formulados utilizados em programas institucionais**. 1989. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

DIAS, L. T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 692-650, jul./ago. 2006.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAN, M. L. (Ed.). **Carbohydrates chemistry**: volume 1. New York: Academic Press, 1962. p. 477-512.

DONATTI, C. I. **Conseqüências da defaunação na dispersão de sementes e no recrutamento de plântulas da palmeira brejaúva (*Astrocarium aculeatissimum*) na Mata Atlântica**. 2004. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Agroecossistema) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

DUARTE-ALMEIDA, J. M. et al. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 446-452, abr./jun. 2006.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: versão 4.2. Lavras: DEX/UFLA, 2003.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. Microrganismos Patogênicos de Importância em Alimentos In: FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2003. p. 33-81.

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Anthocyanins. characterization and measurement with UV-Visible spectroscopy. In: WROLSTAD, R. E. (Ed.). **Current protocols in food analytical chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 2001. Unit. F1.2.1-13.

HASSIMOTTO, N. M. A.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables and commercial frozen fruit pulps. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 53, n. 8, p. 2928-2935, Apr. 2005.

HENDERSON, A.; SCARIOT, A. A flórmula da reserva Ducke, I: palmae (Arecaceae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 23, n. 4, p. 349-369, 1993.

HINNEBURG, I.; DAMIEN, H. J.; RAIMO, H. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. **Food Chemistry**, London, v. 97, n. 1, p. 122-129, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos: volume 1**. 3. ed. São Paulo, 1985.

JAYAPRAKASHA, G. K.; PATIL, B. S. In vitro evaluation of the antioxidant activities in fruit extracts from citron and blood orange. **Food Chemistry**, London, v. 101, n. 1, p. 410-418, 2007.

KALT, W. et al. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics and anthocyanins after fresh storage of small fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 47, n. 11, p. 4638-4644, 1999.

KUSKOSKI, E. M. et al. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 726-732, out./dez. 2005.
LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**. New York: Chapman & Hall, 1998.

LIMA, A et al. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 695-698, 2007.

LÓPEZ, G. et al. Propiedades funcionales de la fibra dietética. Mecanismos de acción en el tracto gastrointestinal. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 47, n. 3, p. 203- 207, Sept. 1997.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil: volume 1. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000.

MAGALHÃES, L. M. et al. Methodological aspects about *in vitro* evaluation of antioxidant properties. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 613, p. 1-19, Apr. 2008.

MCCREADY, R.M.; MCCOMB, E.A. Extraction and determination of total pectic materials in fruits. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, Dec. 1952.

MILLER, H.E. A simplified method for the evaluation of antioxidant. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, London, v. 48, n. 2, p. 91, 1971.

MILLER, W. C. et al. Dietary fat, sugar, and fiber predict body fat content. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 94, n. 6, p. 612-615, June 1994.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of somogy methodo for the determination of glucose. **Journal Biological Chemistry**, Baltimore, v. 63, n. 5, p. 135-375, Oct. 1944.

OLIVEIRA, D. A. G. **Avaliação química, nutricional e sensorial de uma mistura à base de farinhas de arroz, banana e mandioca, enriquecida com outras fontes protéicas**. 1997. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

ORTOLAN, F. et al. Efeito do armazenamento à baixa temperatura (-4 °C) na cor e no teor de acidez da farinha de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, mar. 2010.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoids analysis in foods**. Washington: Ilsi, 1999.

- RODRÍGUEZ-AMBRIZ, S. L. et al. Characterization of fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. **Food Chemistry**, London, v. 107, p. 1515-1521, 2008.
- RUFINO, M. S. M. et al. Açaí (Euterpe oleraceae) BRS Pará: a tropical fruit source of antioxidant dietary fiber and high antioxidant capacity oil. **Food Research International**, Barking, v. 44, n.7, p. 2100–2106, 2011.
- RUFINO, M. S. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, London, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.
- RUFINO, M.S.M. et al. Free radical-scavenging behaviour of some north-east Brazilian fruits in a DPPH system. **Food Chemistry**, London, v. 114, n. 2, p. 693-695, 2009.
- SILVA, M. R. et al. Utilização tecnológica dos frutos de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 176-182, maio/ago. 2001.
- SILVA, M. T. P. et al. Utilização de frutooligossacarídeos na elaboração de pão de forma sem açúcar. **Temas Agrários**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 44-57, 2010.
- SILVA, P. S. L. et al. Distribuição do teor de sólidos solúveis totais em frutos de algumas espécies de clima temperado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 15, n.1, p. 19–23, 2002.
- SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 37, n. 2, p. 127-135, maio 2003.
- SOUZA, V. R. de et al Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, London, v. 134, n. 1, p. 381–386, Sept. 2012.
- STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967.

VAN DE KAMER, S. B.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 19, n. 4, p. 239-251, July/Aug. 1952.

WANG, X. et al. Chemical characterization and antioxidant evaluation of muscadine grape pomace extract. **Food Chemistry**, London, v. 123, n. 4, p. 1156-1162, Dec. 2010.

YAHIA, E. M. The contribution of fruit and vegetable consumption to human health. In: ROSA, L. A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZ-AGUILARA; G.A. **Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability**. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2010. p. 3-51.

ARTIGO 2

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS FISIOLÓGICOS DAS FARINHAS DE
BACABA (*Oenocarpus bacaba*) E JERIVÁ (*Syagrus romanzoffiana*)
SOBRE A GLICEMIA E A ABSORÇÃO INTESTINAL DE MINERAIS
EM RATOS WISTAR**

RESUMO

Os frutos do Cerrado são muito pouco estudados quanto ao potencial nutricional e funcional. Este trabalho foi realizado como objetivo de avaliar os efeitos das farinhas de bacaba (FB) e jerivá (FJ) sobre a glicemia de jejum, o índice glicêmico, a carga glicêmica e a absorção intestinal de minerais. Para o ensaio *in vivo*, foram utilizados 49 ratos da linhagem Wistar, machos, adultos, normoglicêmicos e com peso inicial entre 170 e 250g. Durante a fase de tratamento, os animais receberam diferentes dietas contendo FB e FJ, em substituição ao amido. Os grupos foram identificados da seguinte forma: G1: dieta padrão AIN-93M; G2: dieta com FB 5%; G3: dieta com FJ 5%; G4: dieta com FB 10%; G5: dieta com FJ 10%; G6: dieta com FB 15% e G7: dieta com FJ 15%. Os cálculos de consumo médio diário (CMD), ganho médio diário de peso (GMD) e coeficiente de eficácia alimentar (CEA) revelaram que os animais dos grupos controle e experimentais apresentaram valores semelhantes, estatisticamente, evidenciando que a incorporação das farinhas de bacaba e jerivá, nas concentrações de 5%, 10% e 15%, não interferiu no ganho de peso e no consumo de ração dos animais. Verificou-se que os valores de glicemia capilar de jejum dos animais controle e tratados, tanto no início quanto no final do tratamento, não diferiram estatisticamente entre os grupos. A glicemia pós-prandial aumentou fisiologicamente no início, porém, em seguida, diminuiu em todos os grupos. Para o índice glicêmico não houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos. Entretanto, quando comparados ao grupo controle, a adição de 5% de FB reduziu levemente o IG e o aumento nas concentrações levou ao aumento do IG da ração. Já para os grupos tratados com FJ, ocorreu o oposto. Quando comparado com o grupo controle, a adição de 5% de FJ levou ao aumento no IG e o aumento das concentrações promoveu diminuição do IG da ração. Para a carga glicêmica, os valores encontrados para as dietas não diferiram entre si, estatisticamente ($P < 0,05$). Por meio das análises de excreção fecal de minerais observou-se que a adição das farinhas de bacaba e jerivá reduziu a eliminação de ferro, manganês, cálcio e magnésio. A adição das farinhas de bacaba e jerivá praticamente não alterou a excreção de fósforo. A FJ favoreceu a excreção de cobre, entretanto, a FB, em concentrações acima de 10%, reduziu a excreção do mineral. Os resultados do hemograma apresentaram-se dentro dos parâmetros de normalidade, atestando a segurança das farinhas de bacaba e jerivá. Os resultados encontrados permitem afirmar que as farinhas de bacaba e jerivá são alimentos viáveis para o consumo e apresentam potencial nutricional e funcional, entretanto, mais estudos se fazem necessários.

