

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

DANIELA CANUTO FERNANDES

**EFEITO DA AMÊNDOA DE BARU, AMENDOIM E
CASTANHA-DO-PARÁ NO PERFIL SÉRICO E NA
PEROXIDAÇÃO DE LIPÍDIOS EM RATOS COM DIETA
HIPERLIPÍDICA**

Goiânia
2011

DANIELA CANUTO FERNANDES

**EFEITO DA AMÊNDOA DE BARU, AMENDOIM E
CASTANHA-DO-PARÁ NO PERFIL SÉRICO E NA
PEROXIDAÇÃO DE LIPÍDIOS EM RATOS COM DIETA
HIPERLIPÍDICA**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, como exigência para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^ª Dr^a Maria Margareth Veloso Naves

Goiânia
2011



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

DANIELA CANUTO FERNANDES

EFEITO DA AMÊNDOA DE BARU, AMENDOIM E
CASTANHA-DO-PARA NO PERFIL SÉRICO E NA
PEROXIDAÇÃO DE LÍPIDOS EM RATOS COM
DIETA HIPERLIPÍDICA

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 28 de março de 2011, pela
Banca Examinadora constituída pelos membros:


Prof. Dr. Elvira de Oliveira Aguiar Costa
Embryologia, Recursos Genéticos e Biotecnologia


Prof. Dr. Angela Lúcia Frazão Cavallieri
EATFG


Prof. Dr. Maria Margarida Vilela Neves
Oncologia - FANUTFG

*Aos meus queridos pais, Edino e Mariana, pelo amor incondicional e exemplo.
Ao meu irmão, Diego, pelo aprendizado diário.
Ao Danilo, pelo amor e pela força em todos os momentos.
À minha orientadora, Profª Drª Margareth, pela possibilidade de iniciar esta trajetória.*

AGRADECIMENTOS

À Deus por me conceder a oportunidade de crescer cada dia mais e por permitir que várias anjos cruzassem meu caminho, para me apoiar e ensinar durante esta longa trajetória.

Ao meu pai, Edino Santos Fernandes, pelo amor além dessa vida, pelo exemplo de caráter, paciência, disciplina e dedicação aos estudos.

À minha mãe querida, Mariana Pinheiro Fernandes, pelo amor incondicional, pelo exemplo de força e superação, e pelo grande incentivo em todos os momentos de minha vida.

Ao meu querido irmão, Diego Pinheiro Fernandes, pelas discussões científicas nos fins de tarde e pela grande amizade.

Ao meu namorado, Danilo Rodrigues Cunha de Almeida, pelo amor, companheirismo e força nos momentos difíceis.

À Profª Drª Maria Margareth Veloso Naves, pela oportunidade de realizar a iniciação científica sob sua orientação, pelo imenso aprendizado e pela forte amizade construída durante todos esses anos.

Ao Prof. Dr. Ronaldo Veloso Naves (Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos - UFG) pelo apoio e contribuições.

Ao Prof. Dr. Moacir Evandro Lage e ao técnico de laboratório Rodrigo Almeida de Oliveira (Escola de Veterinária - UFG/CPA) pelas análises de ácidos graxos e de vitamina E.

Ao Técnico Luiz Sávio Teixeira (LANAGRO - GO) pela análise de zinco.

À Profª Drª Sílvia Maria Franciscato Cozzolino e ao Técnico de Laboratório José Alexandre Pimentel (Faculdade de Ciências Farmacêuticas - USP) pela análise de selênio.

Ao técnico Tiago Dias (LANAAL – FANUT/UFG) pelo apoio nas análises químicas.

À nutricionista Aline Medeiros Alves, grande amiga, pelos momentos inesquecíveis nos laboratórios da Faculdade de Nutrição, e pelo imenso apoio nas análises químicas e no ensaio biológico.

À nutricionista Amanda Goulart de Oliveira Sousa, por sua amizade sincera, pelos ótimos momentos no LANUTE – FANUT/UFG e pelo imenso apoio nas análises químicas e no ensaio biológico.

À nutricionista Eloíza Helena Carrijo Barbosa, pelo apoio e companheirismo no ensaio biológico.

À nutricionista Lorena Pereira de Souza Rosa, pelo imenso apoio e companheirismo no ensaio biológico.

Às acadêmicas de nutrição da PUC-Goiás Camilla Cardoso e Pamella Tayná Moreira e Silva, pelo apoio no ensaio biológico.

Às acadêmicas de nutrição da FANUT/UFG Daniela Ayumi Amemiya, Ludymilla de Lima Gontijo, Luíza Moreira Nogueira de Amorim, Maria Luíza Ribeiro, Nayara Rakel Magalhães Martins, Patrícia Cristina Barreto Lobo, Renata Costa Machado e Sara de Oliveira, pelo apoio no ensaio biológico.

Às minhas amigas e colegas de mestrado, Gilciléia Inácio de Deus, Júlia Paiva, Thaísa Anders C. Souza e Cecília Silva de Azevedo, pelos momentos construtivos de estudo, pela força e pela amizade.

À nutricionista e ‘anjo da guarda’ Gabriela Salim (doutoranda da Universidade de São Paulo – Ribeirão Preto), pela amizade, pela imensa ajuda nas análises do material biológico e na discussão dos resultados, pelo aprendizado e pela calorosa acolhida em Ribeirão Preto.

Ao Prof. Dr. Alceu Afonso Jordão Júnior pela amizade, por disponibilizar, de forma tão atenciosa, os laboratórios que coordena para a realização das análises do material biológico e pelo imenso aprendizado que me proporcionou.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Adriana da Silva Camponogara, por sua eficiência e pelo auxílio nos assuntos acadêmicos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Ministério da Educação (MEC) pela concessão de bolsa de pós-graduação, que possibilitou a realização dessa pesquisa.

Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.
Cora Coralina

RESUMO

O presente estudo teve o objetivo de avaliar o efeito da ingestão de amêndoa de baru, amendoim e castanha-do-pará no perfil sérico e na peroxidação de lipídios em ratos tratados com dieta hiperlipídica. O efeito da ingestão desses alimentos no perfil sérico e na peroxidação de lipídios foi avaliado por meio de ensaio biológico com ratos *Wistar*, machos, adultos jovens, durante dois meses. As dietas foram formuladas segundo o *American Institute of Nutrition* (AIN-93G), sendo cinco dietas hiperlipídicas (0,1% de ácido cítrico + 1% de colesterol + 5% de banha + 15% de uma das fontes lipídicas – banha e azeite [controles], amêndoa de baru, amendoim ou castanha-do-pará) e uma dieta padrão (7% de óleo de soja). Ao final do experimento, foram coletados o sangue, para determinação do perfil lipídico sérico, e o fígado, para avaliar os níveis de malondialdeído total (MDA total), glutathiona reduzida (GSH) e vitamina E hepáticas. O amendoim modulou o perfil lipídico sérico de ratos com dieta hiperlipídica, reduzindo os níveis de colesterol total (CT= 84 mg.dL⁻¹) e triglicérides (TG= 46 mg.dL⁻¹), e aumentando os níveis de HDL-colesterol (HDL-c=44 mg.dL⁻¹), em relação ao controle-banha (CT= 217 mg.dL⁻¹; TG= 223 mg.dL⁻¹; HDL-c= 24 mg.dL⁻¹) e ao controle-azeite (CT= 111 mg.dL⁻¹; TG= 39 mg.dL⁻¹; HDL-c= 36 mg.dL⁻¹). A amêndoa de baru reduziu o colesterol total (126 mg.dL⁻¹) e triglicérides (61 mg.dL⁻¹), e aumentou os níveis de HDL-c (36 mg.dL⁻¹), em comparação ao controle-banha. A castanha-do-pará reduziu os níveis de colesterol total (119 mg.dL⁻¹) e triglicérides (57 mg.dL⁻¹) em relação ao controle banha, mas não aumentou os níveis de HDL-c (23 mg.dL⁻¹). O amendoim, a amêndoa de baru e a castanha-do-pará reduziram a peroxidação lipídica (MDA total: amendoim= 89 mmol.g proteína⁻¹; amêndoa de baru= 92 mmol.g proteína⁻¹; castanha-do-pará= 154 mmol.g proteína⁻¹), em relação ao controle-banha (346 mmol.g proteína⁻¹), sendo este efeito mais acentuado para o amendoim, pois ainda manteve os níveis de GSH (4,3 µmol.g proteína⁻¹) e de vitamina E (15,2 µmol.g tecido⁻¹) hepáticos elevados, em comparação à amêndoa de baru (GSH= 1,8 µmol.g proteína⁻¹; vitamina E= 10,8 µmol.g tecido⁻¹) e à castanha-do-pará (GSH= 1,6 µmol.g proteína⁻¹; vitamina E= 11,6 µmol.g tecido⁻¹). Recomenda-se a associação desses alimentos em uma dieta saudável, ou ainda, como coadjuvantes na redução do risco de dislipidemias em grupos populacionais que consomem dietas hiperlipídicas, como substitutos, preferencialmente, de alimentos ricos em gordura saturada.

Palavras-chave: sementes comestíveis, nozes, valor nutritivo, ácidos graxos, perfil sérico lipídico, peroxidação lipídica.

ABSTRACT

Effect of baru almond, peanut and Brazil nut in serum profile and peroxidation of lipids in rats fed high-fat diets

The aim of this study was to evaluate the effect of the intake of baru almond, peanut and brazil nut in lipid profile and in lipid peroxidation in rats that were fed with high-fat diet. The effect of baru almond, peanut and brazil nut intakes in lipid profile and in lipid peroxidation were evaluated by bioassay with young adults Wistar rats during two months. The diets were formulated according to American Institute of Nutrition (AIN-93G): 5 fat diets (0.1% cholic acid + 1% cholesterol + 5% lard + 15% of one the fat sources – lard and olive oil [controls], baru almond, peanut or brazil nut) and a standard diet (7% soybean oil). Blood samples were collected in order to determine the serum lipid profile and the samples of the animal liver were collected in order to evaluate total malondialdehyde (total MDA), reduced glutathione and vitamin E. Peanut modulated the lipid profile in rats with high-fat diet, decreasing levels of total cholesterol (TC= 84 mg.dL⁻¹) and triglycerides (TG= 46 mg.dL⁻¹), and increased levels of HDL-cholesterol (HDL-c= 44 mg.dL⁻¹), when compared to lard-control (TC= 217 mg.dL⁻¹, TG= 223 mg.dL⁻¹, HDL-c= 24 mg.dL⁻¹) and olive oil-control (TC= 111 mg.dL⁻¹, TG= 39 mg.dL⁻¹, HDL-c= 36 mg.dL⁻¹). The baru almond reduced total cholesterol (TC= 126 mg.dL⁻¹) and triglycerides (61 mg.dL⁻¹), and increased the level of HDL-C (36 mg.dL⁻¹), compared to lard-control. The brazil nut reduced the levels of total cholesterol (119 mg.dL⁻¹) and triglycerides (57 mg.dL⁻¹) in relation to the control lard, but did not increased the level of HDL-c (23 mg.dL⁻¹). The peanut, baru almond and brazil nut reduced lipid peroxidation (total MDA: baru almond= 92 mmol.g protein⁻¹; peanut= 89 mmol.g protein⁻¹; brazil nut= 154 mmol.g protein⁻¹) compared to the lard-control (Total MDA= 346 mmol.g protein⁻¹). Peanut consumption improved GSH (4.3 µmol.g protein⁻¹) and vitamin E (15.2 µmol.g tissue⁻¹) levels, as compared to the baru almond (GSH = 1.8 µmol.g⁻¹ protein; vitamin E = 10.8 µmol.g tissue⁻¹) and the brazil nut (GSH = 1.6 µmol.g⁻¹ protein; vitamin E = 11.6 µmol.g tissue⁻¹). It is recommended the association of these foods in a healthy diet, or as a coadjuvant to reduce the risk of dyslipidemia in populations that consume high-fat diets, replacing, preferably, foods with high content of saturated fat.

Keywords: edible seeds, nuts, nutritional value, fatty acids, serum lipid profile, lipid peroxidation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Composição centesimal e valor energético da amêndoa de baru, amendoim e castanha-do-pará	13
Tabela 2.	Conteúdos de lisina e de arginina e a razão entre esses aminoácidos em sementes comestíveis e em nozes.....	13
Tabela 3.	Teor de zinco e selênio em sementes comestíveis e nozes.....	15
Tabela 4.	Composição em tocoferóis de sementes comestíveis e de nozes.....	17
Tabela 5.	Composição em ácidos graxos de sementes comestíveis e nozes	19
Tabela 6.	Composição das dietas experimentais.....	27
Tabela 7.	Perfil de ácidos graxos das fontes lipídicas utilizadas nas dietas experimentais.....	28
Tabela 8.	Composição centesimal e valor energético da amêndoa de baru do amendoim e castanha-do-pará.....	32
Tabela 9.	Composição em zinco e selênio da amêndoa de baru, do amendoim e da castanha-do-pará e porcentagem da Ingestão Diária Recomendada por porção.....	34
Tabela 10.	Conteúdo de vitamina E da amêndoa de baru, do amendoim e da castanha-do-pará.....	35
Tabela 11.	Composição em ácidos graxos da amêndoa de baru, do amendoim e da castanha-do-pará.....	37
Tabela 12.	Peso e consumos de dieta e de lipídios de ratos <i>Wistar</i> tratados com dietas hiperlipídicas (exceto dieta padrão) contendo diferentes fontes lipídicas por dois meses de experimento.....	39
Tabela 13.	Perfil sérico lipídico de ratos <i>Wistar</i> tratados com dietas hiperlipídicas (exceto dieta padrão) contendo diferentes fontes lipídicas por dois meses de experimento.....	42
Tabela 14.	Peroxidação lipídica e níveis hepáticos de GSH e vitamina E de ratos <i>Wistar</i> tratados com dietas hiperlipídicas (exceto dieta padrão) contendo diferentes fontes de lipídios por dois meses de experimento.....	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SEMENTES COMESTÍVEIS E NOZES.....	13
2.2	CONTEÚDO EM NUTRIENTES ANTIOXIDANTES DE SEMENTES COMESTÍVEIS E NOZES.....	15
2.3	PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE SEMENTES COMESTÍVEIS E NOZES.....	18
2.4	CONSUMO DE SEMENTES COMESTÍVEIS E NOZES E EFEITO NO PERFIL SÉRICO E NA PEROXIDAÇÃO DE LIPÍDIOS.....	20
3	OBJETIVOS	23
3.1	OBJETIVO GERAL.....	23
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
4.1	OBTENÇÃO DAS SEMENTES COMESTÍVEIS E DA NOZ E PREPARO DAS AMOSTRAS.....	24
4.2	ANÁLISES QUÍMICAS.....	24
4.2.1	Composição centesimal	24
4.2.2	Análise de nutrientes antioxidantes.....	26
4.2.3	Perfil de ácidos graxos	26
4.3	AVALIAÇÃO DO PERFIL SÉRICO E DA PEROXIDAÇÃO DE LIPÍDIOS.....	26
4.3.1	Avaliação biológica.....	26
4.3.2	Análise do perfil sérico lipídico.....	29
4.3.3	Determinação de proteína hepática.....	29
4.3.4	Malondialdeído total hepático (MDA).....	30
4.3.5	Glutathione reduzida hepática.....	30
4.3.6	Concentração de vitamina E hepática.....	31
4.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA AMÊNDOA DE BARU, DO AMENDOIM E DA CASTANHA-DO-PARÁ	32
5.1.1	Composição centesimal.....	32
5.1.2	Composição em nutrientes antioxidantes	34
5.1.3	Composição em ácidos graxos	37
5.2	EFEITO DA INGESTÃO DE AMÊNDOA DE BARU, AMENDOIM E CASTANHA-DO-PARÁ NO PERFIL SÉRICO E NA PEROXIDAÇÃO DE LIPÍDIOS.....	39
5.2.1	Evolução de peso e consumo de dieta.....	39
5.2.2	Perfil sérico lipídico.....	41
5.2.3	Peroxidação lipídica.....	46
6	CONCLUSÕES.....	50
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

As sementes comestíveis e as nozes constituem alimentos tipicamente ricos em lipídios. Apesar disso, as nozes e algumas sementes têm sido bastante pesquisadas em relação aos efeitos benéficos à saúde, sobretudo por causa de seu perfil diferenciado em ácidos graxos e conteúdo em compostos bioativos (LÓPEZ-URIARTE et al., 2009; ROS; MATAIX, 2006). Nesse sentido, alguns estudos têm sido realizados para avaliar o efeito da ingestão de nozes no perfil lipídico e nos biomarcadores do estresse oxidativo, sobretudo de nozes tradicionalmente consumidas (AKSOY; AKSOY; BAGCI, 2007; ALTURFAN; EMEKLI-ALTURFAN; USLU, 2009; CINTRA et al., 2006).

A castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) é considerada uma noz verdadeira por originar-se de uma fruta seca e espessa (JUDD et al., 2002). Em relação às sementes comestíveis, destaca-se a amêndoa do baru (*Dipteryx alata* Vog.), proveniente do fruto do barueiro, que é nativo do bioma Cerrado. O fruto do barueiro (baru) é do tipo drupa, isto é, possui uma polpa fibrosa com um centro endurecido contendo uma única semente oleaginosa comestível, denominada amêndoa de baru (LORENZI, 2002). O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) também é uma semente oleaginosa e, assim como a amêndoa de baru, é proveniente de uma Fabaceae (JUDD et al., 2002). Embora classificadas em grupos botanicamente diferentes, a castanha-do-pará e as sementes comestíveis são similares em termos nutricionais.

As sementes comestíveis e as nozes constituem alimentos com elevada densidade energética e de nutrientes. Assim, a amêndoa de baru, o amendoim e a castanha-do-pará constituem boas fontes protéicas e lipídicas. Vale ressaltar que essas sementes comestíveis também são fontes de minerais, sobretudo cálcio, ferro e zinco, além de apresentarem elevados teores de fibras alimentares (FERNANDES et al., 2010). A castanha-do-pará tem sido pesquisada, sobretudo, por causa de seu elevado teor de lipídios (BRUFAU; BOATELLA; RAFECAS, 2006) e de selênio (PAREKH et al., 2008; STRUNZ et al., 2008).

Quanto ao perfil de ácidos graxos, ressalta-se que a amêndoa de baru e o amendoim contêm teores elevados de ácidos graxos monoinsaturados, sobretudo o oléico, em comparação à castanha-do-pará. Outrossim, algumas nozes também apresentam elevada proporção de poliinsaturados, especialmente a castanha-do-pará e a noz (ROS; MATAIX, 2006). Outro aspecto relevante é que o perfil de ácidos graxos desses alimentos se sobressai em relação aos alimentos de origem animal, pela baixa proporção de ácidos graxos saturados

em comparação aos ácidos graxos insaturados (LUNN, 2007), perfil favorável à saúde, pois estudos têm mostrado relação direta entre o consumo habitual desses alimentos e a melhora do perfil sérico lipídico, contribuindo para a redução das frações de lipoproteína de baixa densidade (LDL) e de muito baixa densidade (VLDL), responsáveis pelo aumento do colesterol sérico (JENKINS et al., 2002). Ainda, as sementes comestíveis e as nozes têm sido estudadas quanto à proteção contra a peroxidação lipídica e danos hepáticos (ALTURFAN; EMEKLI-ALTURFAN; USLU, 2009; CINTRA et al., 2006; EMEKLI-ALTURFAN; KASIKCI; YARAT, 2007). Até o presente momento, não há relatos na literatura de estudos com amêndoa de baru e castanha-do-pará em modelo animal com dieta hiperlipídica, o que justifica essa pesquisa, especialmente porque esses alimentos são nativos do Brasil.

