

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

JULLYANA BORGES DE FREITAS

**QUALIDADE NUTRICIONAL E VALOR PROTÉICO DA  
AMÊNDOA DE BARU EM RELAÇÃO AO AMENDOIM,  
CASTANHA-DE-CAJU E CASTANHA-DO-PARÁ**

Goiânia  
2009

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

JULLYANA BORGES DE FREITAS

**QUALIDADE NUTRICIONAL E VALOR PROTÉICO DA  
AMÊNDOA DE BARU EM RELAÇÃO AO AMENDOIM,  
CASTANHA-DE-CAJU E CASTANHA-DO-PARÁ**

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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Margareth Veloso Naves

Goiânia  
2009



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

JULLYANA BORGES DE FREITAS

QUALIDADE NUTRICIONAL E VALOR PROTÉICO  
DA AMÊNDOA DE BARU EM RELAÇÃO AO  
AMENDOIM, CASTANHA-DE-CAJU  
E CASTANHA-DO-PARÁ

Dissertação defendida e aprovada em 03 de julho de 2009, pela Banca  
Examinadora constituída pelos membros

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Margareth Veloso Naves', written over a horizontal line.

Prof. Dra. Maria Margareth Veloso Naves  
Orientador

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rosângela Vera', written over a horizontal line.

Prof. Dra. Rosângela Vera  
Membro da Banca

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Marina Kiyomi Ito', written over a horizontal line.

Prof. Dra. Marina Kiyomi Ito  
Membro da Banca

---

*Aos meus pais, Renato e Vilma, que eu tanto amo.  
Em especial à minha mãe, meu exemplo.  
Ao Fernando, por fazer meus dias mais felizes.  
Aos meus queridos irmãos, que são meus melhores amigos.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me concedido a vida, saúde e disposição.

Aos meus pais, Renato Borges Lima e Vilma Freitas Silva Lima, que sempre me estimularam a seguir os estudos e não mediram esforços para que eu concluísse essa nova etapa.

Ao meu namorado, Fernando Marcos Silva, que sempre me apoiou e compreendeu.

Aos meus queridos irmãos, Pollyana Freitas Silva Lima, Marília Borges Freitas e Ernesto Borges Lima, que são meus grandes amigos.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mara Reis Silva (Faculdade de Nutrição - UFG), pela orientação na iniciação científica durante a graduação, o que me estimulou a trilhar esse caminho.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Margareth Veloso Naves, pela excelente orientação que me prestou, e pela pessoa especial que se tornou para mim.

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

Ao Prof. Dr. Lázaro José Chaves (Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos - UFG) e à Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Thannya Nascimento Soares (Departamento de Biologia Geral - Universidade Federal de Goiás) pelo auxílio na coleta dos frutos de baru.

Ao Sr. Natal José Eufrásio, funcionário da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos - UFG, pelo auxílio na quebra dos frutos de baru.

Ao Prof. Dr. Moacir Evandro Lage e ao técnico de laboratório Rodrigo Almeida de Oliveira (Escola de Veterinária - UFG/CPA) pela análise dos perfis de ácidos graxos.

Ao Técnico Luiz Sávio Teixeira (LANAGRO - GO) pelas análises de minerais.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sílvia Maria Franciscato Cozzolino e ao Técnico de Laboratório José Alexandre Pimentel (Faculdade de Ciências Farmacêuticas - USP) pelas análises de selênio.

Ao acadêmico de Nutrição, Jean Carlos Rodrigues Lima, pelo apoio nas análises químicas e no ensaio biológico.

Às minhas colegas de mestrado, Priscila Ramos Mortate, Aline Gomes de Moura e Silva, Flávia Araújo da Fonseca e Diva Garcia pelo companheirismo, mesmo com a distância promovida pelas atividades extensivas em laboratórios diferentes.

À Engenheira Agrônoma e mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Maiza Vieira Leão de Castro, pelo apoio e contribuições ao desenho da pesquisa.

À colega de mestrado e Nutricionista, Ludmila de Paula Czeder, pelo apoio, em especial no ensaio biológico e nas análises de digestibilidade.

À colega de mestrado e Nutricionista, Daniela Canuto Fernandes, pelo apoio no ensaio biológico.

À Nutricionista e mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Grazielle Gebrim Santos, e à Engenheira de Alimentos e colega de mestrado, Janaína Pereira de Macedo Rodrigues, pela companhia e apoio no laboratório de análise de alimentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de pós-graduação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/ Edital Universal CNPq - 2008) pelo auxílio financeiro ao projeto.