Palavras-chave: *Oenocarpus bacaba*, *Syagrus romanzoffiana*, frutos do cerrado, análises biológicas, ratos wistar

ABSTRACT

The fruits of the Brazilian savannah are very poorly studied about their nutritional and functional potential. This study aimed to evaluate the effects of bacaba fruit (BF) and jervá fruit (JF) flours on fasting glucose, glycemic index, glycemic load and intestinal absorption of minerals. For *in vivo* testing were used 49 Wistar rats, adult male normoglycemic and initially weighing between 170 and 250g. During the treatment phase, the animals received different diets containing BF and JF in place of starch. The groups were identified as follows: G1: standard diet AIN-93M; G2: diet with BF 5%; G3: diet with JF 5%; G4: diet with BF 10%; G5: diet with JF 10%; G6: diet with BF 15%; G7: diet with JF 15%. The calculation of average daily consumption (ADC), average daily weight gain (ADWG) and feed efficiency ratio (FER) revealed that animals of experimental and control groups had a similar behaviour, showing that the incorporation of bacaba fruit and jervá fruit flours at concentrations of 5%, 10% and 15% did not affect weight gain and feed consumption of animals. It was found that the values of fasting capillary glucose from control and treated animals, both at beginning and end of treatment did not differ between groups. The postprandial glycemia increased physiologically at first, but then decreased in all groups. There was no significant difference ($P < 0.05$) in the glycemic index (GI) among treatments. However, when compared to the control group, the addition of 5% of BF reduced slightly the GI and the highest concentrations promoted the increase of diet GI. The opposite occurred to the groups treated with JF. In comparison to the control group the addition of 5% JF led to increase in GI and increasing concentrations caused a decline in the diet GI. The glycemic load values found in the diets did not differ statistically ($P < 0.05$). Considering chemical analysis of fecal excretion of minerals it was observed that the addition of BF and JF reduced elimination of iron, manganese, calcium, and magnesium. The addition of BF and JF did not change the excretion of phosphorus. The JF promoted the excretion of copper, however the BF at concentrations above 10% reduced the excretion of the mineral. The results of the blood count were within normal limits, confirming the safety of BF and JF. The results have revealed that the BF and JF are viable food for consumption presenting nutritional and functional potential, however, more studies are needed.

Keywords: *Oenocarpus bacaba*, *Syagrus romanzoffiana*, Brazilian savannah fruits, bioassay, Wistar rats

1 INTRODUÇÃO

Pesquisadores reforçam, a cada dia, a importância de uma alimentação adequada como fator que auxilia na prevenção de doenças e/ou retarda o processo de evolução destas. Os alimentos funcionais destacam-se, nesse contexto, por oferecerem diversos benefícios à saúde, além do valor nutritivo próprio da sua composição química, promovendo, assim, a redução do risco de doenças crônicas não transmissíveis (NEUMANN et al., 2000).

Estudos permitiram concluir que o funcionamento digestivo normal, assim como a prevenção e o tratamento de doenças, como a diverticulite, a constipação, a hipercolesterolemia, a hiperglicemia, a obesidade e o câncer do intestino grosso, estão, de certa forma, relacionados à ingestão de fibra alimentar (SCHWEIZER; EDWARDS 1992; HERNANDEZ; HERNANDEZ; MARTINEZ, 1995; RAUPP; SGARBIERI, 1997; RAUPP et al., 2000).

As fibras são capazes de reduzir o índice glicêmico das dietas (JENKINS et al., 2002), trazendo diversos benefícios a saúde. Uma dieta com baixo índice glicêmico pode ter efeitos benéficos sobre o peso e a composição corporal (BRAND-MILLER et al., 2002; THOMAS; ELLIOTT; BAUR, 2007) e em certos fatores de risco em pessoas com excesso de peso (ELLIOTT, E. J.; BAUR, 2007; LIVESEY et al., 2008). O consumo de alimentos de alto IG pode desencadear uma sequência de eventos hormonais que limita a disponibilidade de combustível metabólico no período pós-prandial, consequentemente levando o indivíduo a se alimentar mais, resultando em um aumento da hemoglobina glicada, hiperglicemia e hiperinsulinemia (DIAS et al., 2010; MOURA; COSTA; NAVARRO, 2007).

Apesar desses benefícios e do incentivo crescente ao consumo de fibras, estas têm a capacidade de complexar-se com outros constituintes da dieta, por

meio de vários mecanismos, podendo arrastá-los em maior quantidade na excreção fecal. Dessa forma, as substâncias tóxicas podem ser excretadas em maior ou menor quantidade, bem como os nutrientes, afetando de forma adversa o processo digestão-absorção de nutrientes conjuntamente ingeridos na dieta (SCHWEIZER; EDWARDS 1992; JOHANSSON et al., 1999; RAUPP; SGARBIERI, 1997).

Assim, é de extrema importância a realização de estudos voltados para alimentos que tenham características funcionais ou nutracêuticas, buscando fornecer informações para a adequação nutricional e a redução de risco de doenças crônicas não transmissíveis, e assim também promover o desenvolvimento de novos produtos (GEORG et al., 2005; PEREIRA et al., 2011).

Os frutos do cerrado têm grande potencial nutricional, funcional e sensorial. Entretanto, poucos são os estudos realizados a fim de se explorar este potencial. Dentre as diversas espécies que podem ser exploradas, destacam-se a bacaba (*Oenocarpus bacaba*) e o jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), pertencente à família Arecaceae, anteriormente chamada de Palmae ou Palmaceae. A bacaba tem polpa mucilagínosa muito oleagínosa, de sabor agradável, bastante utilizada para vinhos, sucos e sorvetes, além de ser útil na produção de xarope contra tosse (PERET; YOUNG, 1990). O jerivá tem a parte externa carnosa, composta de uma mucilagem adocicada e, na parte interna, pequena castanha, bem parecida com a do coco-da-baía (LORENZI, 2002).

Diante do exposto, no presente trabalho, buscou-se avaliar os efeitos fisiológicos das farinhas de bacaba e jerivá sobre a glicemia e a excreção fecal de minerais em ratos Wistar.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparação da matéria-prima

Os frutos utilizados foram bacaba (*Oenocarpus bacaba*) e jerivá (*Syagrus romanzoffiana*). A bacaba foi colhida em uma área com formação típica do cerrado, localizada a 16 km do município de Gurupi, sul do estado de Tocantins. O jerivá foi colhido no município de Lavras, Minas Gerais. Os frutos foram colhidos no estágio maduro e selecionados levando-se em consideração a padronização em relação à ausência de danos mecânicos e a contaminações aparentes e visuais na epiderme dos frutos. Após a seleção, foi realizada higienização em solução de hipoclorito de sódio (50 ppm), por 10 minutos, e enxague em bandejas perfuradas, em condições controladas de temperatura (21 °C).

O jerivá foi processado no Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças, da Universidade Federal de Lavras. Os frutos foram despulpados em uma despulpadeira elétrica e a polpa, juntamente com a casca, foi levada à estufa com circulação de ar, a 65 °C, até peso constante. Em seguida, foi fragmentada em moinho tamisado e armazenada, sob baixa temperatura, em frascos de vidro.

A bacaba foi processada no Laboratório de Ecofisiologia Vegetal do Campus Universitário de Gurupi, Universidade Federal do Tocantins, da Universidade Federal do Tocantins. Inicialmente, os frutos foram submersos em água, à temperatura entre 40 °C e 50 °C, até ficarem macios. Em seguida, toda a água foi retirada e os frutos foram descaroados, utilizando-se almofariz de porcelana. A massa sem caroço foi colocada para secar em estufa com circulação de ar, a 65 °C, até que atingisse peso estável. Em seguida, foi

fragmentada em moinho tamisado e armazenada sob baixa temperatura em frascos de vidro.

2.2 Análises biológicas

2.2.1 Ensaio *in vivo*

Para o ensaio *in vivo*, foram utilizados 49 ratos da linhagem Wistar, machos, adultos, normoglicêmicos e com peso entre 170 e 250 g. Os animais eram provenientes do Biotério Central da UNIFENAS e o experimento foi conduzido no Biotério de Experimentação Animal do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Lavras. Os animais foram pesados e aleatorizados em sete grupos com sete ratos em cada um (n=7).

O projeto do presente trabalho foi submetido à avaliação da Comissão de Ética no Uso de Animais (Comissões Permanentes/PRP-UFLA), Protocolo n° 071/11, e aprovado em 12 de dezembro de 2011.

Durante o experimento, os animais foram mantidos individualmente em gaiolas metabólicas de estrutura e componentes de aço galvanizado, com temperatura ambiente controlada (21 ± 3 °C) e ciclo claro/escuro de 12 horas. Os ensaios foram conduzidos em um período total de 33 dias. Durante todas as etapas do experimento, os animais receberam água e alimento *ad libitum*.

Antes do tratamento experimental, todos os grupos permaneceram, por um período de sete dias, alimentando-se com dieta padrão elaborada segundo Reeves et al. (1993), do American Institute of Nutrition (AIN), para fase de manutenção (AIN 93-M). Esse procedimento foi utilizado para a adaptação dos animais e o estabelecimento de nutrientes padrões no organismo. As dietas foram pesadas e fornecidas a cada três dias, em horário único, assim como a

pesagem dos animais, buscando-se evitar o estresse, devido ao excesso de manipulação.

Durante a fase de tratamento, os animais receberam diferentes dietas, com algumas modificações em relação à fonte glicídica, sendo adicionadas as farinhas de jerivá (FJ) ou bacaba (FB), nas concentrações de 5%, 10% e 15%, em detrimento do amido.

Assim sendo, os grupos foram identificados da seguinte forma: **Grupo 1:** dieta padrão AIN-93M; **Grupo 2:** dieta com FB 5%; **Grupo 3:** dieta com FJ 5%; **Grupo 4:** dieta com FB 10%; **Grupo 5:** dieta com FJ 10%; **Grupo 6:** dieta com FB 15% e **Grupo 7:** dieta com FJ 15%.

As dietas utilizadas no ensaio conforme o padrão AIN 93-M estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 Composição das sete dietas, caracterizadas pelos diferentes tratamentos e oferecidas aos animais experimentais (g kg⁻¹).