Assim, a investigação da composição em nutrientes e do efeito da ingestão de sementes comestíveis e de nozes para a saúde, principalmente para a proteção cardiovascular, é de grande importância, pois em virtude da marcada transição nutricional e epidemiológica vivida pela população brasileira, a dieta habitual é constituída, em grande parte, por alimentos ricos em gordura saturada. Diante disso, propôs-se o presente estudo visando esclarecer o efeito da amêndoa de baru, do amendoim e da castanha-do-pará no perfil sérico e na peroxidação de lipídios em animais tratados com dieta hiperlipídica.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SEMENTES COMESTÍVEIS E NOZES

As sementes comestíveis e as nozes contêm elevado teor protéico, variando de 14%, para a castanha-do-pará a 27% para o amendoim (Tabela 1). Vale acrescentar que o consumo de proteína de origem vegetal tem sido associado a um reduzido risco cardiovascular comparado a fontes protéicas de origem animal. Alguns estudos atribuem esta proteção ao perfil de aminoácidos das fontes protéicas vegetais, especialmente à razão entre os aminoácidos lisina e arginina, por causa da influência de uma dieta com elevada quantidade de lisina, metionina e arginina no perfil lipídico (GIROUX; KUROWSKA; CARROLL, 1999; VEJA-LÓPEZ et al., 2010).

Giroux, Kurowska e Carroll (1999) estudaram se a hipercolesterolemia produzida por uma dieta rica em lisina e metionina poderia ocorrer quando estes aminoácidos eram fornecidos separadamente, bem como se a arginina oferecida na dieta neutralizaria o efeito hipercolesterolêmico desses aminoácidos. Esses autores constataram que dietas com altas concentrações de lisina e metionina elevaram o LDL-c, ao contrário do observado quando apenas um dos aminoácidos foi utilizado, e o efeito protetor da arginina só foi observado quando ambos os aminoácidos foram oferecidos na dieta. Ainda, de acordo com esses autores, a explicação para esse fato consiste na possibilidade de que a alta relação de lisina e metionina na dieta possam influenciar enzimas envolvidas na biossíntese de fosfatidilcolina no fígado. Por outro lado, estudo recente não encontrou efeito de dietas com baixa e alta razão lisina:arginina nos fatores de risco cardiovascular em humanos. Portanto, não há evidências conclusivas que suportem efeitos negativos ou positivos no risco cardiovascular baseadas na razão lisina:arginina da dieta (VEGA-LÓPEZ et al., 2010). Na Tabela 2 estão mostrados os conteúdos de lisina e de arginina e sua razão em sementes comestíveis e em nozes. A castanha possui a maior razão lisina:arginina e a noz possui a razão mais baixa desses aminoácidos, por causa do seu teor elevado de arginina (Tabela 2).

Tabela 1. Composição centesimal e valor energético da amêndoa de baru, amendoim e castanha-do-pará

Componente (g.100g ⁻¹)	Semente/Noz ¹		
	amêndoa de baru	amendoim	castanha-do-pará
Umidade	4,83	4,94	3,10
Proteína (N x 6,25)	26,22	27,08	14,11
Lipídios	41,04	43,69	64,94
Carboidratos ²	12,36	14,22	6,39
Fibra alimentar total	12,49	8,07	7,90
Cinzas	3,06	2,00	3,56
VET (kcal.100g ⁻¹) ³	524	529	666

¹ Valores constituem a média de dados publicados na literatura - amêndoa de baru (FERNANDES et al., 2010; TAKEMOTO et al., 2001; TOGASHI; SGARBIERI, 1994; VALLILO; TAVARES; AUED, 1990); amendoim (FERNANDES et al., 2010; NEPA, 2006; VENKATACHALAM; SATHE, 2006); castanha-do-pará (NEPA, 2006; RYAN et al., 2006; SOUZA; MENEZES, 2004; VENKATACHALAM; SATHE, 2006).

² Valores calculados por diferença.

³ Valor energético total calculado considerando-se os fatores de conversão de Atwater de 4, 4 e 9 para proteína, carboidrato e lipídio, respectivamente (MERRIL; WATT, 1973).

Tabela 2. Conteúdos de lisina e de arginina e a razão entre esses aminoácidos em sementes comestíveis e em nozes

Noz/semente comestível	Lisina e arginina ¹ (mg.g ⁻¹ de proteína)		
	lisina	arginina	razão (lisina:arginina)
Amêndoa	30,6	100,9	0,30
Amêndoa de baru	48,0	85,6	0,56
Amendoim	38,8	110,4	0,35
Avelã	29,3	125,1	0,23
Castanha	79,3	93,1	0,85
Castanha-de-caju	45,9	98,4	0,47
Castanha-do-pará	37,4	151,0	0,25
Macadâmia	41,0	125,3	0,33
Noz	27,1	138,0	0,20
Pecã	31,7	124,5	0,25
Pistache	46,4	91,5	0,51

¹ Dados reportados por Venkatachalam e Sathe (2006), exceto para amêndoa de baru (FERNANDES et al., 2010), castanha (BORGES et al., 2008) e castanha-do-pará (SOUZA; MENEZES, 2004).

As sementes comestíveis e as nozes apresentam teores elevados de lipídios, e em decorrência disso, constituem boas fontes energéticas, conforme composição da amêndoa de baru, amendoim e castanha-do-pará mostrada na Tabela 1. De acordo com Freitas e Naves (2010), a proporção entre proteínas e lipídios da amêndoa de baru e do amendoim, cujo teor de lipídios é cerca de 40%, é de 1:2. No caso da castanha-do-pará, que contém cerca de 60% de lipídios, essa proporção é mais elevada, de 1:4. Esse elevado teor de lipídios também se

reflete na alta densidade energética dessas sementes comestíveis e da noz, embora estudos indiquem que o consumo de nozes por indivíduos saudáveis não promove ganho de peso, podendo, eventualmente, auxiliar na redução ponderal (RAJARAM; SABATÉ, 2006).

É válido ressaltar que esses alimentos também são boas fontes de fibras alimentares, em torno de 12% na amêndoa de baru, principalmente fibras insolúveis, e de 8% na castanha-do-pará (Tabela 1). A inclusão de alimentos fonte de fibras insolúveis na alimentação traz vários benefícios à saúde, sobretudo porque esta fibra aumenta o volume fecal e reduz o tempo de trânsito intestinal, dentre outras funções, fato relevante na prevenção e tratamento de várias doenças (ROBERFROID et al., 2010).

Assim, as sementes comestíveis e as nozes podem ser incluídas, com vantagens nutricionais, em uma dieta saudável, sobretudo por causa de seus teores protéico (com reduzida razão lisina:arginina) e lipídico, além do conteúdo considerável de fibras alimentares.

2.2 CONTEÚDO EM NUTRIENTES ANTIOXIDANTES DE SEMENTES COMESTÍVEIS E NOZES

Em comparação a outros alimentos, a amêndoa de baru, o amendoim e a castanha-do-pará apresentam alta densidade em nutrientes, sobretudo em relação a alguns minerais com atividade antioxidante. A amêndoa de baru, o amendoim e a castanha-do-pará possuem conteúdo considerável de zinco, em comparação à avelã e à castanha (Tabela 3). O conteúdo de zinco das sementes comestíveis e das nozes é relevante para a saúde, uma vez que este mineral atua como antioxidante, sendo eficiente na redução do dano oxidativo, como constatado por Prasad et al. (2007) em estudo com humanos, com idade entre 55 e 87 anos. Nesse estudo, após suplementação por seis meses com 45 mg de zinco (4 vezes o recomendado para ingestão diária), observou-se redução dos níveis plasmáticos de malondialdeído e 8-hidroxi-2'-deoxiguanosina, que constituem marcadores importantes na avaliação da oxidação de lipídios e do dano oxidativo ao DNA, respectivamente.

Tabela 3. Teor de zinco e selênio em sementes comestíveis e nozes

Semente/Noz ^{1,2}	Mineral		% da IDR ³	
	zinco (mg.100g ⁻¹)	selênio (µg.100g ⁻¹)	zinco	selênio
Amêndoa	-	52,00	-	94
Amêndoa de baru	3,62	-	33	-
Amendoim	3,50	-	32	-
Avelã	2,42	90,00	22	164
Castanha	1,99	-	18	-
Castanha-do-pará	4,30	282,00	39	513
Pistache	-	85,00	-	154

¹ Valores se referem à média de dados da literatura – amêndoa (DUGO et al., 2003); amêndoa de baru (FERNANDES et al., 2010; VALLILO; TAVARES; AUED, 1990); amendoim (JONNALA; DUNFORD; CHENAULT, 2005); avelã (ALASALVAR et al., 2003; DUGO et al., 2003; KÖKSAL et al., 2006); castanha (BORGES et al., 2008); castanha-do-pará (SOUZA; MENEZES, 2004; PAREKH et al., 2008; WELNA; KLIMPEL; ZYRNICKI, 2008); pistache (DUGO et al., 2003; KÜÇÜKÖNER; YURT, 2003).

² Dados não encontrados na literatura (-).

³ Ingestão Diária Recomendada para adultos saudáveis: zinco= 11 mg/dia (IOM, 2002); selênio= 55 µg/dia (IOM, 2000).

Outro antioxidante importante é o selênio, que atua como cofator de muitas enzimas antioxidantes envolvidas nas reações de oxidação e de redução. Ainda, é um mineral essencial na síntese da enzima glutatona peroxidase, cuja ação é fundamental na prevenção do dano oxidativo (BRENNEISEN; STEINBRENNER; SIES, 2005).

A castanha-do-pará é a noz conhecida que contém o maior teor de selênio (Tabela 3). Entretanto, o conteúdo em selênio dos alimentos pode variar conforme a região de origem destes, conforme constatado por Parekh et al. (2008), em estudo com castanha-do-pará oriunda de várias regiões (Brasil, Bolívia, Peru e norte da América do Sul). No referido estudo, os autores constataram teores de selênio que variaram de 160 µg.100g⁻¹ a 2.020 µg.100g⁻¹, sendo que o maior conteúdo de selênio foi encontrado para a castanha-do-pará proveniente da região norte da América do Sul. Assim, considerando os dados deste estudo, a quantidade de selênio em uma porção (20 g) de castanha-do-pará atenderia de 58% a 404% da ingestão diária recomendada (IDR) para este mineral (IOM, 2000).

Outros fatores também influenciam a concentração de selênio nos alimentos, tais como as mudanças sazonais, tipo de solo, conteúdo protéico e tipo de processamento do alimento. No caso da castanha-do-pará, a proteína desta noz apresenta elevada quantidade de aminoácidos contendo selênio, principalmente selenometionina (Se-Met), fato bastante relevante, uma vez que estudos com animais têm mostrado que a biodisponibilidade do selênio orgânico (Se-Met) é maior do que a do selênio inorgânico (selenito e selenato) (DUMONT; VANHAECKE; CORNELIS, 2006; LACOUR et al., 2004).

Por causa de seu elevado teor de selênio, a castanha-do-pará tem sido bastante pesquisada em relação ao aumento da concentração sérica de selênio após o consumo dessa noz. Em estudo com adultos saudáveis que consumiram 45 g (11 castanhas-do-pará/dia) durante um período de 15 dias, constatou-se aumento do selênio plasmático (STRUNZ et al., 2008). Outro estudo sobre o efeito do consumo diário de selênio, na forma de castanha-do-pará (duas unidades/dia), suplemento de selenometionina ou placebo, por um período de três meses, confirmou que a ingestão diária de duas castanhas-do-pará é tão eficiente quanto o suplemento de selenometionina para o aumento dos níveis plasmáticos de selênio e de glutathione peroxidase. Outrossim, destaca-se que, neste estudo, a atividade da glutathione peroxidase foi maior no grupo que ingeriu castanha-do-pará, comparado aos outros grupos, o que reforça o potencial antioxidante dessa noz (THOMSON et al., 2008).

As sementes comestíveis e as nozes também têm conteúdo considerável de vitamina E. O termo vitamina E constitui a denominação genérica de oito compostos lipossolúveis, com atividades biológicas específicas, sendo que, dentre eles, o α -tocoferol, possui maior atividade antioxidante *in vivo* (COZZOLINO, 2007). Além disso, essa vitamina constitui nutriente importante no sistema de defesa antioxidante do organismo, conferindo proteção contra a oxidação lipídica e estresse oxidativo, por meio da inativação de radicais livres e espécies reativas de oxigênio (JORDÃO JÚNIOR et al., 1998). A vitamina E tem sido estudada também em relação à modulação da sinalização celular e da transcrição de genes (MUNTEANU; ZINGG; AZZI, 2004). Em relação à absorção dessa vitamina, esta pode ser reduzida pelos ácidos graxos poliinsaturados, possivelmente porque podem ocorrer interações químicas entre tocoferóis e ácidos graxos poliinsaturados ou com os produtos da peroxidação lipídica destes no lúmen intestinal (COZZOLINO, 2007).

A avelã e a castanha-do-pará apresentam elevados teores de α -tocoferol, conforme mostrado na Tabela 4. Observa-se, ainda, que o conteúdo de α -tocoferol da amêndoa de baru é mais elevado que os da castanha-de-caju, da macadâmia e da noz (Tabela 4). Em relação ao teor de α -tocoferol da amêndoa de baru, observa-se na Tabela 4, que existe apenas um estudo na literatura, o que justifica a pesquisa do conteúdo de vitamina E nesta amêndoa, sobretudo pela importância dessa vitamina na proteção às membranas e lipoproteínas de baixa densidade, atuando também na proteção contra a peroxidação lipídica (FERRAZ; STELUTI; MARCHIONI, 2010; JORDÃO JÚNIOR et al., 1998).

Tabela 4. Composição em tocoferóis de sementes comestíveis e de nozes

Nozes/sementes comestíveis ¹	Tocoferóis ²			
	α -tocoferol	β -tocoferol	γ -tocoferol	δ -tocoferol
Amêndoa	15,80	0,83	8,32	4,77
Amêndoa de baru	5,00	NA	4,3	NA
Amendoim	8,33	NA	NA	NA
Avelã	31,47	1,15	2,63	0,98
Castanha	NE	NE	NE	NE
Castanha-de-caju	3,60	NA	57,20	NA
Castanha-do-pará	82,90	NA	116,20	NA
Macadâmia	0,54	0,00	0,00	0,00
Noz	1,21	0,10	22,65	1,23
Pecã	12,80	NA	168,50	NA
Pistache	14,55	0,32	144,48	0,83

¹ Valores se referem à média dos dados encontrados na literatura – amêndoa (JONNALA; DUNFORD; DASHIIELL, 2006); amêndoa de baru (TAKEMOTO et al., 2001); amendoim (US DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2011); avelã (ALASALVAR et al., 2003; KÖKSAL et al., 2006); castanha (US DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2011); castanha-de-caju (RYAN et al., 2006); castanha-do-pará (RYAN et al., 2006); macadâmia (US DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2011); noz (AMARAL et al., 2005); pecã (RYAN et al., 2006) e pistache (MATTHÄUS; ÖZCAN, 2006; RYAN et al., 2006).

² Os valores de tocoferóis estão em mg.100g⁻¹. NE: não encontrado na literatura; NA: não analisado na referência indicada.

Considerando que as sementes comestíveis e as nozes possuem composição distinta em nutrientes, especialmente em antioxidantes, alguns estudos têm mostrado os benefícios do consumo de um mix de nozes na melhora do perfil lipídico e na redução da resistência à insulina e marcadores sistêmicos da inflamação, quando associado a hábitos alimentares saudáveis (ESTRUCH et al., 2006; SALAS-SALVADÓ et al., 2008).

2.3 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE SEMENTES COMESTÍVEIS E NOZES

A composição em ácidos graxos de sementes comestíveis e de nozes é influenciada tanto pela cultivar quanto pela região de origem e ano de produção. Em estudo com amêndoas oriundas de várias regiões da Califórnia, observou-se variação significativa na composição em ácidos graxos, de acordo com a cultivar, região de origem e ano de produção (SATHE et al., 2008).

As sementes comestíveis e as nozes contêm perfil de ácidos graxos mais favorável à saúde que o de alimentos de origem animal, pela baixa proporção de ácidos graxos saturados em relação aos insaturados. A amêndoa de baru, amendoim, castanha-de-caju, avelã e

pistache apresentam teores elevados de ácidos graxos monoinsaturados (conteúdo cerca de 1,5 a 3 vezes superior ao da castanha-do-pará e de 3 a 5 vezes superior ao da noz), sobretudo o oléico, em comparação à castanha-do-pará e à noz (Tabela 5).

Além disso, as sementes comestíveis e as nozes também apresentam proporção considerável de ácidos graxos poliinsaturados, como pode ser observado na Tabela 5, sendo esses teores elevados na noz e na castanha-do-pará. A noz destaca-se pelo alto conteúdo de ácido linolênico, em relação às demais sementes comestíveis e outros tipos de nozes, e também pela baixa relação ω -6/ ω -3, de 4:1. Essa família de ácidos graxos poliinsaturados são substratos para as enzimas de dessaturação e alongação na via de produção dos eicosanóides (CALDER, 2004). Vale acrescentar que a competição enzimática, quando há um desequilíbrio entre esses ácidos graxos, tem importantes repercussões biológicas. O ácido linoléico pode ser convertido em ácido araquidônico e, em seguida, metabolizado em eicosanóides da série n-6, sendo que estes mediadores celulares aumentam a agregação plaquetária e são, geralmente, pró-inflamatórios. Ao contrário, o ácido linolênico é o precursor do ácido eicosapentaenóico (EPA) e do ácido docosaexaenóico (DHA), além de seus metabólitos eicosanóides da série n-3, os quais são menos ativos e podem, parcialmente, atuar como antagonistas dos eicosanóides da série n-6 (HELLER et al., 1998). Assim, considerando que a ingestão balanceada dos ácidos graxos poliinsaturados ω -6 e ω -3 constitui fator que pode influenciar a saúde cardiovascular (WIJENDRAN; HAYES, 2004), a noz e a amêndoa de baru (Tabela 5) podem contribuir para uma ingestão balanceada desses ácidos graxos, bem como influenciar positivamente a produção endógena de eicosanóides.

A amêndoa de baru e a castanha-do-pará, nativas do Brasil, apresentam perfis de ácidos graxos diferenciados quando comparadas a outras nozes exóticas. Enquanto a amêndoa de baru possui 19% e 83% de ácidos graxos saturados e insaturados, respectivamente (Tabela 5), a noz do Camboja (*Irvingia malayana*) possui 94,6% de ácidos graxos saturados e apenas 3,8% de ácidos graxos insaturados (BANDELIER et al., 2002). Em relação às nozes portuguesas, os teores de insaturados (89%) são próximos ao da amêndoa de baru (Tabela 5), no entanto, quando se compara o conteúdo em monoinsaturados, observa-se que esses teores são bem maiores na amêndoa nativa do Cerrado (51%) do que nas nozes portuguesas (39%) (EVARISTO et al., 2010).