À Fundação de Apoio à Pesquisa da Universidade Federal de Goiás (FUNAPE - UFG) pelo apoio financeiro.

*Para ser grande, sê inteiro: nada  
Teu exagera ou exclui  
Sê todo em cada coisa. Põe quanto és  
No mínimo que fazes  
Assim em cada lago a lua toda  
Brilha, porque alta vive*

*Fernando Pessoa*

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo caracterizar quimicamente a amêndoa de baru torrada, oriunda de diferentes plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás e avaliar sua qualidade protéica, comparando-a com o amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará. Determinou-se a composição centesimal, perfil de aminoácidos, ácidos graxos e conteúdo mineral, conforme métodos padronizados. Foi realizado experimento com 42 ratos Wistar, machos, recém-desmamados, distribuídos em sete grupos segundo delineamento por blocos casualizados, durante catorze dias. As dietas foram formuladas segundo AIN-93G, sendo seis dietas com 10% de proteína: CAS7 (caseína 7% de lipídios), CAS15 (caseína 15% de lipídios), AB (amêndoa de baru), AMD (amendoim), CJ (castanha-de-caju), CP (castanha-do-pará) e uma dieta aprotéica. O consumo foi controlado segundo valor energético das dietas. O valor protéico foi estimado por meio do NPR (Net Protein Ratio) e PDCAAS (Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score). As sementes e nozes são fontes de proteínas (16,3 a 32,3g.100g<sup>-1</sup>) e lipídios (42,7 a 57,9g.100g<sup>-1</sup>). O conteúdo protéico das amêndoas de baru variou significativamente (Tukey,  $p < 0,05$ ) entre plantas (24,2 a 31,9g.100g<sup>-1</sup>). O perfil de aminoácidos das amêndoas de baru também variou significativamente entre plantas, sendo a lisina (Escore de Aminoácidos Essenciais - EAE de 43% a 72%) e os sulfurados (EAE de 78% a 90%) os aminoácidos limitantes, segundo padrão WHO/FAO/UNU para escolares. Constatou-se melhor relação de ácidos graxos  $\omega 6:\omega 3$  (9:1) na amêndoa de baru, que é rica em ferro (3,6 a 4,7mg.100g<sup>-1</sup>) e zinco (2,8 a 4,1mg.100g<sup>-1</sup>). A castanha-de-caju apresentou NPR relativo de 81%, seguida pela castanha-do-pará (68%), amendoim (61%) e amêndoa de baru (45%). O PDCAAS variou significativamente entre as amêndoas de baru (32% a 68%), e entre as demais amostras (63% para a CP, 69% para o AMD e 88% para a CJ). Existe diferença no valor nutricional de amêndoas de baru de diferentes plantas de uma mesma subpopulação do Cerrado, assim como entre diferentes sementes e nozes. Esses alimentos apresentam alta densidade de nutrientes como proteínas, lipídios, minerais e fibras alimentares. Portanto, a inclusão na dieta e o uso em formulações culinárias e industrializadas desses alimentos devem ser estimulados.

Palavras-chave: *Dipteryx alata* Vog., nozes, valor nutritivo, aminoácidos, ácidos graxos, minerais.

## ABSTRACT

Nutritional quality and protein value of the baru almond compared to those of the peanut, cashew nut and Brazil nut

The aim of this study was to characterize the chemical composition of the roasted baru almond, which is derived from different native plants in the west of the State of Goiás, and to compare its protein quality to that of the peanut, cashew nut and Brazil nut. Standardized methods were used to determine centesimal composition, amino acid profile, fatty acids and mineral content. The experiment was carried out with 42 male weanling Wistar rats. The animals were randomly assigned into seven groups. The experiment lasted fourteen days. The diets were formulated according to AIN-93G, six diets with 10% protein: CAS7 (7% lipid casein), CAS15 (15% lipid casein), BA (baru almond), PN (peanut), CN (cashew nut), BN (Brazil nut) and a protein-free diet. The consumption was controlled according to the energy value of the diets. The protein value was estimated using NPR (Net Protein Ratio) and PDCAAS (Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score). The seeds and nuts are sources of proteins (16.3 to 32.3g.100g<sup>-1</sup>) and lipids (42.7 to 57.9g.100g<sup>-1</sup>). The protein content of baru almonds varied significantly (Tukey, p<0.05) between plants (24.2 to 31.9g.100g<sup>-1</sup>). The amino acid profile of baru almonds also varied significantly between plants. Lysine (Limiting Essential Amino Acid - LEAA of 43% to 72%) and sulfur amino acids (LEAA of 78% to 90%) were the limiting amino acids, according to the WHO/FAO/UNU standard for school children. The best ω6: ω3 fatty acid ratio (9: 1) was found in the baru almond, which is rich in iron (3.6 to 4.7mg.100g<sup>-1</sup>) and zinc (2.8 to 4.1mg.100g<sup>-1</sup>). The cashew nut had a relative NPR of 81%, followed by the Brazil nut (68%), peanut (61%) and baru almond (45%). The PDCAAS varied significantly between baru plants (32% to 68%), and between the other samples (63% for the BN, 69% for the PN and 88% for CN). There are differences in the nutritional value of baru almonds from different plants in the same Cerrado subpopulation and between different seeds and nuts. These foods present a high density of nutrients such as proteins, lipids, minerals and dietary fiber. For this reason, their inclusion in the diet and use in home and industrial food processing should be encouraged.