Ingredientes	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
	g/Kg						
Amido de milho	397,486	347,486	347,486	297,486	297,486	247,486	247,486
Caseína	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
Dextrin	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000
Sacarose	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Óleo de soja	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000
Celulose	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
Pré-mix mineral AIN-9	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000
Pré-mix vitamínico AIN-93	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
L-cistina	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Bitartarato de colina	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
Terc-butil-hidroquinona	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014
Farinhas	0,000	50,000	50,000	100,000	100,000	150,000	150,000
Dieta	1,000Kg						

*Legenda: G1 = grupo controle; G2 = farinha de bacaba 5%; G3 = farinha de jerivá 5%; G4 = farinha de bacaba 10%; G5 = farinha de jerivá 10%; G6 = farinha de bacaba 15%; G7 = farinha de jerivá 15%.

2.2.2 Controle da ingestão alimentar e desenvolvimento ponderal

O desenvolvimento ponderal dos animais e o consumo da dieta foram acompanhados a cada três dias.

Os registros de consumo de ração e desenvolvimento ponderal permitiram o cálculo do consumo médio diário (CMD), ganho médio diário de massa (GMD) e coeficiente de eficácia alimentar (CEA). Este último mostra a relação entre ganho de massa e consumo da dieta, conforme Pellett e Young (1980).

2.2.3 Avaliação da glicemia de jejum e pós-prandial

Ao primeiro dia do experimento, após o período de adaptação dos animais, foram realizadas análises da glicemia capilar de jejum de 12 horas na veia caudal dos animais, utilizando-se glicosímetros e fitas glicêmicas Accu-Chek®. Os valores obtidos foram referidos como glicemia de jejum (mg/dL) do início do experimento e foram registrados. Os animais que apresentaram disglycemia foram trocados por outros que apresentaram glicemia dentro dos parâmetros de normalidade.

Após 33 dias de tratamento, a análise da glicemia capilar foi realizada nos animais em jejum de 12 horas. Em seguida, os animais permaneceram por mais 3 horas em jejum e, ao concluir o tempo de 15 horas de jejum, eles tiveram acesso às diferentes dietas experimentais, na quantidade de 4 g, durante 20 minutos. Após o consumo das distintas dietas, os animais foram retirados para avaliação da glicemia pós-prandial, sendo este considerado o tempo zero. Então, as análises prosseguiram, com intervalos de 15 minutos, até completarem 2

horas, para a elaboração da curva glicêmica, totalizando 12 análises por animal, com valores expressos em mg dL⁻¹ de sangue (COZZOLINO, 2008).

As sobras das dietas foram pesadas separadamente e descontadas das 4 g fornecidas a cada animal. Em seguida, foi realizado o cálculo do índice glicêmico.

2.2.4 Avaliação do índice glicêmico

Após a elaboração da curva glicêmica, foi possível calcular o índice glicêmico (IG) das dietas testadas, a partir do aumento da área sob a curva glicêmica, seguindo-se a metodologia proposta pela World Health Organization (1998), sendo o IG determinado pela seguinte equação:

$$\text{IG} = \frac{\text{Aumento na área da curva glicêmica (alimento teste)}}{\text{Aumento na área da curva glicêmica (alimento referência)}} \times 100$$

A fonte dos valores de índice glicêmico normalmente utilizados na fórmula foi a Tabela Internacional de Índice Glicêmico e Carga Glicêmica, elaborada por Foster-Powell, Holt e Brand-Miller (2002). Entretanto, como a dieta padrão foi adaptada para animais de laboratório de acordo com a AIN 93M, utilizou-se a referência correspondente ao valor 100 para o alimento referência.

2.2.5 Avaliação da carga glicêmica

A carga glicêmica das dietas foi calculada por meio da multiplicação da quantidade de carboidrato contida em cada dieta pelo seu índice glicêmico. Esta

adaptação proposta por Foster-Powell, Holt e Brand-Miller (2002), utiliza a glicose como alimento de referência, entretanto, neste trabalho, foi utilizada a dieta padrão, sendo, então, dividida por 100.

Carga glicêmica = conteúdo de carboidrato (g) X índice glicêmico

100

2.2.6 Determinação da excreção fecal de minerais

As determinações dos minerais nas fezes dos animais foram realizadas no Laboratório de Análise Foliar da UFLA, seguindo-se a metodologia descrita por Malavolta et al. (1989).

A coleta das fezes foi realizada em três períodos de balanço (3°, 18° e 30° dias do experimento), sendo as fezes pesadas, acondicionadas hermeticamente em sacos plásticos e armazenadas, em congelador, a -20 °C, até o momento das análises. Durante o preparo das amostras para a determinação de minerais, as fezes foram levadas a estufa, a 65 °C, até atingirem peso constante. Em seguida, as amostras foram trituradas em gral e levadas para análise.

2.2.7 Hemograma

Ao final do experimento, os animais foram anestesiados e foi realizada uma abertura na região abdominal. Em seguida, por meio de uma punção na artéria abdominal, uma alíquota de aproximadamente 3 mL de sangue foi coletada em tubos de ensaio com anticoagulante K2-EDTA (BD Vacutainer®). As amostras foram devidamente homogeneizadas e armazenadas em geladeira (aproximadamente 4 °C), até o processamento.

As amostras sanguíneas foram analisadas em um analisador hematológico automatizado (Abbott Cell Dyn 3500, Abbott Diagnostics, USA) e foram determinados: o número total de eritrócitos ($10^6/\text{mm}^3$), de leucócitos ($10^3/\text{mm}^3$) e de plaquetas ($10^3/\text{mm}^3$); a contagem diferencial de leucócitos (%); a concentração de hemoglobina (g/dL) e a determinação do hematócrito (%) e dos índices hematimétricos, tais como volume corpuscular médio (VCM, fl), hemoglobina corpuscular média (HCM, pg) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM, %).

2.3 Eutanásia dos animais e coleta de amostras

No 33° dia de experimento, ao término do tratamento e das avaliações glicêmicas, os animais foram anestesiados e sedados com Tiopental sódico e Ketamina (40 mg/kg). Após estarem sedados, foi realizada uma abertura torácica e abdominal, por onde foram coletadas amostras sanguíneas, por secção da artéria aorta abdominal. Os animais sofreram, então, parada cardíaca, seguida de morte por hipovolemia.

2.4 Estatística e delineamentos experimentais

Os experimentos foram submetidos à análise de variância e as variáveis qualitativas significativas pelo teste de F foram comparadas pelo teste de Scott Knott (1974). Para a avaliação das variáveis respostas consumo médio diário (CMD), ganho médio diário de massa (GMD) e coeficiente de eficácia alimentar (CEA), utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com sete grupos de animais com sete repetições, sendo um animal para cada repetição. Da mesma forma, para a avaliação dos dados da glicemia de jejum, no tempo 0 e no

tempo 28, utilizou-se o DIC de sete grupos de animais com sete repetições. Já para a glicemia pós-prandial, avaliada nos tempos 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 minutos, utilizou-se DIC com os tratamentos dispostos em esquema fatorial (7 X 9), sendo sete grupos de animais e nove tempos, com sete repetições. Para a análise das variáveis índice glicêmico e carga glicêmica, utilizou-se também o DIC de sete grupos de animais com sete repetições. Na análise dos dados da excreção fecal de minerais utilizou-se, para cada mineral (ferro, manganês, zinco, fósforo, cálcio, cobre e magnésio), o DIC com os tratamentos dispostos em esquema fatorial (7 X 3), sendo sete grupos de animais e três dias (0, 18 e 30), com sete repetições. Para as análises dos dados das variáveis resposta contidas no hemograma (hemácias, hematócrito, hemoglobina, concentração de hemoglobina corpuscular média, hemoglobina corpuscular média, medida de dispersão do volume dos eritrócitos, volume corpuscular médio, leucócitos, linfócitos e plaquetas), utilizou-se novamente o DIC de sete grupos de animais com sete repetições, em que cada repetição corresponde a um animal.

Os dados foram analisados pelo programa estatístico Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados – Sisvar (FERREIRA, 2003).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Controle da ingestão alimentar e desenvolvimento ponderal

Pela análise dados, observa-se que, para as variáveis resposta consumo médio diário (CMD), ganho médio diário de massa (GMD) e coeficiente de eficácia alimentar (CEA), não houve diferença significativa entre os grupos ($P < 0,01$), sendo a média geral de cada variável de 18,45 g, 2,64 g e 0,14, respectivamente.

Os valores semelhantes estatisticamente de CMD, GMD e CEA, entre os animais dos grupos controle e experimentais, evidenciam que a incorporação das farinhas de bacaba (FB) e jerivá (FJ), nas concentrações de 5%, 10% e 15%, não interferiram, estatisticamente, no ganho de massa e no consumo de ração dos animais.

Os resultados encontrados neste trabalho foram semelhantes aos encontrados por Silva et al. (2003) que, avaliando a função hepática e o perfil lipídico de ratos Wistar normais que consumiram dietas com 5%, 10% e 15% de farelo de aveia e farelo de trigo, ao longo de 63 dias, não encontraram diferenças significativas no consumo das dietas e no ganho de peso corporal. Sales et al. (2010), estudando ratos Wistar diabéticos alimentados com dieta suplementada com aveia, linhaça, gergelim e girassol, durante 50 dias, também não observaram diminuição no consumo alimentar dos animais diabéticos.

Entretanto, resultados distintos foram encontrados por Eufrásio et al. (2009), ao avaliarem também os efeitos do consumo de fibras sobre a ingestão alimentar. Neste estudo, ratos Wistar normais foram submetidos a 58 dias de dieta com goma-guar, pectina e celulose e apresentaram relação inversa entre a quantidade de fibras e o consumo alimentar. O aumento no consumo de fibras,

geralmente, reduz o consumo alimentar, relação que, possivelmente, pode ser explicada pela capacidade das fibras solúveis e insolúveis de promover uma maior saciedade.