Essa composição em ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados é importante para a saúde, uma vez que estudos têm mostrado que o consumo desses ácidos graxos interfere no perfil sérico lipídico, contribuindo para a redução das frações de lipoproteína de baixa densidade (LDL) e de muito baixa densidade (VLDL), responsáveis pelo aumento do

colesterol sérico (JENKINS et al., 2002). A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que a proporção de ω -6: ω -3 na dieta seja de 5 a 10:1. Isto reforça a importância do estudo da composição dessas sementes comestíveis e das nozes, em relação aos ácidos graxos, associado à pesquisa dos seus efeitos sobre a nutrição e saúde.

Tabela 5. Composição em ácidos graxos de sementes comestíveis e nozes

Ácido graxo (%)	Semente/Noz ¹						
	AB	AMD	CP	CCJ	AVE	PIS	NOZ
Saturados	18,77	14,81	25,47	20,91	9,04	13,93	11,08
Palmítico C16:0	7,39	7,20	14,31	10,70	5,78	12,65	8,14
Esteárico C18:0	4,62	1,84	10,64	9,33	3,12	1,09	2,84
Araquídico C20:0	1,10	1,19	0,40	0,63	0,14	0,11	0,10
Behênico C22:0	2,64	2,85	0,12	0,12	0,00	0,08	0,00
Lignocérico C24:0	3,02	1,73	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00
Monoinsaturados	51,07	43,93	29,03	61,15	82,95	50,29	15,19
Oléico C18:1	48,37	42,48	28,92	61,15	82,95	50,29	15,19
Gadoléico C20:1	2,70	1,45	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
Poliinsaturados	32,35	37,81	44,31	17,20	7,79	34,29	72,96
Linoléico C18:2	30,13	37,52	44,12	16,88	7,55	33,43	59,79
Linolênico C18:3	2,22	0,29	0,19	0,32	0,24	0,86	13,17
ω-6/ω-3²	13,57	129,38	232,21	52,75	31,46	38,87	4,54

¹ Valores se referem à média de dados da literatura - AB: amêndoa de baru (TOGASHI; SGARBIERI, 1994; VALLILO; TAVARES; AUED, 1990); AMD: amendoim (JONNALA; DUNFORD; CHENAULT, 2005); CP: castanha-do-pará (RYAN et al., 2006; VENKATACHALAM; SATHE, 2006); CCJ: castanha-de-caju, AVE: avelã PIS: pistache, e NOZ: noz (VENKATACHALAM; SATHE, 2006).

² Relação entre os ácidos graxos linoléico (ω -6) e linolênico (ω -3).

2.4 CONSUMO DE SEMENTES COMESTÍVEIS E NOZES E EFEITO NO PERFIL SÉRICO E NA PEROXIDAÇÃO DE LIPÍDIOS

As sementes comestíveis e as nozes têm sido estudadas, em modelos animais e humanos, quanto à influência no perfil lipídico sérico e como fator de proteção contra a peroxidação lipídica, especialmente porque esses alimentos também são fontes de compostos bioativos, conforme constatado por Segura et al. (2006). Nesse sentido, ressalta-se que esses compostos (fibras alimentares, vitaminas, minerais, flavonóides e outros compostos fenólicos) também influenciam favoravelmente o perfil lipídico, podendo atuar tanto na proteção do LDL-c contra modificações oxidativas, quanto na redução da absorção de colesterol, contribuindo assim para a diminuição dos níveis de LDL-c (GRIEL; KRIS-ETHERTON, 2006).

Vários estudos clínicos têm sido conduzidos para investigar o efeito de diferentes sementes comestíveis e nozes no perfil lipídico de animais ou de humanos (normolipídicos ou hipercolesterolêmicos), sendo que as nozes mais pesquisadas são as amêndoas, macadâmia, pecã, pistache, noz e avelã (ALEXIADOU; KATSILAMBROS, 2010; GRIEL; KRIS-ETHERTON, 2006). O consumo de pistache foi estudado por Alturfan, Emekli-Alturfan e Uslu (2009), em modelo de ratos hiperlipidêmicos por oito semanas, tendo sido constatado que o pistache reduziu os níveis séricos de triglicérides ($66,4 \text{ mg.dL}^{-1}$) e a peroxidação lipídica, avaliada pelas substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS= $4,0 \text{ nmol MDA.mL}^{-1}$), em relação ao grupo que recebeu dieta hiperlipidêmica (TG= $72,6 \text{ mg.dL}^{-1}$; TBARS= $5,7 \text{ nmol MDA.mL}^{-1}$). No entanto, essa noz não reduziu os níveis de colesterol total na referida pesquisa.

A ingestão de amendoim também já foi pesquisada em relação aos efeitos no perfil lipídico. Alper e Mattes (2003) estudaram o efeito do consumo de cerca de 100 g de amendoim por indivíduos adultos normolipidêmicos no perfil sérico lipídico durante sete meses, e observaram alteração positiva no perfil sérico lipídico dos voluntários. Em outro estudo, Cintra et al. (2005) estudaram o perfil lipídico de ratos *Wistar* adultos submetidos a dietas com banha (5%) e colesterol (1%), adicionada de um dos seguintes alimentos: amendoim, linhaça, truta e pele de frango. No referido estudo, o grupo de animais que recebeu a dieta com amendoim apresentou colesterol total ($101,4 \text{ mg.dL}^{-1}$) bem superior ao encontrado para o grupo hiperlipídica ($67,6 \text{ mg.dL}^{-1}$) e para o grupo da linhaça ($60,9 \text{ mg.dL}^{-1}$), sendo importante destacar que o grupo hiperlipídica apresentou valores bem abaixo do esperado para esse grupo. Ainda em relação aos dados desse estudo, não foram observadas diferenças entre os níveis de triglicérides e HDL-c do grupo que recebeu a linhaça (TG= $49,5 \text{ mg.dL}^{-1}$; HDL= $41,6 \text{ mg.dL}^{-1}$) em comparação aos animais que consumiram a dieta com amendoim (TG= $56,0 \text{ mg.dL}^{-1}$; HDL= $46,2 \text{ mg.dL}^{-1}$).

Em outro estudo com animais, a dieta hiperlipidêmica com amendoim não reduziu significativamente os níveis séricos de colesterol total (CT= $282,8 \text{ mg.dL}^{-1}$), LDL-c ($63,0 \text{ mg.dL}^{-1}$), triglicérides (TG= $69,4 \text{ mg.dL}^{-1}$) e lipídios totais (LT= $867,9 \text{ mg.dL}^{-1}$), quando comparados aos do grupo hiperlipidêmico (CT= $294,4 \text{ mg.dL}^{-1}$; LDL-c= $66,9 \text{ mg.dL}^{-1}$; TG= $72,6 \text{ mg.dL}^{-1}$; LT= $894,6 \text{ mg.dL}^{-1}$) (EMEKLİ-ALTURFAN; KASIKCI; YARAT, 2007). No entanto, os níveis séricos de HDL-c, no referido estudo, foram significativamente maiores no grupo que recebeu o amendoim ($32,8 \text{ mg.dL}^{-1}$) em relação ao grupo tratado com dieta hiperlipídica ($19,4 \text{ mg.dL}^{-1}$) (EMEKLİ-ALTURFAN; KASIKCI; YARAT, 2007). Em relação à peroxidação lipídica, a dieta hiperlipidêmica com amendoim reduziu os níveis séricos de

TBARS ($4,2 \text{ nmol MDA.mL}^{-1}$) em comparação à dieta hiperlipidêmica controle ($5,1 \text{ nmol.MDA.mL}^{-1}$) e elevou os níveis de glutathione (GSH) (Hiperlipidêmica+amendoim= $33,9 \text{ mg\%}$; Hiperlipidêmica= $22,1 \text{ mg\%}$). A glutathione peroxidase desempenha um papel fundamental no sistema de defesa enzimático do organismo contra substâncias tóxicas de origem endógena ou exógena, sendo que a redução dos níveis de GSH aumenta a vulnerabilidade ao dano por radicais livres (KORACEVIC et al., 2001). Essa enzima, aliada às outras enzimas desse sistema, age por meio de mecanismos de prevenção, para evitar ou controlar a formação de radicais livres e espécies não-radicais e, conseqüentemente, a ocorrência de danos oxidativos (BARBOSA et al., 2010; JORDÃO JÚNIOR et al., 1998).

A castanha-do-pará também foi investigada em relação ao seu efeito no perfil sérico lipídico, em indivíduos saudáveis por meio da suplementação de 45 g de castanha-do-pará durante quinze dias. Os autores não constataram qualquer efeito no perfil lipídico de adultos saudáveis, o que pode estar relacionado com o perfil de ácidos graxos da castanha-do-pará, uma vez que esta noz, comparado às demais nozes, apresenta maior teor de ácidos graxos saturados (STRUNZ et al., 2008) e de ácidos graxos poliinsaturados (Tabela 5), e também por causa do curto período de experimento.

Não foram encontrados dados publicados de estudos do efeito do consumo de amêndoa de baru no perfil lipídico sérico, em humanos ou em modelos animais.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Investigar o efeito da ingestão da amêndoa de baru, amendoim e castanha-do-pará no perfil sérico lipídico e na peroxidação lipídica, em ratos tratados com dieta hiperlipídica.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a composição centesimal e de nutrientes antioxidantes (zinco, selênio e vitamina E) da amêndoa de baru, do amendoim e da castanha-do-pará.
- Analisar o perfil de ácidos graxos da amêndoa de baru, do amendoim e da castanha-do-pará.
- Determinar o perfil sérico lipídico de ratos tratados com dietas hiperlipídicas contendo amêndoa de baru, amendoim ou castanha-do-pará.
- Comparar o efeito da amêndoa de baru, do amendoim e da castanha-do-pará no perfil lipídico de ratos tratados com dieta hiperlipídica.
- Avaliar a peroxidação lipídica de ratos tratados com dietas hiperlipídicas contendo amêndoa de baru, amendoim ou castanha-do-pará.
- Comparar o efeito da amêndoa de baru, do amendoim e da castanha-do-pará na peroxidação lipídica de ratos tratados com dieta hiperlipídica.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 OBTENÇÃO DAS SEMENTES COMESTÍVEIS E DA NOZ E PREPARO DAS AMOSTRAS

A amêndoa de baru, o amendoim (variedade HPS), e a castanha-do-pará foram adquiridas no comércio local da cidade de Goiânia-GO. A amêndoa de baru foi adquirida na época da safra, procedente de Jussara, região noroeste do estado de Goiás (latitude 15°51'54''; longitude 50°52'05'' e altitude de 317 metros).

A amêndoa de baru e o amendoim foram torradas a 140 °C por 30 minutos em forno elétrico doméstico (FERNANDES et al., 2010), a fim de inativar possíveis fatores antinutricionais (TOGASHI; SGARBIERI, 1994) e investigar a amêndoa de baru em sua forma usual de consumo. Além disso, a torrefação não alterou a qualidade nutricional dessas sementes comestíveis (FREITAS, 2009). A castanha-do-pará foi obtida sem casca e crua, com a finalidade de avaliar o efeito dessa noz *in natura*, forma em que é usualmente consumida.

Em seguida, a amêndoa de baru, o amendoim, e a castanha-do-pará foram trituradas, separadamente, em processador doméstico (Magiclean Duetto, Arno) e peneiradas (30 mesh) para uso nas análises químicas e na formulação das dietas oferecidas aos ratos no ensaio biológico.

4.2 ANÁLISES QUÍMICAS

A caracterização química da amêndoa do baru, do amendoim e da castanha-do-pará, compreendeu a determinação da composição centesimal e de alguns nutrientes antioxidantes (zinco, selênio e vitamina E), e a análise do perfil de ácidos graxos.

4.2.1 Composição centesimal

A composição centesimal foi determinada por meio das análises de umidade em estufa de esterilização a 105°C até obtenção de peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005); nitrogênio total, segundo o método de micro-kjeldahl e conversão em proteína bruta utilizando-se o fator 6,25 (AOAC, 1990); lipídios totais, extraídos por meio da técnica de Bligh e Dyer (1959), e posteriormente determinados por gravimetria; fibra alimentar total,

solúvel e insolúvel, conforme técnica enzimica-gravimétrica descrita por Prosky et al. (1988) e cinzas, por incineração em mufla à 550°C (AOAC, 1990). Os carboidratos foram estimados por diferença, subtraindo-se de cem os valores obtidos para umidade, proteínas, lipídios, cinzas e fibra alimentar total. A partir dos dados da composição centesimal, foram estimados o valor energético total das amostras considerando-se os fatores de conversão de Atwater de 4, 4 e 9 kcal para proteína, carboidrato e lipídio, respectivamente (MERRIL; WATT, 1973). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Análise de Alimentos da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás (UFG), em triplicata, exceto as análises de fibra alimentar, que foram realizadas no Laboratório de Pesquisa e Consultoria (LABM, Belo Horizonte).

4.2.2 Análise de nutrientes antioxidantes

Para a análise do conteúdo de zinco das sementes comestíveis (amêndoa de baru e amendoim) e da noz (castanha-do-pará), as amostras foram incineradas em mufla, e as cinzas solubilizadas com HCl concentrado (P.A). No caso da castanha-do-pará, procedeu-se a um tratamento adicional das cinzas com HNO₃ concentrado (P.A) e posterior filtração, para a eliminação de resíduos. O zinco foi quantificado nas amostras por meio de espectrofotometria de absorção atômica (espectrofotômetro AAnalyst 200, Perkin Elmer), utilizando-se os parâmetros instrumentais (lâmpada, comprimento de onda, corrente da lâmpada e largura da fenda) específicos para este nutriente (AOAC, 1990). O selênio também foi analisado por espectrofotometria de absorção atômica (espectrofotômetro HITACHI®, modelo Z-5000), por meio da geração de hidretos acoplados a cela de quartzo, segundo procedimentos padronizados no Laboratório de Nutrição e Minerais da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP (GONZAGA, 2002).

A determinação de vitamina E foi realizada de acordo com Klejdus et al. (2004) e com Eitenmiller e Landen Jr. (1999). Pesou-se aproximadamente 2,0 g das amostras amêndoa de baru, de amendoim e de castanha-do-pará em tubo de centrífuga cônico. Em seguida, adicionou-se 8 mL de álcool etílico absoluto e procedeu-se a agitação por aproximadamente 30 segundos no vortex, com adição de 10 mL de água destilada, e nova agitação por 30 segundos no vortex. Posteriormente, acrescentou-se 8 mL de hexano e agitou-se por 30 segundos no vortex. Logo após, as amostras foram centrifugadas a 3.500 rpm por 5 minutos. Após a centrifugação, retirou-se a camada superior, que foi submetida à filtração (filtros de 0,45 µm).

A seguir, procedeu-se a construção da curva padrão. Para tanto, preparou-se uma solução pool, utilizando α -tocoferol e δ -tocoferol, que foram dissolvidos em metanol, e as diluições foram realizadas a partir dessa solução. As amostras foram injetadas em duplicata no aparelho HPLC (marca Gilson[®]), em coluna do tipo ODS2, 10 cm x 4.6 mm (marca ES). As determinações de vitamina E das amostras foram realizadas no CPA da Escola de Veterinária da UFG.

4.2.3 Perfil de ácidos graxos

Os lipídios das amêndoas de baru, do amendoim e da castanha-do-pará foram extraídos das amostras pela técnica de Bligh e Dyer (1959) e secos com auxílio de gás nitrogênio a frio durante duas horas. A análise quantitativa dos ácidos graxos foi realizada segundo os procedimentos de Maia (1992), por meio de esterificação dos ácidos graxos. As análises foram feitas em cromatógrafo a gás (marca Finnigan Focus GC Thermo Electro Corporation), com temperatura de forno inicial de 130°C, (com elevação de temperatura de 1,0 °C por minuto até atingir a temperatura final de 225°C), com injetor a 220°C e detector FID a 230°C. A coluna capilar cromatográfica utilizada para as determinações foi a FAMEWAX (marca Restek - crossbond polietilenoglicol) com 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 μ m de espessura. Os cromatogramas foram obtidos mediante a injeção manual de 1,0 μ L da amostra em triplicata, e as identificações dos picos de ácidos graxos foram feitas por comparação com os tempos de retenção dos padrões. As análises dos perfis de ácidos graxos das amostras foram realizadas no Centro de Pesquisa em Alimentos (CPA) da Escola de Veterinária da UFG.

4.3 AVALIAÇÃO DO PERFIL SÉRICO E DA PEROXIDAÇÃO DE LIPÍDIOS

4.3.1 Avaliação biológica

Para a realização do ensaio biológico foram utilizados ratos machos, adultos jovens, da linhagem Wistar, com pesos entre 180g e 220g. Os ratos foram distribuídos aleatoriamente em grupos, segundo delineamento por blocos casualizados, contendo 6 tratamentos com 8 repetições (Figura 1). Os animais foram mantidos em gaiolas individuais de aço galvanizado durante 10 semanas, compreendendo um período preliminar de sete dias para adaptação à dieta, sob condições ambientais padronizadas, com ciclo claro-escuro de 12 h, temperatura média de 20° C e umidade média de 60%, com trocas de ar freqüentes. A água filtrada foi

oferecida *ad libitum*. Foram elaboradas cinco dietas hiperlipídicas e uma dieta padrão (Figura 1 e Tabela 6), segundo formulação básica preconizada por AIN-93G (REEVES; NIELSEN; FAHEY, 1993). A dieta AIN-93G é uma formulação completa que atende as necessidades dos ratos em crescimento e foi utilizada nesse modelo com ratos adultos jovens, por causa das alterações metabólicas decorrentes da dieta hiperlipídica. O modelo para indução de hipercolesterolemia em ratos geralmente utiliza colesterol (em proporções variadas), ácido cólico e uma fonte lipídica, sendo a banha, o óleo de soja e o óleo de girassol, as fontes comumente usadas (MATOS et al., 2005). No presente estudo, a banha foi adicionada em todas as dietas, exceto na dieta padrão, na proporção de 5% para as dietas experimentais, de acordo com o estudo de Cintra et al. (2006), e como fonte lipídica principal no grupo controle-banha (Tabela 6). O ácido cólico foi utilizado para aumentar o efeito hipercolesterolêmico do colesterol adicionado à dieta, uma vez que ele interfere na excreção hepatoiliar de colesterol (RIEDIGER et al., 2008).

A composição das dietas e os respectivos teores de proteínas e lipídios estão apresentados na Tabela 6. A amêndoa de baru, o amendoim e a castanha-do-pará não foram desengorduradas na confecção das dietas para conservar suas características naturais. Na Tabela 7 estão mostrados os perfis de ácidos graxos da banha e do azeite utilizados na elaboração das dietas.