Keywords: *Dipteryx alata* Vog., nuts, nutritional value, amino acids, fatty acids, minerals.

## LISTA DE TABELAS

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| <b>Tabela 1.</b>  | Composição centesimal e valor energético da amêndoa de baru, amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará .....  | 13 |
| <b>Tabela 2.</b>  | Composição em aminoácidos da amêndoa de baru, amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará, em comparação ao padrão WHO/FAO/UNU de aminoácidos essenciais .....  | 15 |
| <b>Tabela 3.</b>  | Composição em ácidos graxos da amêndoa de baru, amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará .....   | 18 |
| <b>Tabela 4.</b>  | Composição em minerais da amêndoa de baru, amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará .....  | 19 |
| <b>Tabela 5.</b>  | Composição das dietas experimentais (g.100g <sup>-1</sup> de dieta) .....   | 27 |
| <b>Tabela 6.</b>  | Características físicas de frutos e amêndoas de baru ( <i>Dipteryx alata</i> Vog.) de sete plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás, no ano de 2007 .....   | 30 |
| <b>Tabela 7.</b>  | Distribuições de frequência (%) da massa (g) dos frutos e das amêndoas de baru ( <i>Dipteryx alata</i> Vog.) de sete plantas nativas de barueiro da região Oeste do estado de Goiás, no ano de 2007 .....                             | 31 |
| <b>Tabela 8.</b>  | Composição centesimal e valor energético da amêndoa de baru torrada ( <i>Dipteryx alata</i> Vog.), de sete plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás, no ano de 2007 .....   | 32 |
| <b>Tabela 9.</b>  | Composição centesimal e valor energético da amêndoa de baru da região Oeste do estado de Goiás e do amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará (Goiânia-GO), no ano de 2007 .....  | 33 |
| <b>Tabela 10.</b> | Composição em aminoácidos da amêndoa de baru torrada ( <i>Dipteryx alata</i> Vog.), de sete plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás, no ano de 2007, em comparação ao padrão WHO/FAO/UNU de aminoácidos essenciais .....   | 35 |
| <b>Tabela 11.</b> | Composição em aminoácidos da amêndoa de baru da região Oeste do estado de Goiás, e do amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará (Goiânia-GO), no ano de 2007, em comparação ao padrão WHO/FAO/UNU de aminoácidos essenciais ..... | 37 |
| <b>Tabela 12.</b> | Composição em ácidos graxos da amêndoa de baru torrada ( <i>Dipteryx alata</i> Vog.), de sete plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás, no ano de 2007 .....  | 39 |
| <b>Tabela 13.</b> | Composição em ácidos graxos da amêndoa de baru da região Oeste do estado de Goiás e do amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará (Goiânia-GO), no ano de 2007.....  | 41 |
| <b>Tabela 14.</b> | Composição em minerais da amêndoa de baru torrada ( <i>Dipteryx alata</i> Vog.), de sete plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás, no ano de 2007 .....   | 42 |

|                   |  |    |
|-------------------|--|----|
| <b>Tabela 15.</b> | Composição em minerais da amêndoa de baru da região Oeste do estado de Goiás e do amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará (Goiânia-GO), no ano de 2007 ..... | 43 |
| <b>Tabela 16.</b> | Peso dos animais, consumo de dieta e de proteína dos ratos durante catorze dias de experimento .....   | 46 |
| <b>Tabela 17.</b> | Índices biológicos de ratos mantidos durante catorze dias ingerindo dietas com diferentes fontes de proteína .....   | 46 |
| <b>Tabela 18.</b> | Consumo de proteína, excreção fecal, proteína excretada e digestibilidade verdadeira (Dv) avaliados em ratos Wistar durante sete dias de experimento .....         | 47 |
| <b>Tabela 19.</b> | Valor protéico da amêndoa de baru torrada ( <i>Dipteryx alata</i> Vog.) de sete plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás, no ano de 2007 .....           | 48 |
| <b>Tabela 20.</b> | Valor protéico da amêndoa de baru da região Oeste do estado de Goiás e do amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará (Goiânia-GO), no ano de 2007 .....         | 48 |