3.2 Avaliação da glicemia de jejum e pós-prandial

Os resultados de glicemia capilar de jejum dos animais, no início do experimento (dia 0) e ao final do experimento (dia 28), após o tratamento com as dietas experimentais acrescidas de farinhas de bacaba e de jerivá, foram submetidos à análise de variância, não apresentando diferença significativa ($P < 0,01$), sendo as médias gerais de $94,9 \text{ mg dL}^{-1}$, para o início do experimento e de $114,3 \text{ mg dL}^{-1}$, para o final do experimento.

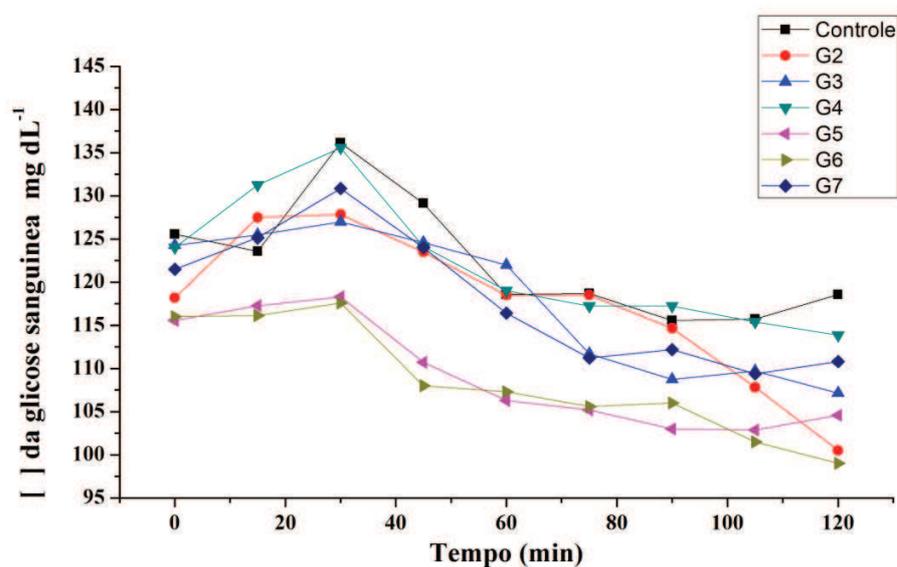
Os resultados encontrados para glicemia de jejum no dia zero mostram que, no início do experimento, todos os animais apresentavam-se normoglicêmicos, caracterizando que estavam saudáveis. Os valores de glicemia de jejum encontrados no dia 28 mostram que não houve diferença significativa estatisticamente entre o grupo controle e os grupos tratados com ração experimental. Este resultado atesta que a adição da FB e da FJ à ração, nas concentrações de 5%, 10% e 15%, não induziu elevação da glicemia de jejum dos animais, revelando ser seguro o consumo de tais produtos alimentares devido ao fato de não alterarem o metabolismo glicêmico dos animais.

Henriques et al. (2008), avaliando a influência de rações à base de um mix de fibras sobre glicemia de jejum de ratos Wistar, observaram que os valores da glicemia de jejum aumentaram ao longo do experimento. Entretanto, aumentos notados nos animais alimentados com rações adicionadas de mix de fibras foram significativamente menores, restritos ao período final do experimento e discretos (15% de aumento máximo), enquanto no grupo caseína

houve tendência de aumento constante e com percentuais superiores a 100% de aumento.

A ação hipoglicemiante das fibras solúveis está relacionada à redução na taxa de absorção da glicose alimentar, devido ao aumento da viscosidade do conteúdo intestinal, que retarda o contato da glicose com a área absorptiva (FERNANDES et al., 2006), devido à alteração na estrutura da mucosa intestinal e ao aumento da produção de mucina, que funciona como uma barreira à absorção de glicose (DERIVI et al., 2002). Para Henriques et al. (2008), este fato justifica o fato de as dietas acrescidas de mix de fibras terem mantido seus níveis de glicemia constantes.

Em relação à avaliação da glicemia pós-prandial realizada em diferentes tempos, em ratos Wistar alimentados com rações experimentais, observou-se, por meio da análise de variância, que não houve interação significativa ($P < 0,05$) entre os fatores em estudo, grupos *versus* tempos. Pode-se observar, por meio da Figura 1, que os grupos se comportaram de maneira semelhante, ao longo do tempo. Verificou-se que, inicialmente, ocorreu aumento da glicemia, porém, em seguida, esta diminuiu, havendo, assim, uma diferença entre os primeiros tempos (0, 15, 30 e 45) e os últimos tempos (60, 75, 90, 105 e 120), sendo estes iguais estatisticamente entre si (Scott-Knott, 5%).



Legenda: G1 = grupo controle; G2 = farinha de bacaba 5%; G3 = farinha de jervá 5%; G4 = farinha de bacaba 10%; G5 = farinha de jervá 10%; G6 = farinha de bacaba 15%; G7 = farinha de jervá 15%.

Figura 1 Valores médios da glicemia pós-prandial (mg dL^{-1}) dos grupos de ratos Wistar alimentados com rações experimentais

Pelos dados da Tabela 2, nota-se, por meio do teste de média (Scott-Knott 5%), que as farinhas adicionadas à dieta dos grupos G2, G3, G4 e G7 dos ratos Wistar não provocaram alteração na glicemia, comparada ao controle.

Assim, para estes grupos, a adição das farinhas resultou em uma complementação da ração sem causar danos referentes à glicose sanguínea, justificando ser seguro o consumo dessas farinhas, uma vez que elas não alteram o metabolismo glicêmico dos animais.

Tabela 2 Valores médios da glicemia pós-prandial (mg dL^{-1}) dos grupos de ratos Wistar alimentados com rações experimentais

	Grupos						
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
GPP	122,4 A	116,9 A	117, A	121,9 A	109,3 B	108,6 B	117,9 A

Legenda: GPP= glicemia pós-prandial; G1 = grupo controle; G2 = farinha de bacaba 5%; G3 = farinha de jerivá 5%; G4 = farinha de bacaba 10%; G5 = farinha de jerivá 10%; G6 = farinha de bacaba 15%; G7 = farinha de jerivá 15%. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Entretanto, é importante destacar que a adição das farinhas aos grupos G5 e G6 ($109,3$ e $108,6 \text{ mg dL}^{-1}$) promoveu redução da glicemia ao longo da curva glicêmica, comparando com o controle ($122,3 \text{ mg dL}^{-1}$). Assim, foi possível observar o caráter hipoglicemiante das farinhas de bacaba e jerivá, nas concentrações de 15% e 10%, respectivamente. Tal característica é muito desejável na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis e, no caso das farinhas estudadas, provavelmente, ela ocorreu devido ao elevado teor de fibra alimentar.

Segundo Henriques et al. (2008), as frações insolúveis e solúveis da fibra têm demonstrado efeitos favoráveis quando estão em quantidades adequadas, por atuarem de forma profilática, diminuir as alterações na glicemia, auxiliar na regulação intestinal e promover saciedade, dentre outros benefícios.

Slavin e Marlett (1980) mostraram que a viscosidade da fibra solúvel desempenha papel importante no controle da glicemia pós-prandial e na resposta da insulina, devido ao seu efeito sobre o esvaziamento gástrico e a absorção de macronutriente no intestino.

Em estudos realizados por Pereira (2007), observou-se que a farinha da polpa de banana, rica em fibra solúvel, promoveu leve redução da glicemia pós-prandial dos ratos que a consumiram, enquanto a farinha da casca de banana,

rica em fibra insolúvel, não apresentou redução da glicemia. Estes resultados também reafirmam o caráter hipoglicêmico das fibras.

Os resultados encontrados por Pereira et al. (2011), em estudos realizados com ratos Wistar normais e diabéticos, durante 60 dias, revelaram redução da glicemia nos animais que consumiram dieta contendo biscoito com soja e aveia. Segundo os autores, este fato poderia ser explicado pela presença das fibras, tanto na soja como na aveia.

Cunha et al. (2010), estudando o efeito de sucos de abacaxi, processados em diferentes multiprocessadores, sobre a glicemia em humanos, constataram que o suco produzido em centrífuga promoveu elevação mais acentuada da glicemia, comparado à curva obtida após o consumo do suco produzido no liquidificador. Segundo os autores, este fato pode ser explicado devido ao maior teor de fibra contido no suco preparado no liquidificador, que pode ter contribuído para a redução do índice glicêmico e para uma menor glicemia pós-prandial.