Ao final do 2º mês, após jejum de 12 horas, os ratos foram anestesiados com mistura de 8,75% de Ketamina® e 1,25% de Xilasina® que foi dosada, para cada rato, na proporção de 0,2 mL por 100 g de peso, de acordo com o protocolo da *Cornell Center for Animal Resources and Education* (FLECKNELL, 1996). Em seguida, o sangue foi coletado por punção cardíaca (5 mL) para as análises do perfil lipídico. A punção cardíaca consiste na retirada de sangue do animal sedado, ainda com batimentos cardíacos, por meio da incisão de uma seringa de 5 mL com agulha de 20 x 5,5 BD sobre a cavidade torácica do animal até atingir o coração. Após a eutanásia, por hipovolemia, os animais foram dissecados para coleta de material biológico para análises. As carcaças dos animais foram devidamente acondicionadas em sacos especiais para material biológico e desprezadas em lixo infectante do Hospital das Clínicas (HC-UFG). O ensaio biológico foi conduzido no Laboratório de Nutrição Experimental (Lanute) da Faculdade de Nutrição da UFG. Todos os procedimentos com os animais foram realizados de acordo com os princípios éticos preconizados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) (DE LUCA et al., 1990), e o protocolo experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Goiás (Protocolo nº 153/08).

Tabela 6. Composição das dietas experimentais

Componente (g.100g ⁻¹ de dieta)	Dieta ¹					
	padrão	controle- banha	controle- azeite	amêndoa de baru	amendoim	castanha- do-pará
Caseína	21,10	21,10	21,10	12,35	10,67	17,48
Amêndoa de baru	-	-	-	35,38	-	-
Amendoim	-	-	-	-	30,51	-
Castanha-do-pará	-	-	-	-	-	23,03
L-cistina	0,32	0,32	0,32	0,19	0,16	0,26
Óleo de soja	6,68	-	-	-	-	-
Azeite	-	-	15,00	-	-	-
Banha ²	-	20,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Colesterol ³	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ácido cólico ³	-	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Celulose ⁴	5,00	5,00	5,00	0,90	2,52	3,18
Mistura salina	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Bitartarato de colina	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Mistura vitamínica	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Amido de milho	62,15	47,73	47,73	40,33	45,29	45,20
% Proteína ⁵	17,00	17,62	18,96	18,29	18,76	18,61
% Lipídios ⁵	6,58	19,82	19,67	20,29	20,10	20,17
VET (kcal.100g ⁻¹) ⁶	413	479	478	481	480	481

¹ Segundo Reeves, Nielsen e Fahey Jr. (1993). Padrão com 7% de lipídios (referência); controle banha com 15% de lipídios oriundos da banha; controle azeite com 15% de lipídios provenientes do azeite; amêndoa de baru torrada (15% de lipídios); amendoim torrado (15% de lipídios); castanha-do-pará *in natura* (15% de lipídios).

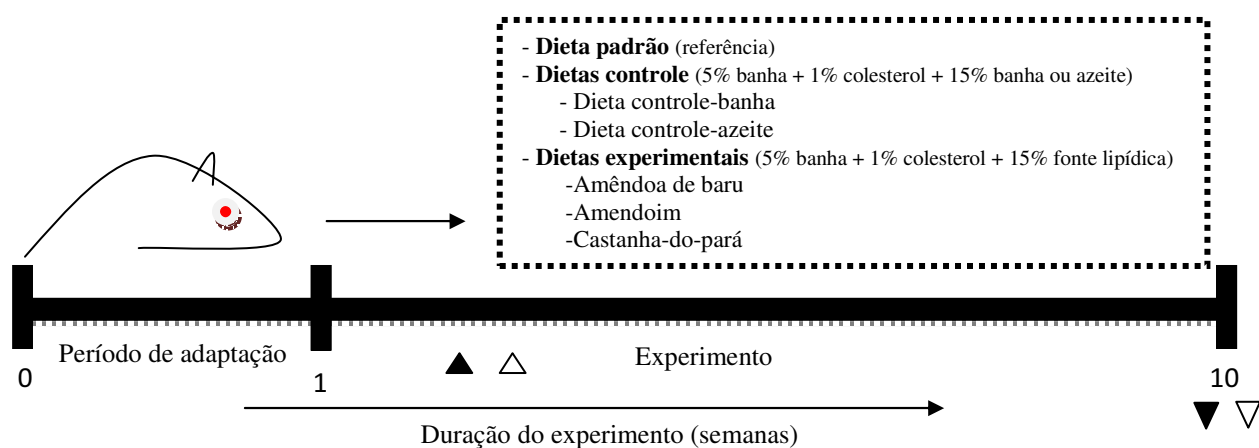
² Produto da marca Sadia[®]. Proporção adicionada segundo Cintra et al. (2006).

³ Proporção adicionada de acordo com Riediger et al. (2008).

⁴ Celulose (5%): adicionada às dietas experimentais de acordo com o teor de fibra dos alimentos testados - amêndoa de baru e amendoim (FERNANDES et al., 2010) e castanha-do-pará (NEPA, 2006).

⁵ Resultados das análises químicas das dietas formuladas.

⁶ Valor Energético Total das dietas, calculado por meio dos fatores de conversão de 4, 4 e 9 para proteínas, carboidratos e lipídios, respectivamente (MERRIL; WATT, 1973).

**Figura 1.** Representação esquemática do desenho experimental.

- ▲ Controle de ingestão de dieta 3x/semana △ Controle de peso 2x/semana
 ▼ Coleta de sangue por punção cardíaca ▽ Coleta do fígado para análises

4.3.2 Análise do perfil sérico lipídico

O colesterol total, triacilgliceróis e HDL-c foram determinados por meio de kits comerciais da Labtest® (Labtest Diagnóstica S.A., Brasil), de acordo com os procedimentos recomendados no protocolo do kit, sendo a leitura feita em espectrofotômetro (SpectraMax M-5, Molecular Advices).

Tabela 7. Perfil de ácidos graxos das fontes lipídicas utilizadas nas dietas experimentais

Ácido graxo ¹ (%)	Azeite de oliva	Banha	Óleo de soja
Saturados	14,41	37,57	13,70
C14:0	ND	1,29	ND
C16:0	12,88	24,96	11,00
C17:0	ND	0,28	0,08
C18:0	1,53	11,04	2,19
C20:0	ND	ND	0,18
C22:0	ND	ND	0,25
Monoinsaturados	75,89	45,82	23,84
C16:1	1,29	2,18	ND
C17:1	ND	0,23	ND
C18:1 n9	74,45	42,86	23,67
C20:1 n9	ND	0,55	0,17
C24:1 n9	0,15	ND	ND
Poliinsaturados	9,17	16,11	62,13
C18:2 n6	8,25	15,28	55,83
C18:3 n6	0,65	0,22	ND
C18:3 n3	0,24	0,22	6,30
C20:2 n6	0,03	0,25	ND
C20:3 n6	ND	0,14	ND
ω-6/ω-3²	34,4	69,4	8,86

¹Valores constituem médias de três repetições. ND= não detectado.

² Relação entre ácidos graxos linoléico (ω -6) e linolênico (ω -3).

4.3.3 Determinação de proteína hepática

Foi realizada determinação de proteína do tecido hepático para correção dos resultados obtidos para malondialdeído e GSH. As proteínas foram dosadas por kit comercial (Labtest Diagnóstica S.A., Brasil), sendo a leitura feita em espectrofotômetro (SpectraMax M-5, Molecular Advices).

4.3.4 Malondialdeído total hepático (MDA)

Esta análise foi feita de acordo com o método proposto por Gerard-Monnier et al. (1998), com algumas adaptações. Para a dosagem de MDA pesou-se 100 mg de tecido hepático o qual foi homogeneizado em 1 mL de solução de KCl 1%. Desse homogenato foram retirados 200 μ L e transferidos a um eppendorff. A este homogenato foi adicionado 650 μ L de solução de 10 mM de 1-metil-2-fenilindol em acetonitrila e metanol (2:1, v/v) e 150 μ L de HCl puro (37%). Logo após, os eppendorfs foram agitados em vortex e incubados em banho-maria a 45°C por 40 minutos. Após, os eppendorfs foram centrifugados a 4000 rpm por 15 minutos, e do sobrenadante foi feita a leitura de absorbância com comprimento de onda de 586 nm.

A concentração de MDA foi calculada por meio da construção de uma curva de 1,1,3,3- tetrametoxipropano (TMP) hidrolisado. A hidrólise do TMP foi feita diluindo-se 25 μ L de TPM em 10 mL de H₂SO₄ 1%. Essa solução permaneceu em temperatura ambiente por duas horas. Logo após, retirou-se 83 μ L que foram diluídos com água mili-Q em um balão de 10 mL (concentração final de 100 μ M). Dessa solução foi retirado 1mL e feita uma nova diluição em balão de 10 mL, deixando esta solução com concentração de 10 μ M, da qual foram feitas diluições seriadas para a obtenção da curva padrão.

4.3.5 Glutationa reduzida hepática (GSH)

A GSH hepática foi analisada segundo método descrito por Sedlack e Lindsay (1968). Pesou-se 100 mg de fígado e procedeu-se a homogeneização em potter com 2,0 mL de solução tampão EDTA (0,02 M), sendo este processo realizado com o auxílio de béquer com gelo para suporte do tubo. Em seguida, foram adicionados mais 2 mL de EDTA (0,02 M) com posterior retirada de 2,5 mL do homogenato, que foi transferido para outro tubo com adição de 2 mL de água milli Q e 0,5 mL de ácido tricloroacético (TCA) a 50 %. Após 15 minutos com agitação ocasional do tubo, este foi centrifugado por mais 15 minutos (4000 rpm/temperatura ambiente) e 1,0 mL do sobrenadante foi retirado e transferido para outro tubo. Posteriormente, acrescentou-se 2,0 mL de tampão TRIS-HCl (0,4 M pH= 8,9) e 50 μ L de ácido dinitrobenzóico (DTNB - 0,01 M em metanol). A leitura foi realizada em espectrofotômetro (SpectraMax M-5, Molecular Advices) no comprimento de onda de 412 nm, 5 minutos após a adição do DTND, contra um branco com EDTA (0,02 M) em lugar do sobrenadante. A concentração foi calculada utilizando-se uma curva padrão de GSH em EDTA (0,02 M).

4.3.6 Concentração de vitamina E hepática

A análise de vitamina E hepática foi realizada conforme descrito por Arnaud et al. (1991). Pesou-se 200 mg de tecido hepático e, em seguida, adicionou-se 500 µL da mistura etanol+BHT+NaOH e procedeu-se à trituração. Em seguida, as amostras foram incubadas em banho-maria a 50 °C por 40 minutos, com posterior agitação em vortex por 1 minuto. Após, as amostras foram centrifugadas (5 minutos a 3500 rpm) e, em seguida, transferiu-se 200 µL para outro tubo. As amostras foram submetidas à secagem em nitrogênio, e congeladas em freezer -80°C até o momento da injeção em HPLC (coluna tipo C-18, Shimpack CLC-ODS 4,6 x 25 cm e fluxo de 2,0 mL/min). A concentração foi calculada por meio de um padrão externo e interno de α -tocoferol.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados das análises químicas e das análises do material biológico foram submetidos à análise de variância e teste para comparação de médias (Tukey, a 5% de probabilidade). Os cálculos estatísticos foram efetuados com auxílio do programa Excel-versão 2007 e do programa STATISTICA (Stat Soft Inc., versão 7, 2004, Tulsa, EUA).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA AMÊNDOA DE BARU, DO AMENDOIM E DA CASTANHA-DO-PARÁ

5.1.1 Composição centesimal

A amêndoa de baru, o amendoim e a castanha-do-pará apresentaram baixo teor de umidade quando torradas a 140°C durante trinta minutos (Tabela 8), o que é favorável ao aumento da vida de prateleira desses alimentos. Vale acrescentar que amêndoas de baru *in natura* já contêm naturalmente um baixo teor de umidade, de aproximadamente 6,0 g.100g⁻¹ (TAKEMOTO et al., 2001; TOGASHI; SGARBIERI, 1994; VALLILO; TAVARES; AUED, 1990) e, em geral, as sementes comestíveis e as nozes possuem baixa atividade de água, entre 0,6 e 0,7 (BRUFAU; BOATELLA; RAFECAS, 2006).

A amêndoa de baru e o amendoim apresentaram uma elevada concentração de proteínas, valores superiores ao dobro do encontrado para a castanha-do-pará (Tabela 8). O conteúdo protéico da amêndoa de baru foi similar à média relatada na literatura, de 25,69 g.100g⁻¹ (FERNANDES et al., 2010; TAKEMOTO et al., 2001; TOGASHI; SGARBIERI, 1994; VALLILO; TAVARES; AUED, 1990). Em comparação a outras nozes, o conteúdo protéico da amêndoa de baru e do amendoim (Tabela 8) foi bem superior ao encontrado para a castanha-de-caju, amêndoa, avelã, macadamia e pistache (7,50 g.100g⁻¹ a 19,80 g.100g⁻¹), conforme constatado por Venkatachalam e Sathe (2006). Embora, para as nozes em geral, a treonina e a lisina constituam os principais aminoácidos limitantes, as nozes e sementes comestíveis podem ser boas fontes complementares de proteínas, uma vez que a treonina não é tipicamente limitante em outros alimentos (BRUFAU; BOATELLA; RAFECAS, 2006). Assim, apesar de suas limitações em alguns aminoácidos essenciais, a amêndoa de baru e o amendoim constituem alimentos com boa qualidade protéica, e podem fazer parte de dietas saudáveis e de dietas à base de vegetais e, ainda, de alimentos processados (FERNANDES et al., 2010).

Tabela 8. Composição centesimal e valor energético da amêndoa de baru, do amendoim e da castanha-do-pará

Componente (g.100g ⁻¹)	Semente/Noz ¹		
	amêndoa de baru	amendoim	castanha-do-pará
Umidade	3,17 ± 0,11 ^a	1,94 ± 0,11 ^c	2,35 ± 0,04 ^b
Proteína (N x 6,25)	28,94 ± 0,30 ^a	29,15 ± 0,46 ^a	13,36 ± 0,03 ^b
Lipídios	42,40 ± 0,65 ^c	49,11 ± 1,29 ^b	65,13 ± 0,98 ^a
Carboidratos	10,79	5,48	6,05
Fibra alimentar total	11,70 ± 0,20 ^a	11,9 ± 0,10 ^a	9,53 ± 0,06 ^b
Fibra solúvel	2,4 ± 0,10 ^b	2,87 ± 0,15 ^a	1,50 ± 0,00 ^c
Fibra insolúvel	9,30 ± 0,10 ^a	9,03 ± 0,06 ^b	8,03 ± 0,06 ^c
Cinzas	3,01 ± 0,04 ^b	2,42 ± 0,03 ^c	3,58 ± 0,02 ^a
VET (kcal)	574,01 ± 6,15 ^b	580,48 ± 6,28 ^b	663,81 ± 4,98 ^a
Densidade energética (kcal/g)	5,74	5,80	6,63

¹ Valores constituem médias ± desvios-padrão de três repetições, exceto fibra alimentar total, fibra solúvel e fibra insolúvel; carboidratos estimados por diferença; e valor energético (VET), estimado por meio dos fatores de conversão de 4, 4 e 9 para proteínas, carboidratos e lipídios respectivamente (MERRIL; WATT, 1973). Em uma mesma linha, médias com letras iguais não apresentam diferenças significativas (p>0,05, teste de Tukey).

O teor de lipídio da castanha-do-pará foi superior (p<0,05) aos das sementes comestíveis (Tabela 8). É importante lembrar que, embora o baixo conteúdo de água auxilie na preservação desses alimentos por um longo período, o alto teor de lipídios pode favorecer a rancificação (BRUFAU; BOATELLA; RAFECAS, 2006). Por causa do elevado teor de proteínas e lipídios, as sementes comestíveis e a noz constituem uma ótima fonte energética, conforme mostrado na Tabela 8. De acordo com a densidade energética (razão entre o conteúdo de energia em kcal e o peso), os alimentos podem ser classificados em quatro grupos: alimentos com muito baixa densidade energética (<0,6 kcal.g⁻¹); alimentos com baixa densidade energética (0,6 – 1,5 kcal.g⁻¹); alimentos com média densidade energética (1,5 – 4,0 kcal.g⁻¹); e alimentos com alta densidade energética (> 4 kcal.g⁻¹) (BRUFAU; BOATELLA; RAFECAS, 2006). Nesse sentido, a amêndoa de baru, o amendoim e a castanha-do-pará podem ser considerados alimentos de alta densidade energética (Tabela 8). Entretanto, como abordado por Rajaram e Sabaté (2006), estudos sugerem que a adição de nozes à dieta habitual de indivíduos saudáveis não promove ganho de peso, podendo, eventualmente, auxiliar na redução ponderal. Este fato pode ser explicado por três hipóteses principais, conforme revisado por Garcia-Lorda, Megias-Rangil e Salas-Savadó (2003) e Sabaté (2003): (1) a absorção da energia das nozes ocorre de forma incompleta, provavelmente por causa da estrutura dos grânulos de armazenamento de lipídios que impede a liberação completa dos ácidos graxos durante a digestão; (2) a ingestão de nozes promove a saciedade, por

constituírem alimentos com alto teor de fibras; e (3) as nozes podem aumentar o gasto energético de repouso e a termogênese induzida pela dieta.

A amêndoa de baru e o amendoim apresentaram alto teor de fibra alimentar (Tabela 8), segundo os parâmetros estabelecidos pela Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998 da ANVISA (BRASIL, 1998). Na referida Portaria, o conteúdo de 6 g.100 g⁻¹ de fibra define um alimento sólido como sendo de alto teor de fibra alimentar. O teor de fibra alimentar da castanha-do-pará foi inferior aos valores constatados para a amêndoa de baru e amendoim, mas ela também constitui um alimento com alto teor de fibra. Ressalta-se que a maior parte da fibra alimentar das sementes comestíveis e da noz estudadas é do tipo insolúvel (Tabela 8). O conteúdo de fibras insolúveis reforça o uso potencial desses alimentos, sobretudo por causa dos efeitos fisiológicos desse tipo de fibra, como o aumento do volume fecal e redução do tempo de trânsito intestinal, dentre outros, o que é relevante na prevenção e tratamento de várias doenças (ROBERFROID et al., 2010).

As sementes comestíveis e a noz também apresentaram um teor considerável de cinzas, em torno de 3,0 g.100g⁻¹, semelhante ao relatado na literatura (FREITAS, 2009; TAKEMOTO et al., 2001; TOGASHI; SGARBIERI, 1994; VALLILO; TAVARES; AUED, 1990).

Assim, a composição favorável em macronutrientes (Tabela 8) reforça o uso potencial dessas sementes comestíveis e da noz, especialmente a amêndoa de baru, que é nativa do Cerrado, em substituição ou associada a outras nozes em diversas preparações culinárias, bem como em formulações industrializadas, enriquecendo o valor nutricional desses alimentos. Esses alimentos devem ser preferencialmente consumidos nos lanches, sendo que uma porção de 20 g das sementes comestíveis (amêndoa de baru: 14 unidades; amendoim: 25 unidades) fornece, em média, 116 kcal e uma porção de 20 g de castanha-do-pará (5 unidades) corresponde a 133 kcal. Essa porção foi calculada a partir da média da porção estabelecida para sementes, amendoim e castanha-do-pará no estudo de Jenab et al. (2010) conduzido em dez países da Europa, visto que não há estudos com a avaliação do consumo e do tamanho da porção de sementes comestíveis e nozes no Brasil.