## SUMÁRIO

|          |   |    |
|----------|---|----|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | 11 |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....  | 13 |
| 2.1      | COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE SEMENTES OLEAGINOSAS E NOZES   | 13 |
| 2.2      | PERFIL DE AMINOÁCIDOS E QUALIDADE PROTÉICA DE SEMENTES OLEAGINOSAS E NOZES.....                     | 14 |
| 2.3      | PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE SEMENTES OLEAGINOSAS E NOZES   | 17 |
| 2.4      | CONTEÚDO EM MINERAIS DE SEMENTES OLEAGINOSAS E NOZES.....   | 18 |
| <b>3</b> | <b>OBJETIVOS</b> .....  | 21 |
| 3.1      | OBJETIVO GERAL.....   | 21 |
| 3.2      | OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....  | 21 |
| <b>4</b> | <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....   | 22 |
| 4.1      | OBTENÇÃO DAS SEMENTES OLEAGINOSAS E NOZES .....   | 22 |
| 4.2      | CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO FRUTO E DA AMÊNDOA DE BARU.....  | 22 |
| 4.3      | PREPARO DAS AMOSTRAS .....  | 23 |
| 4.4      | CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA .....  | 23 |
| 4.4.1    | Composição centesimal .....   | 24 |
| 4.4.2    | Perfil de aminoácidos .....   | 24 |
| 4.4.3    | Perfil de ácidos graxos .....   | 25 |
| 4.4.4    | Análise de minerais .....   | 25 |
| 4.5      | AVALIAÇÃO DO VALOR PROTÉICO DAS SEMENTES OLEAGINOSAS E NOZES.....                                   | 26 |
| 4.5.1    | Avaliação biológica .....   | 26 |
| 4.5.2    | Determinação da eficiência e da qualidade protéica .....  | 27 |
| 4.6      | ANÁLISE ESTATÍSTICA .....   | 29 |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | 30 |
| 5.1      | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO FRUTO E DA AMÊNDOA DE BARU   | 30 |
| 5.2      | COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA AMÊNDOA DE BARU, DO AMENDOIM, DA CASTANHA-DE-CAJU E DA CASTANHA-DO-PARÁ ..... | 31 |
| 5.2.1    | Composição centesimal .....   | 31 |
| 5.2.2    | Composição em aminoácidos .....   | 34 |
| 5.2.3    | Composição em ácidos graxos .....   | 37 |
| 5.2.4    | Composição em minerais .....  | 41 |
| 5.3      | QUALIDADE DAS FONTES PROTÉICAS .....  | 44 |
| <b>6</b> | <b>CONCLUSÕES</b> .....   | 50 |
|          | <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | 51 |
|          | <b>APÊNDICES</b> .....  | 57 |

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil apresenta um quadro de transição epidemiológica e nutricional, representada pelo aumento das doenças e agravos não-transmissíveis resultantes de hábitos de vida sedentários e de uma alimentação rica em gorduras, açúcares e sal (COORDENAÇÃO GERAL DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO, 2004), associado ao quadro de insegurança alimentar (BRASIL, 2006). Assim, faz-se necessária a redução da ingestão de alimentos de origem animal com alto teor de gorduras saturadas, e em contrapartida, o estímulo ao consumo de espécies alimentícias com teores consideráveis de minerais, vitaminas, fibras e ácidos graxos essenciais poliinsaturados, nutrientes geralmente encontrados em sementes oleaginosas e nozes (VENKATACHALAM; SATHE, 2006).

Dentre as sementes oleaginosas, destacam-se na região Central do Brasil, a amêndoa de baru e o amendoim. A amêndoa do baru (*Dipteryx alata* Vog.) é proveniente do fruto do barueiro, leguminosa arbórea lenhosa nativa do Cerrado. O baru é classificado como um fruto do tipo drupa, isto é, que possui uma polpa fibrosa com um centro endurecido contendo uma única semente oleaginosa comestível, a amêndoa de baru (JUDD et al., 2002; LORENZI, 2002), enquanto o amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma semente oleaginosa proveniente de uma leguminosa herbácea (JUDD et al., 2002). Além dessas sementes oleaginosas, as nozes, castanha-de-caju (*Anacardium occidentale* L.) e castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa* H.B.K.), classificadas como nozes verdadeiras por serem frutas secas e espessas (JUDD et al., 2002) são, em termos nutricionais, muito semelhantes às sementes oleaginosas.