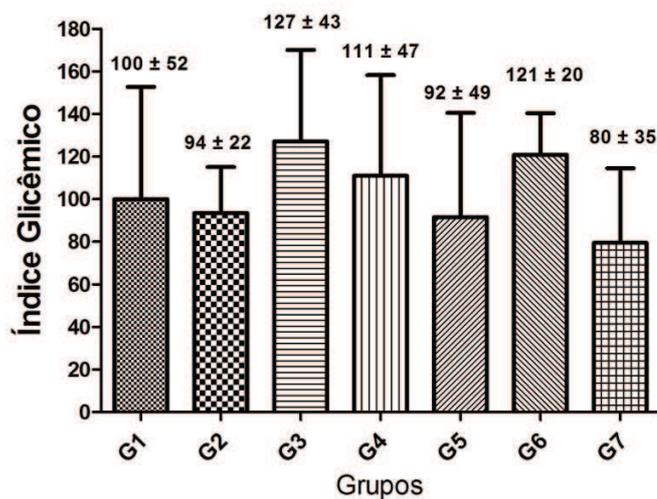
Diversos estudos revelam que o teor de fibras presente no alimento influencia diretamente o efeito deste alimento sobre a glicemia do indivíduo. Quanto maior o teor de fibras no alimento, mais lentamente ocorrerá o esvaziamento gástrico, levando a uma menor absorção da glicose da dieta e promovendo a manutenção da glicemia por períodos maiores, além de diminuir a demanda diária de insulina exógena, em indivíduos portadores de diabetes e promover saciedade (CARVALHO; ALFENAS, 2008; SAMPAIO et al., 2007). Segundo Giacco et al. (2000), as fibras solúveis se destacam no papel de melhorar os níveis glicêmicos e promover a redução significativa dos níveis de glicose pós-prandial.

O aumento da glicemia pós-prandial é dependente de uma inter-relação entre a quantidade e a qualidade de carboidratos ingeridos, e a secreção

endógena de insulina e glucagon (GELONEZE; LAMOUNIER; COELHO, 2006).

3.3 Avaliação do índice glicêmico e da carga glicêmica

O índice glicêmico da ração controle e das rações adicionadas de farinhas de bacaba e jerivá, em diferentes concentrações, pode ser observado na Figura 2.



Legenda: G1 = grupo controle; G2 = farinha de bacaba 5%; G3 = farinha de jerivá 5%; G4 = farinha de bacaba 10%; G5 = farinha de jerivá 10%; G6 = farinha de bacaba 15%; G7 = farinha de jerivá 15%.

Figura 2 Valores médios e desvio padrão do índice glicêmico da ração controle e das rações adicionadas de farinhas de bacaba e jerivá, em diferentes concentrações

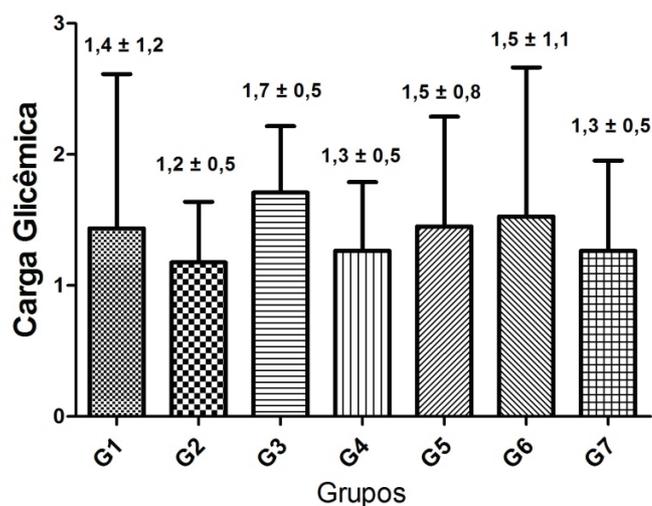
Analisando-se os resultados obtidos para o IG (Figura 2), observou-se, por meio da análise de variância, que não houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos. Entretanto, foi possível observar que a adição de 10% e 15% de FB promoveu um leve aumento no IG, enquanto a adição de 10% e 15% de FJ promoveu uma leve diminuição no IG da ração, destacando-se a redução do IG do grupo tratado com 15% de FJ em relação ao controle.

A maioria das frutas tem baixo IG e confere o referido efeito redutor no índice glicêmico das refeições, devido ao seu alto teor de fibras, embora isso não possa ser generalizado para todos os componentes desse grupo de alimentos (BRAND-MILLER et al., 2002).

De acordo com Jenkins et al. (2002), as dietas de alto IG apresentam menor poder de saciedade, levando à excessiva ingestão alimentar e favorecendo o aumento do peso corporal. A ingestão de dietas de baixo IG tende a aumentar o teor de massa magra e a diminuir, significativamente, o teor de massa gordurosa corporal (BOUCHÉ et al., 2002). Assim observou-se, neste experimento, a influência do baixo IG das dietas experimentais no controle da saciedade, promovendo um consumo médio diário (CMD) e o ganho médio diário de massa (GMD), pelos animais, iguais, estatisticamente, ao controle.

O IG proporciona uma medição da qualidade, mas não da quantidade de carboidratos consumidos. No entanto, uma vez que a resposta glicêmica é também afetada pela quantidade de carboidratos consumidos, a carga glicêmica (CG) tem sido considerada um parâmetro melhor para quantificar o impacto de carboidratos na glicemia. A CG reflete a resposta glicêmica obtida após o consumo de uma refeição que contenha uma quantidade variável de carboidratos (SALMERON et al., 1997; FOSTER-POWELL; HOLT; BRAND-MILLER, 2002).

Assim, levando-se em consideração o IG das dietas e a quantidade de carboidrato consumido pelos animais no momento anterior à construção da curva glicêmica, foi determinada a CG das dietas (Figura 3).



Legenda: G1 = grupo controle; G2 = farinha de bacaba 5%; G3 = farinha de jervá 5%; G4 = farinha de bacaba 10%; G5 = farinha de jervá 10%; G6 = farinha de bacaba 15%; G7 = farinha de jervá 15%.

Figura 3 Valores médios e desvio padrão da carga glicêmica das dietas controle e adicionadas de farinhas de bacaba e jervá, em diferentes concentrações

Os valores de CG encontrados para as dietas não diferiram entre si, estatisticamente ($P < 0,05$). Observa-se que a adição das farinhas, nas concentrações utilizadas, não elevou a CG. Assim, pode-se inferir que tais farinhas podem atuar na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis.

3.4 Excreção fecal de minerais

Os valores médios da quantidade de ferro ($\mu\text{g g}^{-1}$), manganês ($\mu\text{g g}^{-1}$), zinco ($\mu\text{g g}^{-1}$), cobre ($\mu\text{g g}^{-1}$), cálcio ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), fósforo ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) e magnésio ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) observados nas fezes dos animais, em diferentes dias de coleta, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 Valores médios dos minerais (ferro, manganês, zinco, cobre, cálcio, fósforo e magnésio) dos animais, frente às farinhas de bacaba e jerivá

Minerais	Dias	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Fe	3	426,0 Aa	365,5 Ba	409,7 Aa	344,8 Ba	386,1 Aa	340,8 Ba	374,2 Ba
	18	418,0Aa	368,4 Ba	400,4 Aa	271,0 Cb	364,2 Ba	253,2 Cb	370,4 Ba
	30	443,6 Aa	382,9 Ba	396,1 Ba	346,5 Ca	387,6 Ba	245,9 Db	340,3 Da
Mn	3	98,91 Aa	85,40 Ba	89,17 Ba	72,07 Ca	74,36 Ca	69,49 Ca	73,87 Ca
	18	92,81 Ab	85,23 Ba	79,47 Cb	71,60 Da	77,79 Ca	63,04 Db	68,83 Da
	30	88,24 Ab	78,53 Ba	78,29 Bb	65,10 Ca	69,74 Ca	59,94 Cb	63,33 Cb
Zn	3	195,7 Aa	183,3 Aa	186,5 Aa	176,3 Ab	184,0 Ab	168,5 Aa	177,8 Aa
	18	203,4 Ba	192,2 Ba	196,0 Ba	232,8 Aa	258,8 Aa	199,6 Ba	198,1 Ba
	30	220,7 Aa	216,0 Aa	221,9 Aa	225,2 Aa	239,2 Aa	212,8 Aa	206,8 Aa
Cu	3	47,89 Ba	42,76 Ba	55,17 Aa	35,60 Ca	59,03 Ab	31,53 Ca	64,39 Ab
	18	48,47 Ca	42,61 Ca	58,89 Ba	35,46 Da	71,46 Aa	36,71 Da	73,87 Aa
	30	48,24 Ca	40,03 Ca	60,86 Ba	35,51 Da	63,79 Bb	30,06 Da	73,73 Aa
Ca	3	1,94 Aa	1,81 Ab	1,64 Ab	1,42 Ba	1,50 Bb	1,23 Bb	1,41 Ba
	18	2,02 Aa	2,09 Aa	2,15 Aa	1,68 Ba	1,96 Aa	1,15 Cb	1,41 Ca
	30	1,91 Aa	2,21 Aa	2,08 Aa	1,64 Ba	1,74 Ba	1,47 Ba	1,54 Ba
P	3	0,83 Bc	0,84 Ac	0,85 Ac	0,85 Ac	0,85 Ab	0,87 Ab	0,83 Bb
	18	0,86 Db	0,90 Cb	0,89 Cb	0,97 Bb	0,99 Aa	1,01 Aa	1,00 Aa
	30	1,00 Aa	1,01 Aa	1,01 Aa	1,01 Aa	1,01 Aa	1,02 Aa	1,01 Aa
Mg	3	0,10 Aa	0,08 Ab	0,07 Ab	0,08 Ab	0,09 Ab	0,07 Aa	0,09 Aa
	18	0,09 Ba	0,11 Aa	0,11 Aa	0,11 Aa	0,12 Aa	0,08 Ba	0,08 Ba
	30	0,08 Aa	0,10 Aa	0,09 Ab	0,10 Aa	0,10 Ab	0,08 Aa	0,09 Aa

Legenda: G1 = grupo controle; G2 = farinha de bacaba 5%; G3 = farinha de bacaba 10%; G4 = farinha de jerivá 5%; G5 = farinha de bacaba 15%; G6 = farinha de jerivá 10%; G7 = farinha de jerivá 15%. Médias seguidas da mesma letra, sendo maiúscula na linha (entre os grupos) e minúscula na coluna (entre os dias), não diferem, significativamente, entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

3.4.1 Ferro

Copmparando-se o comportamento dos grupos tratados com farinha de jerivá com o grupo controle, observa-se que a adição da farinha promoveu redução na excreção do ferro, tendo esse comportamento sido diretamente proporcional à concentração da farinha adicionada à ração. Este mesmo comportamento foi observado quando se compararam os grupos tratados com a farinha de bacaba com o grupo controle, entretanto, o efeito das concentrações foi maior para a farinha de bacaba nas concentrações mais elevadas (10% e 15%) (Scott-Knott 5%) (Tabela 3).