5.1.2 Composição em nutrientes antioxidantes

A amêndoa de baru e a castanha-do-pará apresentaram teores consideráveis de zinco (Tabela 9), com valores superiores aos encontrados para o amendoim ($p < 0,05$). Ressalta-se que o teor desse mineral constatado na amêndoa de baru está próximo à média dos valores relatados na literatura (FERNANDES et al., 2010; TAKEMOTO et al., 2001; VALILLO;

TAVARES; AUED, 1990). As sementes comestíveis e a noz constituem alimentos ricos em zinco, pois satisfazem 30% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de referência por 100g de alimento sólido, segundo a Portaria nº 27/98 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1998; IOM, 2002). Uma porção de 20 g das sementes comestíveis ou da noz satisfaz, em média, 12% da IDR para o zinco (Tabela 9).

Tabela 9. Composição em zinco e selênio da amêndoa de baru, do amendoim e da castanha-do-pará e porcentagem da Ingestão Diária Recomendada por porção

Semente/Noz	Mineral ¹		Porção 20g ² (% da IDR ³)	
	zinco (mg.100g ⁻¹)	selênio (µg.100 g ⁻¹)	zinco	selênio
Amêndoa de baru	6,74 ± 0,04 ^b	0,26 ± 0,03 ^b	1,35 (12,3)	0,05 (0,1)
Amendoim	6,28 ± 0,23 ^c	0,52 ± 0,11 ^b	1,26 (11,4)	0,10 (0,2)
Castanha-do-pará	7,52 ± 0,20 ^a	100,81 ± 11,07 ^a	1,50 (13,6)	20,16 (36,6)

¹ Valores correspondem a três determinações. Em uma mesma coluna, médias com letras iguais não apresentam diferenças significativas (p>0,05, teste de Tukey).

² Porção estabelecida de acordo com Jenab et al. (2010). Peso médio de 1 amêndoa de baru= 1,4 g [porção de 20 g corresponde a 14 unidades] (FREITAS, 2009); peso médio de 1 amendoim= 0,8 g [porção de 20 g corresponde a 25 unidades]; peso médio de 1 castanha-do-pará= 4g [porção de 20 g corresponde a 5 unidades] (SOUZA; MENEZES, 2004).

³ Ingestão Diária Recomendada (IDR) para adultos saudáveis: Zn= 11 mg/dia (IOM, 2002); Se= 55 µg/dia (IOM, 2000).

Em relação ao teor de selênio, constatou-se conteúdo superior na castanha-do-pará em relação às sementes comestíveis estudadas (Tabela 9). É válido destacar que o conteúdo de selênio e sua forma química, tanto em alimentos de origem animal, quanto de origem vegetal, são influenciados por condições ambientais e, sobretudo, pelo solo da região, conforme constatado por Parekh et al. (2008), em estudo com castanha-do-pará oriunda de diferentes países, cujo teor variou entre 160 µg.100g⁻¹ e 2.020 µg.100g⁻¹. A amêndoa de baru e o amendoim apresentaram baixos teores de selênio (Tabela 9), sendo o conteúdo deste mineral inferior ao encontrado para a amêndoa, avelã e pistache (Tabela 3).

Essa composição em minerais antioxidantes é bastante relevante para a saúde, uma vez que o zinco e o selênio atuam como cofatores de enzimas antioxidantes que impedem e/ou controlam a formação de radicais livres e espécies não-ramificadas envolvidas no estresse oxidativo (VINCENT; INNES; VINCENT, 2007).

O α-tocoferol também é um antioxidante importante na proteção de lipídios das membranas contra a peroxidação lipídica, pois interage com os radicais alcóxil e peróxil convertendo-os em alcoóis e hidroperóxidos, e formando o radical cromanol, que é pouco reativo (FERRAZ; STELUTI; MARCHIONI, 2010). A redução da peroxidação lipídica pela vitamina E foi confirmada por Roberts et al. (2007), que relataram uma tendência linear entre

o aumento da dose de vitamina E e a redução nos níveis de F2-isoprostanos, substância derivada da oxidação de lipídios.

O conteúdo de vitamina E das sementes comestíveis e da noz está mostrado na Tabela 10. Observou-se que o amendoim apresentou o teor de vitamina E mais elevado, seguido da amêndoa de baru (Tabela 10). De acordo com a literatura, o amendoim contém cerca de 7 mg. 100⁻¹ de α -tocoferol (COZZOLINO, 2007), valor inferior ao encontrado neste trabalho (Tabela 10). No caso da amêndoa de baru, foi encontrado apenas um estudo na literatura que relata o teor de α -tocoferol da amêndoa, cujo valor foi bem inferior (5 mg.100g⁻¹) (TAKEMOTO et al., 2001), em relação ao teor constatado no presente estudo (Tabela 10). A castanha-do-pará apresentou o menor valor de vitamina E (Tabela 10), em contraste ao relatado por Ryan et al. (2006), de 82,9 m.g⁻¹ para o α -tocoferol.

Tabela 10. Conteúdo de vitamina E da amêndoa de baru, do amendoim e da castanha-do-pará

Semente/Noz	Vitamina E mg.100 g ⁻¹ (α -TE) ¹	% da IDR ²
Amêndoa de baru	21,40 $\pm$ 1,40 ^b	143
Amendoim	41,98 $\pm$ 1,67 ^a	280
Castanha-do-pará	5,96 $\pm$ 0,11 ^c	40
<u>Porção 20g³</u>		
Amêndoa de baru (14 unidades)	4,28 $\pm$ 0,28	28
Amendoim (25 unidades)	8,40 $\pm$ 0,33	56
Castanha-do-pará (5 unidades)	1,20 $\pm$ 0,02	8

¹Valores de α -tocoferol (α -TE) constituem média $\pm$ desvio-padrão de duas repetições. Em uma mesma coluna, médias com letras iguais não apresentam diferenças significativas (p>0,05, teste de Tukey).

² Ingestão diária recomendada (IDR) de vitamina E= 15 mg/dia (IOM, 2000).

³ Porção estabelecida conforme explicado na Tabela 9.

Considerando a composição em nutrientes antioxidantes das sementes comestíveis e da noz, uma porção de 20 g de amêndoa de baru, fornece, em quantidade de nutrientes antioxidantes: 1,4 mg de zinco, 0,05 μ g de selênio e 4,3 mg de vitamina E. Para o amendoim, a mesma porção corresponde à ingestão de 1,3 mg de zinco, 0,1 μ g de selênio e 8,4 mg de vitamina E. Por último, a ingestão de 20 g de castanha-do-pará fornece 1,5 mg de zinco, 20,2 μ g de selênio e 1,2 mg de vitamina E. Assim, essas sementes comestíveis e a noz podem ser incluídas em dietas saudáveis, pois podem contribuir com a ingestão diária de nutrientes antioxidantes, como o zinco, selênio e vitamina E.

5.1.3 Composição em ácidos graxos

A castanha-do-pará apresentou a maior proporção em ácidos graxos saturados (conteúdo 1,5 vezes superior, em média), com diferença significativa ($p < 0,05$) em relação às sementes comestíveis (Tabela 11). Esta proporção foi similar à média de ácidos graxos saturados da castanha-do-pará (25,47%) reportada em estudos prévios (FREITAS, 2009; RYAN et al., 2006; VENKATACHALAM; SATHE, 2006). Por outro lado, na amêndoa de baru foi constatado o menor teor de ácidos graxos saturados, com destaque para a baixa proporção de ácido graxo palmítico (Tabela 11), comparável ao relatado por Freitas (2009) e inferior aos encontrados nos primeiros estudos com essa amêndoa (TOGASHI; SGARBIERI, 1994; VALLILO; TAVARES; AUED, 1990). O amendoim apresentou teor de ácidos graxos saturados um pouco mais elevado ($p < 0,05$) do que a amêndoa de baru (Tabela 11) e do que o valor relatado na literatura para a variedade Runner, de 14,1% (JONNALA; DUNFORD; CHENAULT, 2005), porém muito próximo ao encontrado para o amendoim da mesma variedade (HPS) e procedência (19%) (FREITAS, 2009).

Em relação aos ácidos graxos monoinsaturados, a amêndoa de baru e o amendoim destacam-se pelo conteúdo elevado de ácido graxo oléico (Tabela 11) em comparação à castanha-do-pará, o que também foi constatado por Freitas (2009). O conteúdo de monoinsaturados da amêndoa de baru é 1,3 vezes superior ao da castanha-do-pará. Ao contrário, os ácidos graxos poliinsaturados foram encontrados em maior proporção na castanha-do-pará (1,8 vezes superior ao da amêndoa de baru - Tabela 11), conforme também constatado em trabalho anterior, de 45,5% (FREITAS, 2009). No presente estudo, o ácido graxo α -linolênico (ω -3) não foi detectado na amêndoa de baru (Tabela 11), apesar de ter sido quantificado em outros trabalhos (FREITAS, 2009; VALLILO; TAVARES; AUED, 1990; TOGASHI; SGARBIERI, 1994). No estudo de Freitas (2009), a amêndoa de baru apresentou uma relação de ácidos graxos ω -6: ω -3 bem melhor (ω -6: ω -3= 9) do que a da castanha-de-caju (ω -6: ω -3= 93), sendo esta relação cerca de dez vezes menor na amêndoa de baru. Ressalta-se que o amendoim apresentou relação ω -6: ω -3 inferior (Tabela 11) ao constatado anteriormente para a variedade Runner, de 126:1 (JONNALA; DUNFORD; CHENAULT, 2005) e maior concentração de ácido α -linolênico. O ácido α -linolênico não foi detectado para o amendoim (variedade HPS) no estudo de Freitas (2009). Nesse sentido, recomenda-se a ingestão de alimentos com razão equilibrada de ω -6: ω -3, especialmente porque a alta ingestão de ácido graxo linoléico associada ao baixo consumo de ácido graxo linolênico, pode ser um fator de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (OMS, 2003).

Tabela 11. Composição em ácidos graxos da amêndoa de baru, do amendoim e da castanha-do-pará

Ácido graxo (%)	Semente/Noz ¹		
	amêndoa de baru	amendoim	castanha-do-pará
<u>Saturados</u>	12,98 ± 0,76^c	16,72 ± 0,19^b	22,43 ± 0,37^a
C10:0	ND	0,04 ± 0,01	ND
C11:0	ND	0,03 ± 0,00	ND
C12:0	0,12 ± 0,01	ND	ND
C14:0	0,18 ± 0,03 ^a	ND	0,04 ± 0,00 ^b
C16:0	5,94 ± 0,48 ^c	12,05 ± 0,22 ^b	14,15 ± 0,03 ^a
C17:0	0,04 ± 0,00	0,06 ± 0,00	0,06 ± 0,00
C18:0	5,42 ± 0,26 ^c	3,26 ± 0,10 ^b	7,99 ± 0,34 ^a
C20:0	1,27 ± 0,03 ^a	ND	0,09 ± 0,00 ^b
C21:0	ND	1,01 ± 0,01	ND
C22:0	ND	0,19 ± 0,12	ND
C23:0	ND	0,08 ± 0,01	ND
C24:0	ND	ND	0,09 ± 0,00
<u>Monoinsaturados</u>	45,49 ± 2,01^a	37,42 ± 0,84^b	33,74 ± 0,32^b
C14:1 n5	ND	0,05 ± 0,00	ND
C16:1	ND	0,03 ± 0,01	ND
C17:1	0,05 ± 0,01	ND	ND
C18:1 n9	41,41 ± 2,08 ^a	37,29 ± 0,84 ^{a,b}	33,66 ± 0,33 ^b
C20:1	0,13 ± 0,00	ND	ND
C24:1 n9	3,90 ± 0,08 ^a	0,06 ± 0,01 ^b	0,07 ± 0,01 ^b
<u>Poliinsaturados</u>	24,79 ± 1,31^c	35,71 ± 0,88^b	43,77 ± 0,04^a
C18:2 n6	24,40 ± 1,31 ^c	34,02 ± 0,85 ^b	43,77 ± 0,04 ^a
C18:3 n3	ND	1,50 ± 0,01	ND
C20:2	0,10 ± 0,02 ^a	0,02 ± 0,00 ^b	ND
C22:6 n3 DHA	0,29 ± 0,02 ^a	0,17 ± 0,02 ^b	ND
ω-6/ω-3²	-	23	-

¹Valores constituem médias ± desvios-padrão de três repetições. Valores sombreados: destaque para os teores elevados de C18:1 e C18:2 das sementes comestíveis e da noz. ND= não detectado. Em uma mesma linha, médias com letras iguais não apresentam diferenças significativas (p>0,05, teste de Tukey).

² Relação entre ácidos graxos linoléico (ω-6) e linolênico (ω-3).

É válido salientar que o consumo crônico de nozes e seu possível efeito deletério à saúde, especialmente aquelas que são muito ricas em ácidos graxos poliinsaturados, tem sido investigado, uma vez que estes ácidos graxos são mais suscetíveis à oxidação (LÓPEZ-URIARTE et al., 2010). Entretanto, este efeito deletério ainda não é totalmente elucidado em estudos com a noz, que é rica em ácidos graxos poliinsaturados, conforme mostrado na revisão da presente dissertação (Tabela 4), e o efeito da ingestão dessa noz na oxidação tende

a se agravar quando ela substitui outros alimentos ricos em ácidos graxos monoinsaturados (MUNOZ et al., 2001).

5.2 EFEITO DA INGESTÃO DE AMÊNDOA DE BARU, AMENDOIM E CASTANHA-DO-PARÁ NO PERFIL SÉRICO E NA PEROXIDAÇÃO DE LIPÍDIOS

5.2.1 Evolução de peso e consumo de dieta

O peso inicial dos animais não diferiu significativamente entre os grupos, o que garantiu a homogeneidade das unidades experimentais (Tabela 12). Após 10 semanas de experimento, os grupos experimentais apresentaram pesos finais similares, exceto os ratos do grupo que recebeu amêndoa de baru (Tabela 12). Na Figura 2 está mostrada a evolução de peso dos animais submetidos a diferentes dietas hiperlipídicas por 9 semanas. Todos os animais apresentaram uma tendência linear positiva de evolução do peso corpóreo em função do tempo, sendo que os valores do coeficiente de determinação (R^2) para todas as retas de evolução de peso foram superiores a 0,81. Observou-se que a taxa de crescimento dos animais, que constitui o coeficiente angular da reta de regressão linear foi, em média, de 14,84, para os ratos dos grupos padrão, controle-banha e controle-azeite. Os grupos amendoim e castanha-do-pará apresentaram taxa média de crescimento de 14,06 e, para o grupo baru, constatou-se a menor taxa de crescimento, de 7,39. Entre os grupos experimentais, a castanha-do-pará promoveu o maior ganho de peso, cuja taxa de crescimento foi duas vezes superior à da amêndoa de baru, sendo que o ganho de peso dos ratos do grupo amêndoa de baru foi significativamente inferior ($p < 0,05$) aos dos demais grupos.

Vale ressaltar que o menor ganho de peso dos animais que receberam a dieta com amêndoa de baru pode ser favorável, uma vez que evidências epidemiológicas têm sugerido que as sementes comestíveis e as nozes, embora sejam alimentos com elevada densidade energética, não estão associadas com o ganho de peso (MARTÍNEZ-GONZÁLEZ; BASTRO, 2010). De acordo com Mattes e Dreher (2010), a ingestão de sementes comestíveis e de nozes também provoca sensação de saciedade, sobretudo por causa do conteúdo considerável de proteínas e fibras desses alimentos, além da necessidade de mastigação intensa durante o consumo destas. Alguns autores também sugerem que a ingestão de sementes comestíveis e de nozes está associada com o aumento do gasto energético ou termogênese (CASAS-AGUSTENCH et al., 2009).

Não existem referências na literatura que possam justificar esse menor ganho de peso dos animais que receberam a dieta com amêndoa de baru, sobretudo porque a relação entre o consumo de nozes e a redução do ganho de peso ainda não foi totalmente elucidada. Em estudo para avaliação da qualidade protéica da amêndoa de baru e do amendoim, observou-se ganho de peso adequado de ratos recém-desmamados que receberam a dieta com amêndoa de baru durante 28 dias de experimento (fase de estirão do crescimento de ratos), sendo que o ganho de peso foi superior para os animais tratados com amêndoa de baru, em relação ao grupo que recebeu dieta com amendoim (FERNANDES et al., 2010). Ainda, alguns autores observaram maior ganho de peso em animais com dieta rica em ácidos graxos poliinsaturados, principalmente C18:2 n-6 (MAKNI et al., 2010; RIEDIGER et al., 2008), o que poderia explicar, em parte, o maior ganho de peso observado para os ratos dos grupos castanha-do-pará e amendoim quando comparado aos animais do grupo amêndoa de baru. Entretanto, isto não explica o maior ganho de peso também nos animais do grupo controle-azeite, uma vez que essa dieta possui maior conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados. O maior ganho de peso em animais consumindo dietas à base de azeite também foi constatado por Buettner et al. (2006).

O grupo padrão consumiu dieta em quantidade superior às dos grupos experimentais ($p < 0,05$), no entanto, isso não resultou em diferenças significativas em relação à variação de peso dos animais, conforme mostrado na Tabela 12. O menor consumo de dieta entre os ratos dos grupos experimentais em comparação aos do grupo padrão pode ser explicado pelo mecanismo de regulação homeostática do animal, que envolve uma compensação da ingestão em função do valor energético total da dieta (MATOS et al., 2005). A dieta padrão possui menor valor energético total (Tabela 6) e teor inferior de lipídios (três vezes menos) em comparação às demais dietas, o que explicaria a maior ingestão dos ratos desse grupo.

Tabela 12. Peso e consumos de dieta e de lipídios de ratos *Wistar* tratados com dietas hiperlipídicas (exceto dieta padrão) contendo diferentes fontes lipídicas por dois meses de experimento

Dieta	Peso dos animais ¹ (g)			Consumo total ¹ (g)	
	inicial	final	ganho	dieta	lipídios
Padrão	217,93 ± 25,82 ^a	336,93 ± 32,97 ^{a,b}	119,00 ± 7,26 ^a	1169,80 ± 94,65 ^a	76,97 ± 6,23 ^b
Controle-banha	239,27 ± 16,86 ^a	367,38 ± 26,33 ^a	128,12 ± 24,85 ^a	997,21 ± 62,21 ^b	197,65 ± 12,63 ^a
Controle-azeite	211,03 ± 8,08 ^a	339,75 ± 6,70 ^{a,b}	128,73 ± 10,82 ^a	959,96 ± 93,50 ^b	188,82 ± 18,39 ^a
Amêndoa de baru	231,53 ± 23,38 ^a	300,03 ± 22,55 ^b	68,50 ± 8,80 ^b	933,80 ± 75,49 ^b	189,47 ± 15,32 ^a
Amendoim	232,50 ± 16,89 ^a	352,33 ± 19,92 ^a	119,83 ± 17,30 ^a	991,18 ± 78,43 ^b	199,23 ± 15,76 ^a
Castanha-do-pará	235,03 ± 14,68 ^a	361,92 ± 34,90 ^a	126,88 ± 28,35 ^a	1061,20 ± 113,09 ^{a,b}	214,04 ± 22,81 ^a

¹ Valores constituem médias ± desvios-padrão. Em uma mesma coluna, médias com letras iguais não apresentam diferenças significativas ($p > 0,05$, teste de Tukey).