Essas sementes oleaginosas e nozes são boas fontes de lipídios e proteínas. As frações lipídicas são compostas especialmente por ácidos graxos oléico (C18:1) e linoléico (C18:2), enquanto suas proteínas apresentam perfil de aminoácidos que atende grande parte das necessidades de escolares (TOGASHI; SGARBIERI, 1994; VENKATACHALAM; SATHE, 2006; WHO, 2007). Também são fontes de minerais, sobretudo cálcio, ferro, zinco, selênio e potássio, além de apresentarem elevados teores de fibras alimentares (SOUZA; MENEZES, 2004; VALLILO; TAVARES; AUED, 1990).

Dentre esses alimentos, a amêndoa de baru merece destaque por ser um alimento regional, com grande potencial agrícola e tecnológico (ALMEIDA, 1998), podendo ser utilizada em substituição ou associada ao amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará em preparações como paçocas, biscoitos, barras de cereais, bolos, chocolates, ou mesmo como aperitivo. Além do diversificado aproveitamento tecnológico, o baru tem diversas

possibilidades de seleção para propagação da espécie, uma vez que vários autores constataram grande variabilidade das características físicas e nutricionais da amêndoa de baru entre plantas de diferentes regiões, assim como dentro de uma mesma subpopulação do Cerrado (BOTEZELLI; DAVIDE; MALAVASI, 2000; FERNANDES, 2007; SANO; VIVALDI; SPEHAR, 1999; VERA, 2007). O estudo dessa biodiversidade é de grande interesse, pois pode ajudar a promover espécies de elevado valor nutritivo e contribuir para a garantia da segurança alimentar e nutricional, por meio do incentivo ao consumo de alimentos regionais (BRASIL, 2006).

Considerando a biodiversidade da amêndoa de baru e a semelhança na composição química entre as sementes oleaginosas (amêndoa de baru e amendoim) e as nozes (castanha-de-caju e castanha-do-pará), este trabalho teve o objetivo de avaliar o valor nutricional e a qualidade protéica de amêndoas de baru oriundas de diferentes plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás, e comparar essas características com as do amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE SEMENTES OLEAGINOSAS E NOZES

As sementes oleaginosas (amêndoa de baru e amendoim) e as nozes (castanha-de-caju e castanha-do-pará) apresentam quantidades consideráveis de lipídios e proteínas, e em decorrência disso, constituem boas fontes energéticas (Tabela 1). A proporção entre proteínas e lipídios da amêndoa de baru, do amendoim e da castanha-de-caju, que apresentam cerca de 40% de lipídios, é de 1:2, respectivamente. Já na castanha-do-pará, que contém cerca de 60% de lipídios, essa proporção é mais elevada, de 1:4.

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

| Componente<br>(g.100g <sup>-1</sup> )       | Semente/Noz <sup>1</sup> |        |        |        |
|---|--------------------------|--------|--------|--------|
|   | AB                       | AMD    | CJ     | CP     |
| Umidade                                     | 5,95                     | 7,09   | 4,39   | 3,10   |
| Proteína (Nx6,25)                           | 26,64                    | 21,56  | 18,81  | 14,11  |
| Lipídios                                    | 40,11                    | 42,88  | 42,06  | 64,94  |
| CHO <sup>2</sup>                            | 11,10                    | 18,87  | 28,38  | 6,39   |
| FAT <sup>3</sup>                            | 13,40                    | 8,00   | 3,70   | 7,90   |
| Cinzas                                      | 2,80                     | 1,60   | 2,66   | 3,56   |
| VET (kcal.100g <sup>-1</sup> ) <sup>4</sup> | 511,95                   | 547,64 | 567,30 | 666,46 |

<sup>1</sup> Valores se referem à média de dados da literatura - AB: amêndoa de baru (TAKEMOTO et al., 2001; TOGASHI; SGARBIERI, 1994; VALLILO; TAVARES; AUED, 1990); AMD: amendoim (NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2006; VENKATACHALAM; SATHE, 2006); CJ: castanha-de-caju (NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2006; RYAN et al., 2006; VENKATACHALAM; SATHE, 2006); CP: castanha-do-pará (NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2006; RYAN et al., 2006; SOUZA; MENEZES, 2004; VENKATACHALAM; SATHE, 2006).

<sup>2</sup> Valores calculados por diferença.

<sup>3</sup> Fibra alimentar total (solúvel e insolúvel).