Estes resultados revelam a segurança do produto em relação à absorção do Fe, concordando com os resultados revelados pelo hemograma, e sugerem uma possível ação das farinhas na melhora da biodisponibilidade do Fe.

O resultado apresentado pelo G6 mostrou que a absorção de Fe por este grupo foi maior ao longo do tempo. No entanto, sabe-se que, quando há deficiência de Fe, a capacidade de absorção é aumentada (CANÇADO; CHIATTONE, 2002). Possivelmente, isso possa justificar esta maior absorção, uma vez que este grupo foi o que apresentou menor concentração de hemácias, dentre todos os grupos avaliados, inclusive o controle.

O ferro pode ser ingerido em duas formas: heme e não-heme. Na primeira forma, é menos influenciado por fatores dietéticos, embora a sua absorção seja aparentemente aumentada por proteínas musculares e diminuída por cálcio. Na segunda forma, sofre grande influência dos componentes da dieta, sendo absorvido com maior facilidade na presença de ácido ascórbico, ácidos orgânicos ou proteínas musculares e inibido por compostos fenólicos, ácido fítico, cálcio e certas proteínas (FAIRWEATHER-TAIT; HURRELL, 1996; BEARD; DAWSON; PIÑEIRO, 1996).

3.4.2 Manganês

Comparando-se o comportamento dos grupos tratados com a farinha de bacaba e de jerivá com o grupo controle, observou-se que a adição da farinha, nas três concentrações analisadas, reduziu a excreção fecal do manganês (Scott-Knott 5%) (Tabela 3).

A ingestão normal de manganês é de cerca de 2-4 mg dia⁻¹ e estudos revelam que apenas uma pequena porcentagem do manganês ingerido é absorvida, variando em 2-5%. A eficiência da absorção aparentemente diminui com o aumento da ingestão de Mn e aumenta com a baixa ingestão (COZZOLINO, 2008). A absorção do Mn pode ser inibida por Ca, Co e Fe. Existem evidências de que o Mn compartilhe do mesmo sistema de absorção intestinal de Fe e Co, ligando-se ao mesmo local para serem transportados (SANDSTROM, 1997).

3.4.3 Zinco

Para a excreção de zinco, todos dos grupos comportaram-se da mesma forma que o grupo controle, para cada dia analisado, não havendo diferença estatística entre eles, exceto no 18º dia, quando os grupos 4 e 5 apresentaram valores de excreção maior que o do controle (Scott-Knott, 5%) (Tabela 3).

Estes dados mostram que a adição das farinhas de bacaba e jerivá, nas concentrações utilizadas neste experimento, não interferiu, em geral, na excreção final de zinco.

A principal forma de eliminação do zinco corporal é pelas fezes e, mesmo após um longo período de dieta sem este elemento, as perdas endógenas intestinais podem variar de 0,5 a 5 mg/dia. Em estudos recentes foi demonstrado que a fração fibra propriamente dita não afeta a absorção de zinco, mas sim

outros compostos presentes nelas, como, por exemplo, o fitato, que parece ser o principal fator para a reduzida absorção de zinco (COZZOLINO, 2008). Considerando-se, então, a manutenção da absorção fecal de zinco ao longo do experimento, quando comparada com a do controle, acredita-se não haver quantidade significativa de fitato nas farinhas, mas fazem-se necessários estudos futuros para a quantificação efetiva deste e de outros agentes complexantes de minerais que, possivelmente, possam estar presentes nestas farinhas.

Assim como os resultados encontrados no presente trabalho, em estudos realizados com fibras isoladas não foram detectados efeitos negativos da fibra alimentar sobre a absorção de zinco em animais (KONDO; OSADA, 1996; WOOD; STOLL, 1991).

3.4.4 Cobre

Comparando-se os grupos tratados com farinha de jerivá com o grupo controle foi possível perceber que a adição das farinhas esteve relacionada a uma maior excreção de cobre nas fezes. Entretanto, quando comparados os grupos tratados com a farinha de bacaba com o grupo controle, observou-se que o grupo que consumiu ração adicionada de 5% de bacaba comportou-se igual, estatisticamente, ao controle, enquanto os grupos que receberam 10% e 15% de bacaba apresentaram redução da excreção de cobre (Tabela 3).

Estes resultados sugerem que a farinha de jerivá favorece a excreção de cobre, o que pode ocorrer devido à presença de algum agente complexante, e que a farinha de bacaba, em concentrações acima de 10%, reduz a excreção de cobre.

Normalmente, cerca de 30% do Cu alimentar são absorvidos e, assim como outros minerais, a proporção de cobre absorvida aumenta na deficiência. O

zinco em excesso prejudica a absorção de cobre, bem como a suplementação de cálcio. A alta ingestão de ferro também pode afetar o estado nutricional relativo ao cobre (COZZOLINO, 2008).

3.4.5 Cálcio

Analisando-se a porcentagem de excreção de cálcio dos grupos experimentais em comparação com o grupo controle, observou-se que G2 e G3 foram iguais estatisticamente ao G1. Este resultado demonstra que a adição de 5% de farinha de jerivá ou bacaba não altera a excreção fecal do cálcio. Entretanto, com o aumento das concentrações das farinhas, ocorreu uma redução na excreção, quando comparado com G1, com exceção do 18º dia do G5 (Scott-Knott 5%) (Tabela 3). Assim, pode-se sugerir que a adição das farinhas, nas concentrações de 10% e 15%, diminuiu a excreção do cálcio, possivelmente aumentando a sua biodisponibilidade.

Em alguns estudos há relatos de que adição de fibras pode prejudicar a absorção de diversos minerais por conterem fitatos ou ácido oxálico, substâncias que parecem interagir também com o Ca. Realmente, o inibidor mais potente da absorção de Ca parece ser o ácido oxálico, que está presente na maioria dos vegetais, mas o ácido fítico, em altas concentrações, também afeta o balanço de Ca (MILLER, 1989).

Em um estudo realizado por Allen (1982), em pacientes submetidos a uma dieta geral, o simples acréscimo de frutas e hortaliças, apesar de causar um aumento da ingestão de Ca de 1.065 para 1.166 mg/dia, também provocaria uma queda no balanço do elemento, que passaria de +72 para -122 mg/dia. Entretanto, os resultados deste estudo não revelam nenhuma relação entre o aumento do consumo de fibra e uma possível redução da absorção de cálcio.

3.4.6 Fósforo

Pode-se perceber, por meio dos dados da Tabela 3, que os grupos apresentaram tendência de aumento ligeiro da excreção de fósforo, ao longo dos dias. Comparando-se o comportamento dos grupos experimentais com o do grupo controle, nos dias analisados, foi possível observar que, apesar das diferenças estatísticas encontradas, os valores de porcentagem de fósforo excretado pelos grupos foram muito próximos. Assim, a adição das farinhas de bacaba e jervá não alterou a excreção de fósforo (Scott-Knott, 5%) (Tabela 3).

A maior parte dos alimentos tem boa biodisponibilidade de fósforo, com exceção de sementes, como feijão, ervilha, cereais e castanhas, que contêm maior teor de ácido fítico (COZZOLINO, 2008). Cerca de 65% do P ingerido é absorvido no intestino. Porém, existem substâncias que limitam sua absorção, como o excesso de ferro e de magnésio, pela formação de fosfatos insolúveis (DOUGLAS, 2002).

3.4.7 Magnésio

Analisando-se o comportamento dos grupos experimentais para excreção de magnésio, em comparação com o grupo controle, foi possível observar que, apesar das diferenças estatísticas encontradas, os valores em porcentagem de magnésio excretado pelos grupos foram muito próximos, nos dias analisados. Assim, a adição das farinhas de bacaba e jervá não alterou a excreção de magnésio (Scott-Knott 5%) (Tabela 3).

A ingestão diária de Mg está entre 120-500mg dia⁻¹ e a proporção absorvida diminui com o aumento da ingestão. Os fitatos, as fibras, o álcool ou o excesso de fosfato e cálcio diminuem a absorção de Mg, enquanto a lactose e

outros carboidratos podem aumentar, e a cafeína e o álcool aumentam a excreção de Mg pela via urinária (COZZOLINO, 2008).

Em diversos estudos foram apresentados resultados contraditórios, com relação ao efeito das fibras no processo de digestão-absorção dos minerais. A celulose purificada não interferiu na absorção do zinco e do ferro em indivíduos saudáveis (COOK et al., 1983), mas, quando fornecida em alta quantidade (16 g dia⁻¹), para mulheres, diminuiu o balanço de cálcio (SLAVIN; MARLETT, 1980). A pectina purificada não interferiu na absorção de zinco, cálcio e magnésio, em pacientes com ileostomia, mas reduziu a absorção de ferro (SANDBERG et al., 1983); entretanto, quando a pectina foi incorporada à farinha de trigo para o preparo de pão branco, não houve interferência na absorção de ferro (COOK et al., 1983).