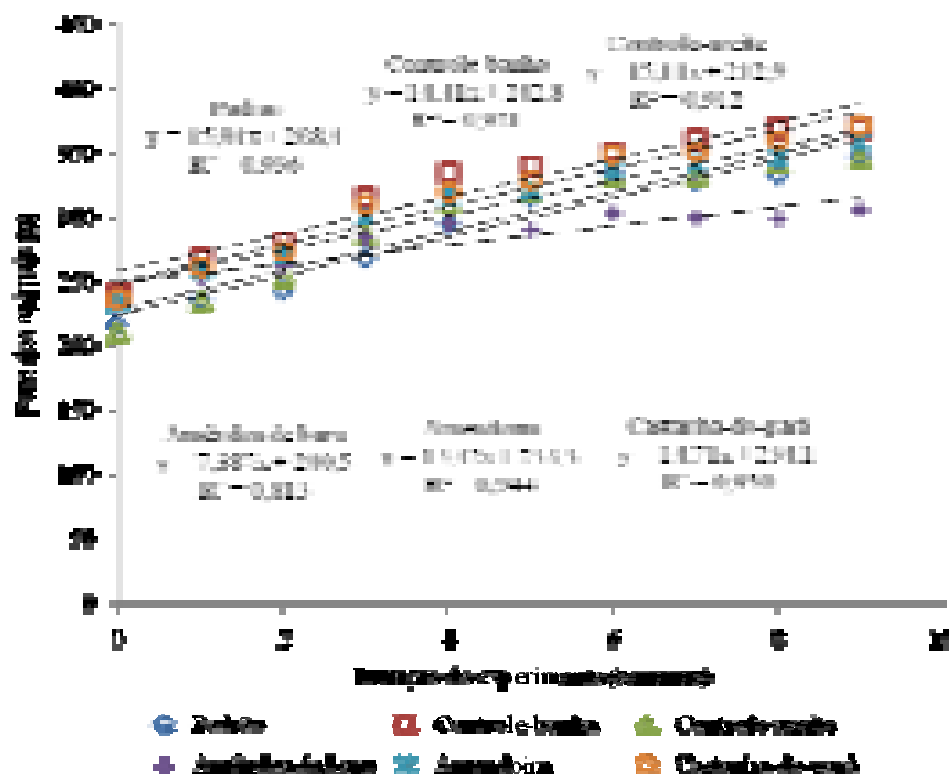


Figura 2. Evolução de peso (curva ajustada) de animais tratados com dietas hiperlipídicas contendo diferentes fontes de lipídios por 9 semanas.

5.2.2 Perfil sérico lipídico

Os estudos sobre a indução da hipercolesterolemia em animais são bastante diversificados no que diz respeito aos modelos e ingredientes utilizados nas dietas. Em grande parte dos estudos, observa-se a adição de 1 a 2% de colesterol, ácido cólico (0,04% a 0,25%) e uma fonte lipídica (banha e óleo de soja, dentre outros) (MATOS et al., 2005; RIEDIGER, 2008). Em relação ao modelo animal utilizado, Zhang et al. (2009) constataram que o hamster seria o modelo mais eficiente para estudar o efeito hipocolesterolêmico de alimentos funcionais, quando comparado ao rato. No entanto, muitas pesquisas têm utilizado o rato como modelo animal para investigar o efeito hipocolesterolêmico de vários alimentos, observando as alterações esperadas nos parâmetros lipídicos, principalmente o aumento do colesterol total e triglicérides, após o oferecimento de dietas hiperlipídicas (CINTRA et al., 2006; MAKNI et al., 2008; MAKNI et al., 2010; MATOS et al., 2005; OSMAN et al., 2010).

O perfil lipídico dos animais está mostrado na Tabela 13. Observa-se que os animais do grupo com dieta controle-banha apresentaram níveis séricos elevados de colesterol total e triglicérides, bem como níveis reduzidos de HDL-c, constituindo assim um modelo de hiperlipidemia, conforme constatado também nos estudos de Matos et al. (2005) e de Osman et al. (2010). É bem documentado na literatura que a elevação dos parâmetros séricos

lipídicos (colesterol total, LDL-c e triglicérides) tem forte associação com o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Ainda, a quantidade e o tipo de lipídios da dieta têm grande influência nos níveis séricos de colesterol no organismo (BUETTNER et al., 2006). A banha possui 38% de ácidos graxos saturados em sua composição lipídica, principalmente ácido palmítico (C16:0) e ácido mirístico (C14:0), conforme mostrado na Tabela 7. De acordo com Shaefer (2002), esses ácidos graxos saturados podem aumentar o colesterol total por meio da redução da atividade do receptor hepático de LDL, o que resultaria no aumento do colesterol sérico. Além disso, a relação ω -6: ω -3 da banha constatada no presente estudo foi de 69:1, valor elevado em relação as demais fontes lipídicas (Tabela 7), o que também constitui um fator crítico para a saúde cardiovascular (WIJENDRAN; HAYES, 2004).

Os animais que receberam a dieta com amendoim apresentaram os menores níveis séricos ($p < 0,05$) de colesterol total e de triglicérides, em relação aos grupos experimentais e aos controles, indicando proteção contra a ingestão de banha e de colesterol da dieta hiperlipídica. Os ratos dos grupos que receberam as dietas com amêndoa de baru e com castanha-do-pará apresentaram níveis séricos de colesterol total similares entre si e ao grupo controle-azeite ($p > 0,05$), mas seus valores diferiram estatisticamente dos valores do grupo que recebeu a dieta controle-banha. Esse fato pode estar relacionado ao perfil de ácidos graxos das sementes comestíveis, da noz e do azeite, que se destacam em relação ao conteúdo de ácidos graxos insaturados (amêndoa de baru = 70%; amendoim = 73%; castanha-do-pará = 77%; azeite = 85%), uma vez que o conteúdo deles nos alimentos está inversamente relacionado com os níveis de colesterol sérico, conforme relatado por Mohamed et al. (2002). Isto reforça que a quantidade e o tipo de fonte lipídica podem influenciar os níveis séricos de colesterol total (MAKNI et al., 2008).

Os triglicérides séricos dos ratos do grupo padrão foram mais elevados do que os constatados para os grupos experimentais (exceto controle-banha), provavelmente por causa do maior conteúdo de carboidratos nessa dieta, como consequência do seu reduzido teor de lipídios em comparação às outras dietas (Tabela 6). Cintra et al. (2006) também observaram um aumento dos triglicérides séricos em ratos do grupo padrão (dieta sem adição de banha e colesterol).

Tabela 13. Perfil sérico lipídico de ratos *Wistar* tratados com dietas hiperlipídicas (exceto dieta padrão) contendo diferentes fontes lipídicas por dois meses de experimento

Dieta	Perfil lipídico sérico ¹ (mg.dL ⁻¹)		
	colesterol total	triglicérides	HDL-c
Padrão	57,67 ± 8,08 ^d	71,00 ± 1,73 ^b	38,50 ± 3,78 ^b
Controle-banha	217,50 ± 5,62 ^a	223,38 ± 3,00 ^a	24,25 ± 0,96 ^c
Controle-azeite	111,25 ± 9,54 ^b	38,75 ± 3,30 ^c	36,05 ± 1,78 ^b
Amêndoa de baru	126,50 ± 11,21 ^b	60,67 ± 1,53 ^c	36,33 ± 1,43 ^b
Amendoim	84,33 ± 8,02 ^c	46,00 ± 3,00 ^d	43,88 ± 0,98 ^a
Castanha-do-pará	119,33 ± 11,50 ^b	57,00 ± 2,31 ^c	23,00 ± 3,16 ^c

¹ Valores constituem média ± desvio-padrão. HDL-c: lipoproteína de alta densidade. Em uma mesma coluna, médias com letras iguais não apresentam diferenças significativas ($p > 0,05$, teste de Tukey).

No caso do amendoim, o efeito no perfil lipídico já foi relatado na literatura. Alper e Mattes (2003) estudaram o efeito da ingestão de amendoim (100 g) no perfil sérico lipídico de 15 indivíduos adultos normolipidêmicos, durante trinta semanas, em três fases distintas: na dieta habitual (orientação ao consumo de nozes diariamente em qualquer horário e forma), adicionado à dieta (acréscimo de 50% de energia oriunda do amendoim) e como substituto energético (redução de 50% da energia pela substituição equivalente com o amendoim). Os autores observaram redução dos níveis séricos de triglicérides durante as fases de substituição e adição (17% e 24%, respectivamente). No entanto, no estudo de Alper e Mattes (2003) não foi observada redução significativa do colesterol total ao final de cada fase do experimento. Em pesquisa anterior com 22 indivíduos durante 24 dias, a redução do colesterol e de triglicérides foi observada quando os ácidos saturados da dieta foram substituídos pelos ácidos graxos monoinsaturados, incluindo uma dieta na qual o amendoim constituía a fonte lipídica (KRIS-ETHERTON et al., 1999).

Por outro lado, em estudo com animais, a dieta hiperlipidêmica com amendoim durante 12 semanas, não reduziu significativamente os níveis séricos de colesterol total (CT= 282,8 mg.dL⁻¹), LDL-c (63,0 mg.dL⁻¹), triglicérides (TG= 69,4 mg.dL⁻¹) e lipídios totais (LT= 867,9 mg.dL⁻¹) em comparação ao grupo hiperlipidêmico (CT= 294,4 mg.dL⁻¹; LDL-c= 66,9 mg.dL⁻¹; TG= 72,6 mg.dL⁻¹; LT= 894,6 mg.dL⁻¹) (EMEKLİ-ALTURFAN; KASIKCI; YARAT, 2007). Outra pesquisa investigou o perfil sérico lipídico, durante 28 dias, de ratos *Wistar*, adultos, submetidos a dietas com banha (5%) e colesterol (1%) com o acréscimo de um dos seguintes alimentos, ao nível de 10% de lipídios: amendoim, linhaça, truta e pele de frango. No referido estudo, o grupo de animais que recebeu a dieta com amendoim apresentou colesterol total (101,4 mg.dL⁻¹) bem superior ao encontrado para o grupo hiperlipídica (67,6 mg.dL⁻¹) e para o grupo da linhaça (60,9 mg.dL⁻¹), e semelhante ao encontrado para os ratos

que ingeriram a dieta com pele de frango ($107,8 \text{ mg.dL}^{-1}$), sendo importante destacar que o grupo hiperlipídica desse experimento apresentou valores bem abaixo do esperado para esse grupo (CINTRA et al., 2006). Além disso, esses autores não apresentaram explicação para esse fato, e apenas ressaltaram que a pele de frango contém alto teor de ácidos graxos monoinsaturados, principalmente o ácido graxo oléico, que desempenham importante papel na redução do colesterol total sérico.

O único estudo publicado com a castanha-do-pará foi realizado por Strunz et al. (2008), que investigaram o efeito do consumo dessa noz no perfil sérico lipídico de indivíduos saudáveis, com suplementação de 45 g de castanha-do-pará durante quinze dias. No entanto, os autores não constatarem qualquer efeito no perfil lipídico de adultos saudáveis, o que poderia estar relacionado com o perfil de ácidos graxos da castanha-do-pará, uma vez que esta noz, comparado às demais nozes, apresenta maior teor de ácidos graxos saturados ou ainda, por causa do curto período da pesquisa. A castanha-do-pará e a noz se sobressaem em relação às demais nozes e sementes comestíveis, por seu conteúdo elevado de ácidos graxos poliinsaturados (maior proporção na noz, conforme Tabela 5), sendo o teor de ácidos graxos saturados a principal diferença, presente em maior quantidade na castanha-do-pará (Tabela 11). Alexiadou e Katsilambros (2010) revisaram as evidências clínicas do efeito do consumo de noz no perfil lipídico, e constatarem, na maioria dos estudos com humanos, redução significativa do colesterol total e de LDL-c. No presente estudo, essa redução do colesterol total também foi observada no grupo que recebeu a castanha-do-pará, quando comparado aos animais do grupo controle-banha (Tabela 13), provavelmente pela ação sinérgica de compostos bioativos dessa noz.

Em relação aos níveis de HDL-c, o grupo amendoim apresentou o nível sérico mais elevado dessa lipoproteína (Tabela 13). Do mesmo modo, Emekli-Alturfan, Kasikci e Yarat (2007) observaram aumento significativo do HDL-c sérico de ratos submetidos à dieta hiperlipídica com amendoim por 12 semanas ($32,8 \text{ mg.dL}^{-1}$), em relação ao grupo hiperlipídica ($19,4 \text{ mg.dL}^{-1}$). No presente trabalho, o grupo controle-banha apresentou HDL-c (Tabela 12) bem inferior aos dos demais grupos experimentais e ao grupo padrão, exceto em relação ao grupo que recebeu a dieta com castanha-do-pará ($p>0,05$). Ainda, o nível de HDL-c (Tabela 13) do grupo da amêndoa de baru foi similar ao do grupo controle-azeite ($p>0,05$). Ressalta-se que, segundo Cintra et al. (2006), os ácidos graxos monoinsaturados, sobretudo o ácido graxo oléico, também possuem papel importante no aumento do HDL-c. Por outro lado, embora os ácidos graxos poliinsaturados tenham efeito na redução do colesterol, eles também podem reduzir o HDL-c, provavelmente pela inibição da síntese da apolipoproteína A-1

(APPLEBAUM-BOWDESN, 1995). Esse fato pode explicar, em parte, os reduzidos níveis séricos de HDL-c do grupo castanha-do-pará (Tabela 13), já que a proporção de ácidos graxos poliinsaturados desta noz é bem mais elevada do que aquelas das sementes comestíveis estudadas (Tabela 10).

É válido lembrar que as revisões sistemáticas publicadas até o momento têm confirmado que os efeitos dos ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados no perfil lipídico precisam ser melhor elucidados, pois os estudos geralmente não discutem os mecanismos envolvidos. Estas revisões atribuem os benefícios do consumo de nozes, em geral, aos conteúdos elevados de ácidos graxos insaturados e teores reduzidos de ácidos graxos saturados, além de outros compostos bioativos. Nesse sentido, a redução dos parâmetros lipídicos nos grupos amêndoa de baru, amendoim e castanha-do-pará possivelmente estaria relacionada também à ação sinérgica dos ácidos graxos insaturados e outros constituintes desses alimentos, como o conteúdo de fibras dessas sementes comestíveis e da noz (ALEXIADOU; KATISILAMBROS, 2010). As fibras podem interferir na absorção de colesterol e na circulação entero-hepática, resultando em depleção dos estoques hepáticos de colesterol (LECUMBERRI et al., 2007). Em adição, dietas com alto conteúdo de fibras também poderiam reduzir os níveis séricos de triglicérides pela inibição da lipogênese hepática (VENKATESAN; DEVARAJ; DEVARAJ, 2003). Outra explicação foi discutida por Riediger et al. (2008), que observaram redução dos triglicérides séricos de ratos do grupo controle que recebeu dieta acrescida de uma mistura de óleos de cártamo, peixe e linhaça. Os autores explicaram que essa redução possivelmente estaria relacionada ao alto conteúdo de monoinsaturados (22,7%).

Além do conteúdo de fibras, a amêndoa de baru, o amendoim e a castanha-do-pará também possuem outras substâncias bioativas, especialmente aquelas com atividade antioxidante, que podem contribuir para o efeito hipocolesterolêmico dessas sementes comestíveis (Figura 3). A ação sinérgica destes compostos pode explicar, em parte, a proteção similar contra a elevação dos níveis séricos de colesterol e triglicérides dos grupos da amêndoa de baru e da castanha-do-pará. Assim, como cada um desses alimentos contribui com um atributo específico para a saúde (Figura 3), recomenda-se a associação dessas sementes comestíveis e da noz em uma dieta saudável e como coadjuvante na redução do risco de dislipidemia em grupos populacionais que consomem dietas hiperlipídicas. Todavia, a redução da ingestão de gordura saturada deve se dar, preferencialmente, utilizando as nozes e sementes comestíveis em substituição aos alimentos ricos nesse tipo de ácido graxo saturado (ROS; MATAIX, 2006).

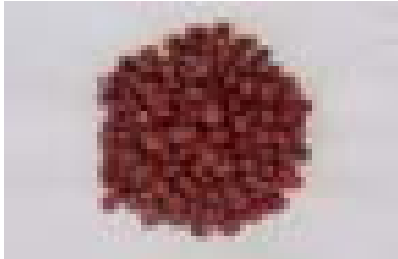
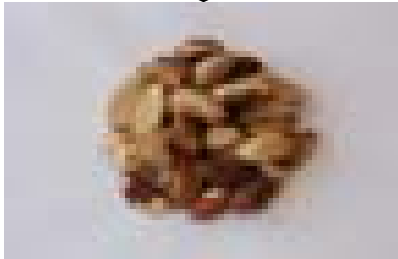
Amêndoa de baru	Amendoim	Castanha-do-pará
<u>Vantagens</u> - Elevado conteúdo protéico - Relação lisina:arginina de 0,56 - Conteúdo considerável de fibra alimentar total - Rica em zinco - Teor considerável de α-tocoferol - Elevada proporção de ácidos graxos monoinsaturados (ácido oléico) - Baixa proporção de ácido graxo palmítico <u>Desvantagens</u> - Ausência de ácido α-linolênico (C18:3 n-3 não foi detectado) - Baixo teor de selênio	<u>Vantagens</u> - Elevado conteúdo protéico - Relação lisina:arginina de 0,35 - Conteúdo considerável de fibra alimentar total - Rica em zinco - Teor elevado de α-tocoferol - Elevada proporção de ácidos graxos monoinsaturados (ácido oléico) <u>Desvantagem</u> - Baixo teor de selênio	<u>Vantagens</u> - Elevado conteúdo lipídico - Relação lisina:arginina de 0,25 - Conteúdo considerável de fibra alimentar total - Rica em zinco e em selênio - Elevada proporção de ácidos graxos poliinsaturados <u>Desvantagens</u> - Conteúdo considerável de ácidos graxos saturados - Ausência de ácido α-linolênico (C18:3 n-3 não foi detectado) - Baixo teor de α-tocoferol
		

Figura 3. Representação esquemática das vantagens e desvantagens da ingestão da amêndoa de baru, amendoim e castanha-do-pará constatados no presente estudo.