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

Esses alimentos também são boas fontes de fibras alimentares (Tabela 1), com predominância de fibras insolúveis, em torno de 12% na amêndoa de baru (TAKEMOTO et al., 2001; TOGASHI; SGARBIERI, 1994) e 5% na castanha-do-pará (SOUZA; MENEZES, 2004). Essa composição em fibras alimentares é favorável à saúde, pois as fibras insolúveis estão associadas com o aumento do bolo fecal e a prevenção de problemas entéricos, entre outras doenças (BRAND-MILLER, 2002).

Assim, as sementes oleaginosas (amêndoa de baru e amendoim) e as nozes (castanha-de-caju e castanha-do-pará) têm elevado potencial nutritivo e tecnológico, tendo em vista a alta concentração de nutrientes desses alimentos. Deve-se ter atenção especial quanto ao elevado teor de lipídios das oleaginosas e nozes no processamento de alimentos, pois a alta concentração de ácidos graxos insaturados pode favorecer a oxidação lipídica (AZEREDO; BRITO; GARRUTI, 2004). Por outro lado, essa reação química indesejável pode ser inibida por meio da adição de antioxidantes naturais, como os tocoferóis, na sua maior parte, já presentes nesses alimentos (AZEREDO; BRITO; GARRUTI, 2004; JONNALA; DUNFORD; DASHIELL, 2006; RYAN et al., 2006). Além disso, o consumo diário das sementes oleaginosas e nozes deve ser estimulado, em pequenas porções diárias, uma vez que são alimentos de alta densidade de nutrientes.

## 2.2 PERFIL DE AMINOÁCIDOS E QUALIDADE PROTÉICA DE SEMENTES OLEAGINOSAS E NOZES

Além da quantidade de proteínas, a qualidade protéica das sementes oleaginosas e das nozes deve ser investigada por se tratar de aspecto relevante para a nutrição humana, incluindo a avaliação da qualidade biológica de seus aminoácidos essenciais (WHO, 2007).

De forma geral, as proteínas da amêndoa de baru, amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará atendem à maior parte das necessidades de aminoácidos essenciais de escolares, com exceção dos aminoácidos lisina, metionina e cisteína (Tabela 2), conforme recomendado pela WHO/FAO/UNU (WHO, 2007). Foi constatado que as proteínas da amêndoa de baru são muito deficientes em aminoácidos sulfurados (TOGASHI; SGARBIERI, 1994), cujo teor corresponde a apenas 35% das necessidades, segundo o padrão WHO/FAO/UNU (WHO, 2007) (Tabela 2). A deficiência em aminoácidos sulfurados é característica de proteínas de leguminosas (FAO, 1970), que satisfazem em torno de 50 a 60% das necessidades desses aminoácidos. Porém, dados recentes sobre o teor de aminoácidos de amêndoas de baru de diferentes plantas da região Sudeste do estado de Goiás não confirmam esse perfil. Ao contrário, mostram um conteúdo de aminoácidos semelhante ao de outras sementes oleaginosas e nozes, ou seja, uma pequena deficiência em lisina e sulfurados, satisfazendo de 83 a 88% das necessidades de sulfurados (FERNANDES, 2007), conforme o padrão WHO/FAO/UNU (WHO, 2007). Estas diferenças podem ser explicadas por variações

genéticas e pela procedência das sementes analisadas, o que denota, possivelmente, a diversidade desse fruto do Cerrado.

**Tabela 2.** Composição em aminoácidos da amêndoa de baru, amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará, em comparação ao padrão WHO/FAO/UNU<sup>1</sup> de aminoácidos essenciais.