A adição constante de fitato de sódio em pães contendo níveis diferenciados de fibra alimentar (branco, marrom e integral), durante 24 dias, não interferiu na absorção de cálcio, zinco e ferro, sugerindo que a fibra, em si, não influenciou a absorção destes minerais (ANDERSSON et al., 1983).

Estudos realizados por Schweizer e Edwards (1992) relacionaram as propriedades de ionização e degradabilidade de fibras solúveis com a biodisponibilidade de minerais ingeridos na dieta. No estômago, devido ao baixo pH, estas fibras podem estar não ionizáveis, mas, no pH mais alto do intestino delgado, readquirem suas cargas e podem ligar eletrostaticamente os minerais, arrastando-os até o intestino grosso. No cólon, as fibras solúveis fermentescíveis são degradadas, por isso, diminuem a capacidade de ligar os minerais e contribuem para o pH baixo da matéria fecal (REDDY et al., 1998). O pH baixo do conteúdo intracolônico também diminui a capacidade dessas fibras solúveis, como de outras substâncias que apresentem grupos urônicos ou acídicos, de

ligarem minerais. Assim, ambos os fatores de ocorrência no cólon abrandam o arraste de minerais ingeridos para as fezes.

3.5 Hemograma

Com exceção das hemoglobinas, volume corpuscular médio (V.C.M.), leucócitos e plaquetas, as demais variáveis hematológicas variaram significativamente em função das rações (Scott-Knott, 5%). Estes resultados estão expressos na Tabela 4.

Tabela 4 Valores médios do hemograma dos animais, frente às farinhas de bacaba e jerivá

Hemograma	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
C.H.C.M	34,07 A	32,61 B	34,14 A	33,04 B	33,46 B	34,22 A	34,49 A
H.C.M.	19,01 A	18,11 B	19,03 A	18,29 B	18,39 B	18,73 A	18,80 A
Hemácias	7,59 B	7,91 A	7,50 B	8,02 A	7,96 A	7,44 B	8,13 A
Hematócrito	42,37 B	44,14 A	41,86 B	44,40 A	43,69 A	40,75 B	44,30 A
Hemoglobina	14,46 A	14,37 A	14,31 A	14,67 A	14,63 A	14,97 A	14,29 A
Leucócitos	3,65 A	4,16 A	3,67 A	6,64 A	4,87 A	5,22 A	4,40 A
Linfócitos	82,00 A	72,57 B	64,00 B	80,71 A	83,86 A	86,43 A	88,71 A
Plaquetas	811,86 A	780,43 A	732,43 A	757,71 A	796,86 A	643,57 A	801,14 A
RDW	14,83 B	16,44 A	15,16 B	14,59 B	15,06 B	14,72 B	13,41 C
VCM	55,81 A	55,74 A	55,71 A	55,34 A	55,00 A	54,72 A	54,53 A

Legenda: G1 = grupo controle; G2 = farinha de bacaba 5%; G3 = farinha de jerivá 5%; G4 = farinha de bacaba 10%; G5 = farinha de jerivá 10%; G6 = farinha de bacaba 15%; G7 = farinha de jerivá 15%. Médias seguidas da mesma letra, sendo maiúscula na linha (entre os grupos), não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Legenda: CHCM: concentração de hemoglobina corpuscular média; HCM: hemoglobina corpuscular média; RD: medida de dispersão do volume dos eritrócitos; VCM: volume corpuscular médio.

Os valores encontrados para HCM e CHCM revelaram que todos os grupos se comportaram da mesma forma, para ambos os parâmetros. Entre os grupos tratados com farinha de bacaba, observou-se que os valores de G2 (5%) e G4 (10%) foram menores, estatisticamente, do que o controle, enquanto G6 (15%) foi igual ao controle. Já para os grupos tratados com farinha de jerivá, observou-se que apenas G5 (10%) diferiu estatisticamente do controle, sendo

menor. Estes resultados permitem afirmar que não houve uma relação dose dependente para a redução dos valores de HCM e CHCM, não sendo possível relacionar a redução destes valores à adição das farinhas.

Os valores de CHCM(%) foram menores que o valor padrão ($35,6\pm 0,22$) encontrado por Diniz et al. (2006). Para os valores de HCM (%) observou-se que quase todos os grupos também apresentaram valores inferiores ao padrão do biotério da Universidade Federal da Paraíba. Este fato pode ser devido à linhagem dos animais, sendo importante, portanto, a comparação com o controle.

Os dados da contagem de hemácias e hematócrito também podem ser discutidos concomitantemente, pois os grupos se comportaram da mesma forma em ambos. Para estas variáveis, os grupos experimentais apresentaram resultados iguais ao controle ou maiores, evidenciando a segurança no consumo das farinhas. Os grupos tratados com 5% e 10% de FB apresentaram valores maiores, estatisticamente, que o controle, enquanto o grupo tratado com 15% foi igual estatisticamente ao controle. O grupo tratado com 5% de FJ foi igual estatisticamente ao controle, enquanto os grupos tratados com 10% e 15% foram maiores que o controle. Assim, pode-se afirmar que houve relação dose dependente apenas para a FJ, e que a adição desta é segura para os animais, mesmo aumentando-se a dose.

Diniz et al. (2006) encontraram valores padrões para hemácias de $8,4\pm 0,5$, o qual foi superior às médias dos grupos G1, G3 e G6. Para os hematócritos, encontraram valor padrão de $41,4\pm 0,61$, resultado este igual ou inferior aos encontrados no presente estudo.

Os valores encontrados na determinação do VCM não diferiram, estatisticamente, entre o controle e os grupos experimentais, e estiveram entre os valores de Min/Max exigidos. Assim, é possível afirmar que os animais

apresentavam hemácias normocíticas, não se caracterizando nenhum tipo de anemia. Diniz et al. (2006) encontraram valores de VCM semelhantes ao do presente trabalho ($54,1 \pm 0,64$).

A variável RDW apresentou valores iguais para o controle e a maioria dos grupos experimentais, com exceção do G2, 5% FB, que foi maior estatisticamente, e do G7, 15% FJ, que foi menor estatisticamente.

A contagem de plaquetas não diferiu estatisticamente entre os grupos, bem como a contagem de leucócitos. Entretanto, os valores de linfócitos de G2, 5% de FB, e G3, 5% FC, foram menores, estatisticamente, que o controle e todos os outros grupos experimentais, os quais não diferiram entre si.

O padrão de plaquetas de $658,5 \pm 18,9$ foi encontrado por Diniz et al. (2006), resultado este igual ou inferior aos valores médios encontrados no presente trabalho. Os leucócitos apresentaram valor de $8,3 \pm 0,58$, resultado superior ao encontrado em todos os grupos analisados neste estudo. Os linfócitos apresentaram valor de $77,3 \pm 1,97$, resultado superior apenas aos valores encontrados nos grupos G2 e G3.

As análises hematológicas são descritas na literatura por terem alta correlação em prever toxicidade humana, ou seja, alterações no sistema hematológico em animais por determinadas substâncias também são encontradas em humanos, na maioria das vezes (OLSON et al., 2000). Sendo assim, pode-se afirmar que as farinhas testadas não apresentam toxicidade para os animais e que, provavelmente, também não serão tóxicas para humanos.

4 CONCLUSÕES

A adição da farinha de bacaba ou da farinha de jerivá não alterou o consumo de ração diário, o ganho de peso dos animais, a glicemia de jejum, o índice glicêmico e a carga glicêmica dos animais. Os resultados do hemograma atestaram a segurança das farinhas de bacaba e jerivá.

Por meio das análises de excreção fecal de minerais observou-se que a adição das farinhas de bacaba e jerivá reduziu a eliminação de ferro, manganês, cálcio e magnésio. A adição das farinhas de bacaba e jerivá praticamente não alterou a excreção de fósforo. Para o cobre, a farinha de jerivá favoreceu a excreção e a farinha de bacaba, em concentrações acima de 10%, reduziu a excreção de cobre.

Os resultados encontrados permitem afirmar que as farinhas de bacaba e jerivá são alimentos seguros, viáveis para o consumo e apresentam potencial funcional.

REFERÊNCIAS

ALLEN, L. H. Calcium bioavailability and absorption: a review. **The American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 35, n. 4, p. 783-808, Apr. 1982.

ANDERSON, J. J. B. Nutrição para a saúde óssea. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. (Ed.). **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 10. ed. São Paulo: Roca, 2003. p. 591-611.

ANDERSSON, H. et al. The effects of breads containing similar amounts of phytate but different amounts of wheat bran on calcium, zinc and iron balance in man. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 50, n. 3, p. 503-510, 1983.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association**. 12. ed. Washington: AOC, 1990.

BEARD, J. L.; DAWSON, H.; PIÑEIRO, D. J. Iron Metabolism: a comprehensive review. **Nutrition Reviews**, New York, v. 54, n. 10, p. 295-317, Out. 1996.

BOUCHÉ, C. et al. Five-week, low-glycemic index diet decreases total fat mass and improves plasma lipid profile in moderately overweight nondiabetic men. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 25, n. 5, p. 822-828, May 2002.