5.2.3 Peroxidação lipídica

O malondialdeído (MDA) constitui um dos produtos finais da peroxidação lipídica e tem sido utilizado como medida cumulativa deste processo (HALLIWELL; WHITEMAN, 2004). Em dietas hipercolesterolêmicas, o fígado é afetado pelo estresse oxidativo, como resultado do desequilíbrio entre a produção de radicais livres e a efetividade do sistema de defesa antioxidante (LUM; ROEBUCK, 2001). Nesse sentido, o estresse oxidativo pode levar à oxidação de biomoléculas e consequente desequilíbrio homeostático, o que implica em potenciais danos oxidativos em células e tecidos. Este processo oxidativo está envolvido na etiologia de várias doenças crônicas não-transmissíveis, sobretudo as doenças cardiovasculares e os cânceres (FERRARI, 2004; HALLIWELL; WHITEMAN, 2004).

Tabela 14. Peroxidação lipídica e níveis hepáticos de GSH e vitamina E de ratos *Wistar* tratados com dietas hiperlipídicas (exceto dieta padrão) contendo diferentes fontes de lipídios por dois meses de experimento

Dieta	Parâmetro ¹		
	MDA total (mmol.g proteína ⁻¹)	GSH (μmol.g proteína ⁻¹)	Vitamina E (μmol.g tecido ⁻¹)
Padrão	71,20 ± 2,17 ^d	5,06 ± 0,33 ^a	15,88 ± 0,61 ^a
Controle-banha	345,69 ± 7,99 ^a	1,32 ± 0,16 ^c	7,22 ± 0,01 ^c
Controle-azeite	71,08 ± 4,69 ^d	3,17 ± 0,58 ^b	10,19 ± 0,12 ^b
Amêndoa de baru	92,31 ± 7,80 ^c	1,78 ± 0,18 ^c	10,81 ± 1,31 ^b
Amendoim	89,47 ± 6,67 ^c	4,30 ± 0,58 ^a	15,20 ± 0,64 ^a
Castanha-do-pará	153,65 ± 15,32 ^b	1,58 ± 0,45 ^c	11,62 ± 0,62 ^b

¹ Valores representam média ± desvio padrão. Em uma mesma coluna, médias com letras iguais não apresentam diferenças significativas (p>0,05, teste de Tukey). MDA: malondialdeído; GSH: glutathiona peroxidase.

Em relação aos valores de MDA, observou-se valores marcadamente elevados para o grupo controle-banha (Tabela 14), com diferença estatística significativa em relação aos demais grupos (p<0,05). O valor de MDA para os ratos do grupo amêndoa de baru foi inferior (p<0,05) aos encontrados para os ratos dos grupos controle-banha e castanha-do-pará, e similar ao constatado no fígado dos ratos do grupo do amendoim (Tabela 14). A menor peroxidação lipídica foi constatada para os ratos do grupo controle-azeite, sendo esse valor semelhante ao encontrado nos animais do grupo padrão. Já os ratos do grupo castanha-do-pará apresentaram níveis elevados de MDA em relação aos demais grupos experimentais, embora a peroxidação lipídica desse grupo tenha sido inferior à do grupo controle-banha (Tabela 14).

A menor peroxidação lipídica observada nos ratos dos grupos controle-azeite, amêndoa de baru e amendoim possivelmente ocorreu por causa do elevado conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados, que são menos suscetíveis à oxidação, e também pelo teor considerável de vitamina E dessas fontes. Os ácidos graxos monoinsaturados têm sido associados à redução da suscetibilidade à oxidação do LDL-c. Por essa razão, diferenças no perfil de ácidos graxos entre as nozes podem parcialmente explicar porque a amêndoa, pistache, pecã, amendoim e outras sementes/nozes, ricas em ácidos graxos monoinsaturados, podem reduzir os processos oxidativos, ao contrário da noz que é rica em ácidos graxos poliinsaturados (LÓPEZ-URIARTE et al., 2010). Assim, embora se saiba que os ácidos graxos poliinsaturados são mais suscetíveis à oxidação, Kris-Etherton et al. (2008) enfatizaram que as nozes são ricas em antioxidantes que protegem esses ácidos graxos das modificações oxidativas *in vivo*. Isso pode explicar, em parte, a menor peroxidação constatada no fígado dos animais do grupo castanha-do-pará (rica em ácidos graxos poliinsaturados – Tabela 11) em comparação à do controle-banha, uma vez que essa noz possui elevada quantidade de selênio (Tabela 9). O conteúdo de vitamina E na castanha-do-pará é inferior ao

constatado para a amêndoa de baru e para o amendoim, além do que a absorção dessa vitamina pode ser reduzida por interações com os ácidos graxos poliinsaturados (COZZOLINO, 2007).

Em estudo com animais submetidos à dieta hiperlipidêmica contendo amendoim, observou-se que a dieta com amendoim reduziu os níveis de TBARS ($4,2 \text{ nmol MDA.mL}^{-1}$), em comparação à dieta hiperlipidêmica ($5,1 \text{ nmol MDA.mL}^{-1}$) (EMEKLİ-ALTURFAN; KASIKCI; YARAT, 2007). Jenkins et al. (2008) avaliaram o efeito da ingestão de amêndoas nos marcadores do dano oxidativo em homens hiperlipidêmicos e mulheres na pós-menopausa ($n=27$), e concluíram que as amêndoas têm potencial antioxidante, fato que foi demonstrado a partir da redução do MDA sérico.

A vitamina E, sobretudo na forma de α -tocoferol, pode bloquear o início da peroxidação lipídica e atuar na inibição da etapa de propagação da peroxidação lipídica, sendo conhecida como um eficiente antioxidante *in vivo* (KURTOGLU; KURTOGLU; SIVRIKAYA, 2008). Ainda, a glutatona é importante na neutralização de peróxidos e na manutenção de níveis fisiológicos de vitamina E, bem como na proteção celular ao estresse oxidativo, como revisado por Jordão Júnior et al. (1998).

O grupo amendoim apresentou níveis de GSH e vitamina E hepáticas (Tabela 14) similares aos encontrados no grupo padrão ($p>0,05$). Em relação aos dados da literatura, Emekli-Alturfan, Kasikci e Yarat (2007) avaliaram o efeito do amendoim em dietas hiperlipidêmicas e observaram elevação dos níveis de GSH (Hiperlipidêmica+amendoim= $33,9 \text{ mg.100g}^{-1}$; Hiperlipidêmica= $22,1 \text{ mg.100g}^{-1}$) em comparação à dieta hiperlipidêmica controle, assim como o observado no presente estudo. No caso do grupo amêndoa de baru, os teores de GSH e vitamina E foram inferiores aos do grupo amendoim ($p<0,05$). Uma das possíveis explicações para os baixos níveis de GSH nos grupos da amêndoa de baru e da castanha-do-pará estaria relacionada à utilização do GSH na restauração da vitamina E.

Assim, os resultados obtidos sugerem proteção contra a peroxidação lipídica por meio da ingestão de amêndoa de baru, amendoim e castanha-do-pará, em comparação à ingestão de banha, sendo que essa proteção provavelmente está relacionada às vantagens do consumo desses alimentos, descritas na Figura 3. No entanto, o amendoim protegeu de forma mais acentuada, tanto reduzindo a peroxidação lipídica, quanto mantendo os níveis de GSH e de vitamina E hepáticos (Tabela 14). Essa maior proteção do amendoim pode ser explicada pelo seu perfil de nutrientes e compostos bioativos mais favorável à saúde, em relação à amêndoa de baru e à castanha-do-pará (Figura 3).

O estudo do efeito do efeito da amêndoa de baru e da castanha-do-pará no perfil sérico e na peroxidação lipídica em modelo animal tratado com dieta hiperlipídica é inédito. Isto é especialmente importante, pois justifica a continuidade das pesquisas sobre o potencial das sementes comestíveis e das nozes como alimentos protetores, considerando não apenas o perfil lipídico, mas também a capacidade antioxidante desses alimentos, uma vez que os compostos bioativos presentes na dieta parecem também estar relacionados às funções cardioprotetoras (ZERN; FERNANDEZ, 2005).

Os resultados dessa pesquisa ratificam a importância do estudo do efeito da ingestão das nozes e sementes comestíveis no perfil sérico e na peroxidação lipídica, especialmente da amêndoa de baru e da castanha-do-pará que ainda são pouco estudadas, e por serem alimentos nativos do Brasil. Além disso, a padronização do modelo animal para esse tipo de estudo é fundamental para facilitar as comparações entre os estudos e a consequente formulação de inferências. Ainda, mais estudos são necessários para compreensão dos mecanismos e compostos que atuam na melhora dos parâmetros lipídicos e na proteção contra o estresse oxidativo. Apesar de diversos estudos terem observado que a composição em ácidos graxos do alimento pode influenciar sobremaneira o perfil lipídico, pouco se sabe sobre quais nutrientes e/ou compostos (identificados ou não) efetivamente contribuem para uma proteção cardiovascular, principalmente considerando o perfil das dietas ocidentais.

6 CONCLUSÕES

- A amêndoa de baru, o amendoim e a castanha-do-pará constituem alimentos de alta densidade energética, e fontes de nutrientes com atributos específicos em relação aos benefícios à saúde: a amêndoa de baru é rica em proteína, ácidos graxos monoinsaturados, fibra insolúvel e em nutrientes antioxidantes, como zinco e vitamina E; o amendoim destaca-se pelo conteúdo de proteínas, ácidos graxos monoinsaturados, fibras insolúveis, zinco e conteúdo elevado de vitamina E; e a castanha-do-pará contém elevado conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados, e é rica em selênio e em zinco.
- O amendoim modulou o perfil sérico lipídico de ratos tratados com dieta hiperlipídica, reduzindo os níveis de colesterol total e triglicérides, e aumentando os níveis de HDL-c, em relação à banha e ao azeite.
- A amêndoa de baru e a castanha-do-pará melhoraram o perfil sérico lipídico, reduzindo colesterol total e triglicérides, em comparação à banha, mas somente a amêndoa de baru aumentou os níveis de HDL-c.
- O amendoim protegeu de forma mais acentuada, tanto reduzindo a peroxidação lipídica, quanto mantendo os níveis de GSH e de vitamina E hepáticos, em relação à amêndoa de baru e à castanha-do-pará. A amêndoa de baru foi mais efetiva na redução da peroxidação lipídica, em comparação à castanha-do-pará.
- O efeito benéfico no perfil sérico lipídico e na peroxidação lipídica foi mais acentuado para o amendoim do que para a amêndoa de baru e a castanha-do-pará.
- Recomenda-se a associação dessas sementes comestíveis (amêndoa de baru e amendoim) e da noz (castanha-do-pará) em uma dieta saudável, ou ainda, como coadjuvantes na redução do risco de dislipidemias em grupos populacionais que consomem dietas hiperlipídicas, como substitutos, preferencialmente, de alimentos ricos em gordura saturada.

REFERÊNCIAS

- AKSOY, N.; AKSOY, M.; BAGCI, C. Pistachio intake increases high density lipoprotein levels and inhibits low-density lipoprotein oxidation in rats. **Tohoku Journal of Experimental Medicine**, Tokyo, v. 212, n. 1, p.212-243, 2007.
- ALSALVAR, C.; SHAHIDI, F.; LIYANAPATHIRANA, C. M.; OHSIMA, T.; Turkish tombul hazelnut (*Corylus avellana* L.) 1. Compositional characteristics. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 13, p. 3790-3796, 2003.
- ALEXIADOU, K.; KATSIAMBROS, N. Nuts: anti-atherogenic food? **European Journal of Internal Medicine**, Amsterdam, 2010. (no prelo). Disponível em: doi:10.1016/j.ejim.2010.11.008.
- ALTURFAN, A. A.; EMEKLI-ALTURFAN, E.; USLU, E. Consumption of pistachio nuts beneficially affected blood lipids and total antioxidant activity in rats fed a high-cholesterol diet. **Folia Biologica**, Praha, v. 55, n. 4, p. 132-136, 2009.
- ALPER, C. M.; MATTES, R. D. Peanut consumption improves indices of cardiovascular disease risk in healthy adults. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 22, n. 2, p. 133-141, 2003.
- AMARAL, J. S.; CASAL, S.; PEREIRA, J. A.; SEABRA, R. M.; OLIVEIRA, B. P. P. Determination of sterol and fatty acid compositions, oxidative stability and nutritional value of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars grown in Portugal. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 26, p. 7698-7702, 2003.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 10. ed. Washington: AOAC, 1990. 1115p.
- APPLEBAUM-BOWDESN, D. Lipases and lecithin-cholesterol acyltransferase in the control of lipoprotein metabolism. **Current Opinion in Lipidology**, London, v. 6, n. 3, p. 130-135, 1995.
- ARNAUD, J.; FORTIS, I.; BLACHIER, S.; KIA, D.; FAVIER, A. Simultaneous determination of retinol, alphanatocopherol and beta-carotene in serum by isocratic high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 572, n.1-2, p. 103-116, 1991.
- BANDELIER, J.; CHUNHIENG, M.; OLLE, M.; MONTET, D. Original study of the biochemical and oil composition of the Cambodia nut (*Irvingia malayana*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 6, p. 1478-1482, 2002.
- BARBOSA, K. B. F.; COSTA, N. M. B.; ALFENAS, R. C. G.; DE PAULA, S. O.; MINIM, V. P. R.; BRESSAN, J. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 4, p. 629-643, 2010.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Toronto, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BORGES, O.; GONÇALVES, B.; CARVALHO, J. L. S.; CORREIA, P.; SILVA, A. P. Nutritional quality of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars from Portugal. **Food Chemistry**, Barking, v. 106, n. 3, p. 976-984, 2008.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998**. Aprova o regulamento técnico sobre a informação nutricional complementar. Brasília, DF: ANVISA, 1998. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=97>>. Acesso em: 09 Abr. 2009.

BRENNEISEN, P.; STEINBRENNER, H.; SIES, H. Selenium, oxidative stress, and health aspects. **Molecular Aspects of Medicine**, Elmsford, v. 26, n. 4-5, p. 256-267, 2005.

BRUFAU, G.; BOATELLA, J.; RAFECAS, M. Nuts: source of energy and macronutrients. **British Journal of Nutrition**, London, v. 96, suppl. 2, p. S24-S28, 2006.

BUETTNER, R.; PARHOFER, K. G.; WOENCKHAUS, M.; WREDE, C. E.; KUNZ-SCHUGHART, L. A.; SCHÖLMERICH, J.; BOLLHEIMER, L. C. Defining high-fat-diet rat models: metabolic and molecular effects of different fat types. **Journal of Molecular Endocrinology**, New York, v. 36, n. 3, p. 485-501, 2006.

CALDER, P. C. n-3 fatty acids and cardiovascular disease: evidence explained and mechanisms explored. **Clinical Science**, London, v.107, n.1, p. 1-11, 2004.

CASAS-AGUSTENCH, P.; LÓPEZ-URIARTE, P.; BULLÓ, M.; ROS, E.; CABRÉ-VILA, J. J.; SALAS-SALVADÓ, J. Effects of one served of mixed on serum lipids, insulin resistance and inflammatory markers in patients with the metabolic syndrome. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Disease**, Milano, v. 21, n. 2, p. 126-135, 2009.

CINTRA, D. E. C.; COSTA, A. G. V.; PELUZIO, M. C.; MATTA, S. L. P.; SILVA, M. T. C.; COSTA, N. M. B. Lipid profile of rats fed high-fat diets based on flaxseed, peanut, trout or chicken skin. **Nutrition**, Burbank, v. 22, n. 2, p. 197-205, 2006.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2007. 992 p.

DE LUCA, R. R.; ALEXANDRE, S. R.; MARQUES, T.; SOUZA, N. L.; MERUSSE, J. L. B.; NEVES, S. P. Ética, bem-estar e legislação. In:_____. **Manual para técnicos em bioterismo**. São Paulo: H. A. Rothschild, 1990. cap. 2, p. 11-13.

DUGO, G.; LA PERA, L.; LO TURCO, V.; MAVROGENI, E.; ALFA, M. Determination of selenium in nuts by cathodic tripping potentiometry (CSP). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 13, p. 3722-3725, 2003.

DUMONT, E.; VANHAECKE, F.; CORNELIS, R. Selenium speciation from food source to metabolites: a critical review. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, Heidelberg, v. 385, n. 7, p. 1304-1323, 2006.

EINTEMILLER, R. R.; LANDEN JR., W. O. **Vitamin analysis for the health and food sciences**. Georgia: CRC Press, 1999. 325 p.

EMEKLİ-ALTURFAN, E.; KASIKCI, E.; YARAT, A. Peanuts improve blood glutathione, HDL-cholesterol level and change tissue factor activity in rats fed a high-cholesterol diet. **European Journal of Nutrition**, Darmstadt, v. 46, n. 8, p. 476-482, 2007.

EVARISTO, I.; BATISTA, D.; CORREIA, I.; CORREIA, P.; COSTA, R. Chemical profiling of Portuguese *Pinus pinea* L. nuts. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 90, n. 6, p. 1041-1049, 2010.

ESTRUCH, R.; MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, M. A.; CORELLA, D.; SÁLAS-SALVADÓ, J.; RUIZ-GUTIÉRREZ, V. COVAS, M. I. PREDIMED study investigators. Effects of a Mediterranean-style diet on cardiovascular risk factors: a randomized Trial. **Annals of Internal Medicine**, Philadelphia, v. 145, n. 1, p. 1-11, 2006.

FERNANDES, D. C.; FREITAS, J. B.; CZEDER, L. P.; NAVES, M. M. V. Nutritional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond from the Brazilian Savanna. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 90, n. 10, p. 1650-1655, 2010.

FLECKNELL, P. **Laboratory animal anesthesia**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1996. 274p.

FREITAS, J. B. **Qualidade nutricional e valor protéico da amêndoa de baru em relação ao amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará**. 2009. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n.2, p. 269-279, 2010.

FERRARI, C. K. B. Functional foods, herbs and nutraceuticals: towards biochemical mechanisms of healthy aging. **Biogerontology**, Dordrecht, v. 5, n. 5, p. 275-279, 2004.

FERRAZ, C. M.; STELUTI, J.; MARCHIONI, D. M. L. As vitaminas e minerais relacionados à estabilidade genômica e à proteção ao câncer. **Nutrire**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 181-199, 2010.

GARCIA-LORDA, P.; MEGIAS-RANGIL, I.; SALAS-SALVADÓ, J. Nut consumption, body weight and insulin resistance. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v.57, suppl. 1, p. S8-S11, 2003.

GERARD-MONNIER, D.; ERDELMEIER, I.; REGNARD, K.; MOZE-HENRY, N.; YADAN, J. C.; CHAUDIERE, J. Reactions of 1-methyl-2-phenylindole with malondialdehyde and 4-hydroxyalkenals. Analytical applications to a colorimetric assay of lipid peroxidation. **Chemical Research Toxicology**, Washington, v. 11, n. 10, p. 1176-1183, 1998.

GIROUX, I.; KUROWSKA, E. M.; CARROLL, K. K. Role of dietary lysine, methionine, and arginine in the regulation of hypercholesterolemia in rabbits. **Journal of Nutritional Biochemistry**, Stoneham, v. 10, n. 3, p. 166-171, 1999.

GRIEL, A. E.; KRIS-ETHERTON, P. M. Tree nuts and the lipid profile: a review of clinical studies. **British Journal of Nutrition**, London, v. 96, suppl. 2, p. S68-S78, 2006.