| Aminoácido<br>(mg.g <sup>-1</sup> de<br>proteína) | Padrão<br>WHO/FAO/UNU<br>Escolar | Semente/Noz <sup>2,3</sup> |              |              |              |
|---|----------------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|
|   |                                  | AB                         | AMD          | CJ           | CP           |
| <u>Essencial</u>                                  |                                  |                            |              |              |              |
| His   | 16,0                             | 19,5                       | 25,4         | 26,8         | 30,2         |
| Ile   | 31,0                             | 27,9                       | 34,5         | 41,5         | 31,5         |
| Leu   | 61,0                             | 70,4                       | 70,3         | 80,0         | 82,4         |
| Lys   | 48,0                             | 41,7                       | 38,8         | 45,9         | 37,4         |
| Met+Cys   | 24,0                             | 8,4                        | 16,4         | 28,1         | 95,9         |
| Phe+Tyr   | 41,0                             | 63,0                       | 87,8         | 72,6         | 71,8         |
| Thr   | 25,0                             | 29,5                       | 22,1         | 32,2         | 26,4         |
| Trp   | 6,6                              | 9,2                        | 7,3          | 13,1         | 10,1         |
| Val   | 40,0                             | 45,3                       | 39,5         | 56,5         | 49,2         |
| <b>TOTAL</b>                                      | <b>292,6</b>                     | <b>314,9</b>               | <b>342,1</b> | <b>396,7</b> | <b>434,9</b> |
| <b>EAE (%)</b>                                    | <b>100</b>                       | <b>35</b>                  | <b>68</b>    | <b>95</b>    | <b>78</b>    |
| <u>Não-essencial</u>                              |                                  |                            |              |              |              |
| Asp   | -                                | 75,6                       | -            | -            | 101,1        |
| Glu   | -                                | 193,0                      | -            | -            | 250,1        |
| Ala   | -                                | 36,7                       | 45,8         | 44,4         | 43,0         |
| Arg   | -                                | 69,9                       | 110,4        | 98,4         | 151,0        |
| Gly   | -                                | 38,0                       | 64,3         | 45,5         | 52,4         |
| Pro   | -                                | 42,0                       | 58,1         | 53,7         | 49,8         |
| Ser   | -                                | 29,1                       | 48,1         | 52,1         | 46,2         |
| <b>TOTAL</b>                                      |                                  | <b>484,3</b>               | <b>326,7</b> | <b>294,1</b> | <b>693,6</b> |

<sup>1</sup> Para crianças em idade escolar (WHO, 2007).

<sup>2</sup> Valores se referem à média de dados da literatura - AB: amêndoa de baru (TOGASHI; SGARBIERI, 1994); AMD: amendoim (VENKATACHALAM; SATHE, 2006); CJ: castanha-de-caju (VENKATACHALAM; SATHE, 2006); CP: castanha-do-pará (SOUZA; MENEZES, 2004; VENKATACHALAM; SATHE, 2006). Valores sombreados correspondem aos aminoácidos que em geral se encontram em quantidades limitantes nesses alimentos, para crianças em idade escolar.

<sup>3</sup> Dados não encontrados na literatura (-).

Ressalta-se ainda, que esses alimentos constituem boas fontes de histidina, isoleucina, leucina, fenilalanina, tirosina, treonina, triptofano e valina (Tabela 2), em relação ao padrão WHO/FAO/UNU (WHO, 2007).

Além dos aminoácidos essenciais, destaca-se o conteúdo de glutamina da amêndoa de baru e da castanha-do-pará (Tabela 2), por ser considerado um aminoácido condicionalmente indispensável para indivíduos catabólicos, como desnutridos, queimados, em pós-operatório, entre outros (IOM, 2005). A importância da glutamina em condições especiais deve-se às suas funções no organismo, dentre elas, atua como precursora da síntese de nucleotídeos, como substrato para a gliconeogênese hepática, além de ser fonte energética importante para as células do epitélio gastrointestinal, linfócitos, fibroblastos e reticulócitos (MOTTA NETO et al., 2007; RIBEIRO et al., 2004). Assim, estudos têm confirmado que a suplementação com glutamina em ratos imunodeprimidos, ou que foram submetidos à ressecção intestinal, melhora a resposta imunológica e as funções da mucosa intestinal, respectivamente (MOTTA NETO et al., 2007; RIBEIRO et al., 2004). Da mesma forma, pesquisas com humanos demonstram a eficácia do uso de glutamina para elevar a sobrevivência de pacientes críticos internados em unidades de terapia intensiva durante seis meses, recebendo nutrição parenteral enriquecida com 2,5% de glutamina (GRIFFITHS; JONES; PALMER, 1997).

Deve-se enfatizar que além do perfil de aminoácidos, o estudo da digestibilidade da proteína é imprescindível para avaliar a qualidade protéica de um alimento, visto que para uma proteína ser considerada de boa qualidade ela deve ser bem absorvida, ou seja, ter boa digestibilidade, e suprir as necessidades de aminoácidos essenciais (WHO, 2007). Enquanto o perfil de aminoácidos do amendoim e das nozes (castanha-de-caju e castanha-do-pará) está bem documentado na literatura, o perfil de aminoácidos da amêndoa de baru e a digestibilidade das proteínas desses alimentos ainda são pouco estudados.