BRAND-MILLER J. C. et al. Glycemic index and obesity. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 76, n. 1, p. 281-285, July 2002.

BUZINARO, E. F.; ALMEIDA, R. N. A. de; MAZETO, G. M. F. S. Biodisponibilidade do Cálcio Dietético. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 50, n. 5, p. 852-861, Out. 2006.

CANÇADO, R. D.; CHIATTONE, C. S. Anemia de doença crônica. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, Santos, v. 4, p. 127-136, 2002.

CARVALHO, G. Q.; ALFENAS, R. C. G. Índice glicêmico: uma abordagem crítica acerca de sua utilização na prevenção e no tratamento de fatores de risco cardiovasculares. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 21, n. 5, p. 577-587, set./out. 2008.

COLAGIURI, S.; FOSTER-POWELL, K.; MILLER, J. **A nova revolução da glucose**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

COOK, J. D. et al. Effect of fibre on nonheme iron absorption. **Journal of Gastroenterology**, Tokyo, v. 85, p. 1354-1358, 1983.

COZOLLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. Barueri: Manole, 2008.

CUNHA, J. G. S. et al. Glycemic impact of juice processed by different types of domestic mixers. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 1, p. 65-65, jan.;mar. 2010.

CUNHA, J. G. S. et al. Glycemic impact of juice processed by different types of domestic mixers. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 1, p. 65-65, jan./mar. 2010.

DERIVI, S. C. N. et al. Efeito hipoglicêmico de rações à base de berinjela (*Solanum melongena*,L.) em ratos. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 164-169, maio/ago. 2002.

DIAS, V. M. et al. Influência do índice glicêmico da dieta sobre parâmetros antropométricos e bioquímicos em pacientes com diabetes tipo 1. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**, São Paulo, v. 54, n. 9, p. 801-806, Dec. 2010.

DINIZ, M. de F. F. de M. et al. Padronização dos parâmetros hematológicos e bioquímicos de camundongos *Swiss* e *Ratos Wistar*. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, São Caetano do Sul, v. 10, n. 2, p. 171-176, abr./jun. 2006.

DOUGLAS, C. R. Necessidades minerais. In: DOUGLAS, C. R. **Tratado de fisiologia aplicada à nutrição**. São Paulo: Robe Editorial, 2002. p. 135-48.

EUFRÁSIO, M. R. et al. Efeito de diferentes tipos de fibras sobre frações lipídicas do sangue e fígado de ratos wistar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 6, p.1608-1614, abr./jun. 2009.

FAIRWEATHER-TAIT, S.; HURRELL , R.F. Bioavailability of minerals and trace elements. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v. 9, n. 10, p. 295-300, Jan. 1996.

FERNANDES, L. R. et al. Efeito da goma guar parcialmente hidrolisada no metabolismo de lipídeos e na aterogênese de camundongos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 5, p. 563-571, set./out. 2006.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: versão 4.2. Lavras: DEX/UFLA, 2003.

FOSTER-POWELL, K.; HOLT, S. H. A.; BRAND-MILLER, J. C. International table of glycemic index and glycemic load values. **The American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 76, n. 1, p. 5-56, July. 2002.

GELONEZE, B.; LAMOUNIER, R. N.; COELHO, O. R. Hiperglicemia pós-prandial: tratamento do seu potencial aterogênico. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 87, n. 5, p. 660-665, nov.2006.

GEORG, A. E. et al. Análise econômica de programa para rastreamento do diabetes mellitus no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 452-60, 2005.

GIACCO, R. et. al. Long term dietary treatment with increased amounts of fiber rich low glicemic index natural foods improves blood glucose control and reduces the number of hypoglycemic events in type 1 diabetic patients. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 23, n. 10, p. 1461-6, Oct. 2000.

GROSS, J. L.; FERREIRA, S. R. G.; OLIVEIRA, J. E. Glicemia pós-prandial. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 47, n. 6, p. 728-38, 2003.

HALPERN, Z. S. C. et al. Determinantes fisiológicos do controle do peso e appetite **Revista de Psiquiatria Clínica**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 150-153, out./dez. 2004.

HENRIQUES, G. S. et. al. Avaliação da influência dietética de uma ração à base de mix de fibras sobre a glicemia e o perfil metabólico de lipídios em ratos Wistar. **Revista do Médico Residente**, Curitiba, v. 10, n. 2, p. 58-66, abr./jun. 2008.

HERNANDEZ, T.; HERNANDEZ, A.; MARTINEZ, C. Concepto, propiedades y metodos de analisis. **Alimentaria**, Madrid, v. 4, p. 19-30, 1995.

JENKINS, D. J. et al. Glycemic index: overview of implications in health and disease. **The American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 76, n. 1, p. 266-73, July 2002.

JOHANSSON, L. et al. Healthy dietary habits in relation to social determinants and lifestyle factors. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 81, p. 211-220, 1999.

KAMINSKI, T. A. et al. Diferentes formulações de multimisturas sobre a resposta biológica em ratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2327-2333, nov. 2008.

KONDO, H.; OSADA, A. Influence of dietary fiber on the bioavailability of zinc in rats. **Biomedical Environmental Sciences**, San Diego, v. 9, p. 201-8, Sept. 1996.

LIVESEY, G. et al. Glycemic response and health: a systematic review and meta-analysis: relations between dietary glycemic properties and health outcomes. **The American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 87, n. 1, p. 258-268, Jan. 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil: volume 1. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.

MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989.

MILLER, D. D. Calcium in the diet: food sources, recommended intakes, and nutritional bioavailability. **Advances in Food and Nutrition Research**, New York, v. 33, p. 103-56, 1989.

MOURA, C. M. A.; COSTA, S. A.; NAVARRO, F. Índice Glicêmico e Carga Glicêmica: Aplicabilidade na Prática Clínica do Profissional Nutricionista. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, São Paulo, v. 1, n. 6, p. 01-11, nov/dez., 2007.

NEUMANN, A. I. C. P. et al. Alimentos saudáveis, alimentos funcionais, fármaco alimentos, nutracêuticos... você já ouviu falar? **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 14, n. 71, p. 19-22, 2000.

OLSON, H. et al. Concordance of the toxicity of pharmaceuticals in humans and in animals. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, Duluth, v. 32, n. 1, p. 56-67, Aug. 2000.

PELLET, P. L.; YOUNG, V. R. **Nutritional evaluation of protein foods.** Tokyo: The United Nations University, 1980.

PEREIRA, M.C.A. **Influência do consumo de farinhas da polpa e da casca de banana e do fermentado de quefir nos níveis glicêmicos e lipídêmicos de ratos.** 2007. 127 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PEREIRA, S. C. L. et al. Desenvolvimento de um biscoito tipo cookie a base de soja/aveia e avaliação de seus efeitos metabólicos em ratos diabéticos. **Revista do Médico Residente**, Curitiba, v. 13, n. 2, p. 97-107, 2011.

RAUPP, D. S.; SGARBIERI, V. C. Efeito da fibra solúvel de alta viscosidade na ingestão de alimentos, na excreção fecal e no peso corpóreo, em ratos. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 40, p. 863-874, 1997.

RAUPP, et al. Propriedades funcionais-digestivas e nutricionais de polpa-refinada de maçã. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 395-402, jul./set. 2000.

REDDY, S. et al. Faecal pH, bile acid and sterol concentrations in premenopausal Indian and white vegetarians compared with white omnivores. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 79, p. 495-500, 1998.

REEVES, P. G. et al. 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. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 123, p. 1939-1951, 1993.

SALES, A. L. C. C. et al.. Dieta enriquecida em fibras e ácidos graxos poliinsaturados: efeitos no controle glicêmico e perfil lipídico de ratos diabéticos. **ARS Veterinaria**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 138-146, out. 2010.

SALMERON, J, et al. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 20, n. 4, p. 545-50, Apr. 1997.

SAMPAIO, H. A. C. et al. Índice glicêmico e carga glicêmica de dietas consumidas por indivíduos obesos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 20, n. 6, p. 615-624, nov./dez. 2007.

SANDBERG, A-S. et al. The effect of citrus pectin on the absorption of nutrients in the small intestine. **Human Nutrition and Clinical Nutrition**, London, v. 37, n. 3, p. 171-183, 1983.

SANDSTROM, B. Bioavailability of zinc. **European Journal Clinical Nutrition** v. 51, n. 1, 17-19, Jan. 1997. Suplemento.

SCHWEIZER, T. F.; EDWARDS, C. A. **Dietary fibre: a component of food; nutritional function in health and disease**. London: Springer-Verlag, 1992.

SILVA, M. A. M. et al. Efeitos das fibras dos farelos de trigo e aveia sobre o perfil lipídico no sangue de ratos (*Rattus norvegicus*) Wistar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1321-1329, 2003.

SLAVIN, J. L.; MARLETT, J. A. Effect of refined cellulose on apparent energy, fat and nitrogen digestibility. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 110, p. 2000-2006, 1980.

THOMAS, D. E.; ELLIOTT, E. J.; BAUR, L. Low glycaemic index or low glycaemic load diets for overweight and obesity. **Cochrane Database Systematic Reviews**, v. 18, n. 3, July 2007. CD005105.

WOOD, F. E.; STOLL, S. J. The effect of dietary guar gum and cellulose on mineral excretion and status in young male Fischer 344 rats. **Nutrition Research**, Nova York, v. 11, n. 6, p. 621-32, June 1991.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Carbohydrates in human nutrition**. Rome: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, 1998.