GONZAGA, I. B. **Avaliação nutricional relativa ao selênio em crianças com dieta enriquecida de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*, L.)**. 2002. 161 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

HALLIWELL, B.; WHITEMAN, M. Measuring reactive species and oxidative damage in vivo and in cell culture: how should you do it and what do the results mean? **British Journal of Pharmacology**, London, v. 142, n. 2, p.231-255, 2004.

HELLER, A.; KOCH, T.; SCHMECK, J.; VAN ACKERN, K. Lipid mediators in inflammatory disorders. **Drugs**, New York, v. 55, n. 4, p. 487-496, 1998.

IOM - INSTITUTE OF MEDICINE. Selenium. In: _____. **Dietary reference intakes: vitamin C, vitamin E, selenium and carotenoids**. Washington (DC): National Academy Press, 2000. cap. 7, p. 284-324.

IOM - INSTITUTE OF MEDICINE. Zinc. In: _____. **Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc**. Washington (DC): National Academy Press, 2002. cap. 12, p. 442-501.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília (DF): Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005. 1018 p.

JENAB, M.; SABATÉ, J.; SLIMANI, N.; FERRARI, P.; MAZUIR, M.; CASAGRANDE, C.; DEHAVERNG, G.; TJONNELAND, A.; OLSEN, A.; OVERVAD, K.; BOUTRON-RUAULT, M. C.; CLAVEL-CHAPELON, F.; BOEING, H.; WEIKERT, C.; LINSEISEN, J.; ROHRMANN, S.; TRICHOPOULOU, A.; NASKA, A.; PALLI, D.; SACERDOTE, C.; TUMINO, R.; MATTIELLO, A.; PALA, V.; BUENO-DE-MESQUITA, H. B.; OCKÉ, M. C.; PEETERS, P. H.; ENGESET, D.; SKEIE, G.; JAKSZYN, P.; ARDANAZ, E.; QUIRÓS, J. R.; CHIRLAQUE, M. D.; MARTINEZ, C.; AMIANO, P.; BERGLUND, G.; PALMQVIST, R.; VAN GUELPEN, B.; BINGHAM, S.; KEY, T.; RIBOLI, E. Consumption and portion sizes of tree nuts, peanuts and seeds in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) cohorts from 10 European countries. **British Journal of Nutrition**, London, v. 96, suppl. 2, p. S12-S23, 2006.

JENKINS, D. J. A.; KENDALL, C. W. C.; MARCHIE, A.; JOSSE, A. R.; NGUYEN, T. H.; FAULKNER, D. A. Almonds reduce biomarkers of lipid peroxidation in older hyperlipidemic subjects. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 138, n.5, p. 908-913, 2008.

JENKINS, D. J. A.; KENDALL, C. W. C.; MARCHIE, A.; PARKER, T. L.; CONNELLY, P. W.; QIAN, W.; HAIGHT, J. S.; FAULKNER, D.; VIDGEN, E.; LAPSLEY, K. G.; SPILLER, G. A. Dose response of almonds on coronary heart disease risk factors: blood lipids, oxidized low-density lipoproteins, lipoprotein(a), homocysteine, and pulmonary nitric oxide. A randomized, controlled, crossover trial. **Circulation**, Baltimore, v. 106, n. 11, p. 1327-1332, 2002.

JONNALA, R. S.; DUNFORD, N. T.; CHENAULT, K. Nutritional composition of genetically modified peanut varieties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 70, n. 4, p. 254-256, 2005.

JONNALA, R. S.; DUNFORD, N. T.; DASHIHELL, K. E. Tocopherol, phytosterol and phospholipid compositions of new high oleic peanut cultivars. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 19, n. 6-7, p. 601-605, 2006.

JORDÃO JÚNIOR, A. A.; CHIARELLO, P. G.; BERNARDES, M. S. M.; VANNUCCHI, H. Peroxidação lipídica e etanol: papel da glutatona reduzida e da vitamina E. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 31, n. 3, p. 434-449, 1998.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. Taxonomic evidence: structural and biochemical characters. In: _____. **Plant systematics: a phylogenetic approach**. 2. ed. Massachusetts: Sunderland, 2002. cap. 3. p. 55-104.

KLEJDUS, B. I.; PETRLOVÁ, J.; SIL, D. P.; ADAM, V. C.; MIKELOVÁ, R.; VACEK, J.; KIZEK, R.; KUBÁ, V. Simultaneous determination of water- and fat-soluble vitamins in pharmaceutical preparations by high-performance liquid chromatography coupled with diode array detection. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 520, n. 1-2, p. 57-67, 2004.

KÖKSAL, A. I.; ARTIK, N. A.; SIMSEK, A.; GÜNE, N. Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. **Food Chemistry**, Barking, v. 99, n. 3, p. 509-515, 2006.

KORACEVIC, D.; KORACEVIC, G.; DJORDJEVIC, V.; ANDREJEVIC, S.; COSIC, V. Method for measurement of antioxidant activity in human fluids. **Journal of Clinical Pathology**, London, v. 54, n. 5, p. 356-361, 2001.

KRIS-ETHERTON, P. M.; PEARSON, T. A.; WAN, Y.; HARGROVE, R. L.; MORIARTY, K.; FISHELL, V.; ETHERTON, T. D. High-monounsaturated fatty acids diets lower both plasma cholesterol and triacylglycerol concentrations. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 70, n. 6, p. 1009-1015, 1999.

KRIS-ETHERTON, P. M.; HU, F. B.; ROS, E.; SABATE, J. The role of tree nuts and peanuts in the prevention of coronary heart disease: multiple potential mechanisms. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 138, n. 9, p. S1746-S1751, 2008.

KÜÇÜKÖNER, E.; YURT, B. Some chemical characteristics of *Pistacia vera* varieties produced in Turkey. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 217, n. 4, p. 308-310, 2003.

KURTOGLU, F.; KURTOGLU, V.; SIVRIKAYA, A. Effects of vitamin E supplementation on antioxidant and lipid profiles of rats on diets supplemented with cholesterol and olive oil. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, Seoul, v. 21, n. 6, p. 883-889, 2008.

LACOUR, M.; ZUNDER, T.; RESTLE, A.; SCHWARZER, G. No evidence for an impact of selenium supplementation on environment associated health disorders – a systematic review. **International Journal of Hygiene and Environment Health**, Jena, v. 207, n. 1, p. 1-13, 2004.

LECUMBERRI, E.; GOYA, L.; MATEOS, R.; ALIA, M.; RAMOS, S.; IZQUIERDO-PULIDO, M.; BRAVO, L. A diet rich in dietary fiber from cocoa improves lipid profile and reduces malondialdehyde in hipercholesterolemic rats. **Nutrition**, Burbank, v. 23, n. 4, p. 332-341, 2007.

LÓPEZ-URIARTE, P.; BULLÓ, M.; CASAS-AGUSTENCH, P.; BABIO, N.; SALAS-SALVADÓ, J. Nuts and oxidation: a systematic review. **Nutrition Reviews**, New York, v. 67, n. 9, p. 497-508, 2009.

LÓPEZ-URIARTE, P.; NOGUÉS, R.; SAEZ, G.; BULLÓ, M.; ROMEU, M.; MASANA, L.; TORMOS, C.; CASAS-AGUSTENCH, P.; SALAS-SALVADÓ, J. Effect of nut consumption on oxidative stress and the endothelial function in metabolic syndrome. **Clinical Nutrition**, Edinburgh, 2010. (no prelo). Disponível em: doi:10.1016/j.clnu.2009.12.008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2002. 368 p.

LUNN, J. Monounsaturates in the diet. **Nutrition Bulletin**, Cleveland, v. 32, n. 4, p. 378-391, 2007.

LUM, H.; ROEBUCK, K. A. Oxidant stress and endothelial cell dysfunction. **American Journal of Physiology: cell physiology**, Bethesda, v. 280, n. 4, p. 719-741, 2001.

MAIA, E. L. **Otimização da metodologia para caracterização dos constituintes lipídicos e determinação da composição em ácidos graxos e aminoácidos de peixe de água doce**. 1992. 242 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

MAKNI, M.; FETOUI, H.; GAROUI, E. M.; GARGOURI, N. K.; JABER, H.; MAKNI, J.; BOUDAWARA, T.; ZEGHAL, N. Hypolipidemic and hepatoprotective seeds mixture diet rich in ω -3 and ω -6 fatty acids. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 48, n. 8-9, p. 2239-2246, 2010.

MAKNI, M.; FETOUI, H.; GARGORI, N. K.; GAROUI, E. M.; JABER, H.; MAKNI, J.; BOUDAWARA, T.; ZEGHAL, N. Hypolipidemic and hepatoprotective effects of flax and pumpkin seed mixture rich in ω -3 and ω -6 fatty acids in hypercholesterolemic rats. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 46, n. 12, p. 3714-3720, 2008.

MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, M. A.; BES-RASTROLLO, M. Nut consumption, weight gain and obesity: epidemiological evidence. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Disease**, Milano, 2010. (no prelo). Disponível em: doi:10.1016/j.numecd.2010.11.005.

MATOS, S. L.; PAULA, H.; PEDROSA, M. L.; SANTOS, R. C.; OLIVEIRA, E. L.; CHIANCA JUNIOR, D. A.; SILVA, M. E. Dietary models for inducing hypercholesterolemia in rats. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 48, n. 2, p. 203-209, 2005.

MATTHÄUS, B.; ÖZCAN, M. M. Quantification of fatty acids sterols, and tocopherols in turpentine (*Pistacia terebinthus* Chia) growing wild in Turkey. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 54, n. 20, p. 7667-7671, 2006

MATTES, R. D.; DREHER, M. L. Nuts and healthy body weight maintenance mechanisms. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, London, v.19, n. 1, p. 137-141, 2010.

MERRIL, A. L. WATT, B. K. **Energy value of foods: basis and derivation**. Washington: United States Department of Agriculture, 1973. 105 p.

MOHAMED, A. I.; HUSSEIN, A. H.; BHATHENA, S. J.; HAFEZ, Y. S. The effect of dietary menhaden, olive, and coconut oil fed with three levels of vitamin E on plasma and liver lipids and plasma fatty acid composition in rats. **Journal of Nutritional Biochemistry**, Stoneham, v. 13, n. 7, p. 435-441, 2002.

MUNOZ, S.; MERLOS, M.; ZAMBON, D.; RODRIGUES, C.; SABATÉ, J.; ROS, E.; LAGUNA, J. C. Walnut-enriched diet increases the association of LDL from hypercholesterolemic men with human HepG2 cells. **Journal of Lipid Research**, Bethesda, v. 42, n. 12, p. 2069-2076, 2001.

MUNTEANU, A.; ZINGG, J. M.; AZZI, A. Anti-atherosclerotic effects of vitamin E: myth or reality. **Journal of Cellular Molecular Medicine**, Bucharest, v. 8, n. 1, p.59-76, 2004.

NEPA - NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO (UNICAMP). **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 2. ed. Campinas: Nepa-Unicamp, 2006. 113p.

OMS - ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Informe de una consulta mixta de expertos OMS/FAO. **Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas**. Ginebra: OMS, 2003. (OMS Serie de Informes Técnicos, 916).

OSMAN, M.; FAYED, S. A.; MAHMOUD, G. I.; ROMEILAH, R. M. Protective effects of chitosan, acid ascorbic and Gymnema Sylvestre against hypercholesterolemia in male rats. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, Camberra, v. 4, n. 1, p. 89-98, 2010.

PAREKH, P. P.; KHAN, A. R.; TORRES, M. A.; KITTO, M. E. Concentrations of selenium, barium, and radium in Brazil nuts. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 21, n. 4, p. 332-335, 2008.

PRASAD, A. S.; BECK, F. W. J.; BAO, B.; FITZGERALD, J. T.; SNELL, D. C.; STEINBERG, J. D.; LAVOISIER, J. C. Zinc supplementation decreases incidence of infections in the elderly: effect of zinc on generation of cytokines and oxidative stress. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 83, n. 3, p. 837-844, 2007.

PROSKY, L.; ASP, N.; SCHWEIZER, T. F.; DEVRIES, J. W.; FURDA, I. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, Arlington, v. 71, n. 5, p. 1017-1023, 1988.

RAJÁRAN, S.; SABATÉ, J. Nuts, body weight and insulin resistance. **British Journal of Nutrition**, London, v. 96, suppl. 2, p. S29-S35, 2006.

REEVES, P. G.; NIELSEN, F. N.; FAHEY JR, G. C. AIN- 93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American institute of nutrition ad hoc writing commite on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 123, n. 11, p. 1939-1951, 1993.

RIEDIGER, N. D.; OTHMAN, R.; FITZ, E.; PIERCE, G. N.; SUH, M.; MOGHADASIAN, M. H. Low n-6:n-3 fatty acid ratio, with fish- or flaxseed oil, in a high fat diet improves plasma lipids and beneficially alters tissue fatty acid composition in mice. **European Journal of Nutrition**, Darmstadt, v. 47, n. 3, p. 153-160, 2008.

ROBERFROID, M.; GIBSON, G. R.; HOYLES, L.; MCCARTNEY, A. L.; RASTALL, R.; ROWLAND, I.; WOLVERS, D.; WATZL, B.; SZAJEWSKA, H.; STAHL, B.; GUARNER, F.; RESPONDEK, F.; WHELAN, K.; COXAM, V.; DAVICCO, M. J.; LÉOTOING, L.; WITTRANT, Y.; DELZENNE, N. M.; CANI, P. D.; NEYRINCK, A. M.; MEHEUST, A. Prebiotic concept and health. **British Journal of Nutrition**, London, v. 104, suppl. 2, p. S1-S63, 2010.

ROBERTS, L. J.; OATES, J. A.; LINTON, M. F.; FAZIO, S.; MEADOR, B. P.; GROSS, M. D.; SHYR, Y.; MORROW, J. D. The relationship between dose of vitamin E and suppression of oxidative stress in humans. **Free Radical Biology and Medicine**, New York, v. 43, n. 10, p. 1388-1393, 2007.

ROS, E.; MATAIX, J. Fatty acid composition of nuts – implications for cardiovascular health. **British Journal of Nutrition**, London, v. 96, suppl. 2, p. S29-S35, 2006.

RYAN, E.; GALVIN, K.; O'CONNOR, T. P.; MAGUIRE, A. R.; O'BRIEN, N. M. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of brazil, pecan, pine, pistachio and cashew nuts. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Basingstoke, v. 57, n. 3/4, p. 219-228, 2006.

SABATÉ, J. Nut consumption and body weight. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 78, n. 3, p. S647-S650, 2003.

SALAS-SALVADÓ, J.; CASAS-AGUSTENCH, P.; MURPHY, M. M.; LÓPEZ-URIARTE, P. BULLÓ, M. The effect of nuts on inflammation. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 17, suppl. 1, p. S333-S336, 2008.

SATHE, S. K.; SEERAM, N. P.; KSHIRSAGAR, H. H.; HEBER, D.; LAPSLEY, K. A. Fatty acid composition of California grown almonds. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 73, n. 9, p. 607-614, 2008.

SCHAEFER, E. J. Lipoproteins, nutrition, and heart disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 75, n. 2, p. 191-212, 2002.

SEDLAK, J.; LINDSAY, R. H. Estimation of total protein bound and nonprotein sulfydryl groups in tissue with Ellman's reagent. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 25, n. 1, p. 192-205, 1968.

SEGURA, R.; JAVIERRE, C.; LIZARRAGA, M. A.; ROS, E. Other relevant components of nuts: phytosterols, folate and minerals. **British Journal of Nutrition**, London, v. 96, suppl. 2, p. S36-S44, 2006.

SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Processamento de amêndoa e torta de castanha-do-brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 120-128, 2004

STRUNZ, C. C.; OLIVEIRA, T. V.; VINAGRE, J. C. M.; LIMA, A.; COZZOLINO, S.; MARANHÃO, R. C. Brazil nut ingestion increased plasma selenium but had minimal effects on lipids, apolipoproteins, and high-density lipoprotein function in human subjects. **Nutrition Research**, Tarrytown, v. 28, n. 3, p. 151-155, 2008.

TAKEMOTO, E.; OKADA, I. A.; GARBELOTTI, M. L.; TAVARES, M.; AUED-PIMENTEL, S. Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do município de Pirenópolis, estado de Goiás. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 60, n. 2, p. 113-117, 2001.

THOMSON, C. D.; CHISHOLM, A.; MCLACHLAN, S. K.; CAMPBELL, J. M. Brazil nuts: an effective way to improve selenium status. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 87, n. 2, p. 379-384, 2008.

TOGASHI, M.; SGARBIERI, V. C. Caracterização química parcial do fruto do baru (*Dipteryx alata*, Vog.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 85-95, 1994.

US DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Agricultural Research Service. **Nutrient data – laboratory**. Disponível em: <<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search>>. Acesso em: 12 jan. 2011.

VALLILO, M. I.; TAVARES, M.; AUED, S. Composição química da polpa e da semente do fruto do cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.) - caracterização do óleo da semente. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 115-125, 1990.

VÉGA-LOPEZ, S.; MATTHAN, N. R.; AUSMAN, L. M.; HARDING, S. V.; RIDEOUT, T. C.; AI, M.; OTOKOZAWA, S.; FREED, A.; KUVIN, J. T.; JONES, P. J.; SCHAEFER, E. J.; LICHTENSTEIN, A. H. Altering dietary lysine:arginine ratio has little effect on cardiovascular risk factors and vascular reactivity in moderately hypercholesterolemic adults. **Atherosclerosis**, Amsterdam, v. 210, n. 2, p. 555-562, 2010.

VENKATACHALAM, M.; SATHE, S. K. Chemical composition of selected edible nut seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 54, n. 13, p. 4705-4714, 2006.

VENKATESAN, N.; DEVARAJ, S. N.; DEVARAJ, H. Increased binding of LDL and VLDL to apo B, E receptors of hepatic plasma membrane of rats treated with fibernat. **European Journal of Nutrition**, Darmstadt, v. 42, n. 5, p. 262-271, 2003.

VINCENT, H. K.; INNES, K. E.; VINCENT, K. R. Oxidative stress and potential interventions to reduce oxidative stress in overweight and obesity. **Diabetes, Obesity and Metabolism**, Oxford, v. 9, n. 6, p.813-839, 2007.

WELNA, M.; KLIMPEL, M.; ZYRNICKI, W. Investigation of major and trace elements and their distributions between lipid and non-lipid fractions in Brazil nuts by inductively coupled plasma atomic optical spectrometry. **Food Chemistry**, London, v. 111, n. 4, p. 1012-1015, 2008.

WIJENDRAN, V.; HAYES, K. C. Dietary n-6 and n-3 fatty acid balance and cardiovascular health. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v. 24, p. 597-615, 2004.

ZERN, T. L.; FERNANDEZ, M. L. Cardioprotective effects of dietary polyphenols. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 135, n. 10, p. 2291-2294, 2005.

ZHANG, Z.; WANG, H.; JIAO, R.; PENG, C.; WONG, Y. M.; YEUNG, V. S. Y.; HUANG, Y.; CHEN, Z. Y. Choosing hamsters but not rat as a model for studying plasma cholesterol-lowering activity of functional foods. **Molecular Nutrition and Food Research**, Weinheim, v. 53, n. 7, p. 921-930, 2009.