Dentre os estudos que investigaram a qualidade protéica da amêndoa de baru, Togashi e Sgarbieri (1995) relataram que a proteína da amêndoa de baru, além de apresentar uma elevada deficiência em aminoácidos sulfurados, apresenta uma digestibilidade de apenas 66%. Entretanto, esses autores estudaram frutos de baru oriundos de uma única região, próxima à Brasília (DF), sem distinção da origem da amostra na subpopulação pesquisada. Em contrapartida, estudo recente com frutos de diferentes plantas da região Sudeste do estado de Goiás não confirmou esse resultado. Ao contrário, o referido estudo revelou, além de uma leve deficiência em lisina e sulfurados, como mencionado anteriormente para amêndoas e castanhas em geral, uma digestibilidade superior à relatada por Togashi e Sgarbieri (1995), de 79% (FERNANDES, 2007). Estas diferenças podem ser explicadas por variações genéticas e ambientais. Sendo assim, a região de procedência das sementes constitui fator importante na caracterização química e nutricional da amêndoa de baru. Nesse mesmo trabalho, Fernandes (2007) constatou uma digestibilidade de 95% para o amendoim, o que reforça o potencial

dessas sementes oleaginosas como boas fontes protéicas, uma vez que são bem absorvidas e apresentam um perfil de aminoácidos que supre grande parte das necessidades de escolares e de adultos (WHO, 2007). Portanto, esses alimentos podem ser utilizados para enriquecer a dieta da população em geral, e especialmente de grupos específicos, como os vegetarianos que precisam ingerir fontes protéicas de origem vegetal de melhor qualidade.

O estudo da qualidade protéica das sementes oleaginosas e nozes deve ser estimulado, uma vez que são alimentos-fonte de proteína, cujo perfil de aminoácidos pode variar muito em decorrência da variabilidade genética e região de procedência (VENKATACHALAM; SATHE, 2006). Além disso, não foram encontrados relatos na literatura científica de estudos de avaliação biológica para a maior parte das nozes consumidas usualmente.

### 2.3 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE SEMENTES OLEAGINOSAS E NOZES

Quanto à composição em ácidos graxos, o óleo das sementes oleaginosas (amêndoa de baru e amendoim) e das nozes (castanha-de-caju e castanha-do-pará) é composto principalmente pelos ácidos graxos oléico (C18:1) e linoléico (C18:2) (Tabela 3). Essa composição em ácidos graxos mono e poliinsaturado é importante para a saúde, uma vez que o consumo desses ácidos 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).

Estudos sobre a influência do consumo de amêndoas e nozes sobre o perfil sérico lipídico, numa porção de aproximadamente 40 a 75 g/dia durante um mês, apontam efeito positivo no perfil sérico lipídico de pacientes com hiperlipidemia moderada (JENKINS et al., 2002; ROS et al., 2004). De forma similar, o consumo de cerca de 100g de amendoim por indivíduos adultos normolipidêmicos durante sete meses também alterou positivamente o perfil sérico lipídico dos voluntários (ALPER; MATTES, 2003). Por outro lado, pesquisa mais recente com suplementação de 45 g de castanha-do-pará durante quinze dias não obteve qualquer efeito no perfil lipídico de adultos saudáveis, o que pode estar relacionado com o perfil de ácidos graxos da castanha-do-pará que, comparado às demais nozes, apresenta maior teor de ácidos graxos saturados (STRUNZ et al., 2008), apesar de também apresentar elevada concentração de ácidos graxos mono e poliinsaturados (Tabela 3).

**Tabela 3.** Composição em ácidos graxos da amêndoa de baru, amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará.

| Ácido graxo<br>(g.100g <sup>-1</sup> de lipídios)              | Semente/Noz <sup>1,2</sup> |               |              |               |
|--|----------------------------|---------------|--------------|---------------|
|  | AB                         | AMD           | CJ           | CP            |
| <b>Saturados</b>   | <b>18,77</b>               | <b>14,81</b>  | <b>20,66</b> | <b>25,47</b>  |
| Palmítico C16:0  | 7,39                       | 7,20          | 10,32        | 14,31         |
| Esteárico C18:0  | 4,62                       | 1,84          | 9,02         | 10,64         |
| Araquídico C20:0   | 1,10                       | 1,19          | 0,80         | 0,40          |
| Behênico C22:0   | 2,64                       | 2,85          | 0,39         | 0,12          |
| Lignocérico C24:0  | 3,02                       | 1,73          | 0,13         | -             |
| <b>Monoinsaturados</b>   | <b>51,07</b>               | <b>43,93</b>  | <b>59,33</b> | <b>29,03</b>  |
| Oléico C18:1   | 48,37                      | 42,48         | 59,20        | 28,92         |
| Gadoléico C20:1  | 2,70                       | 1,45          | 0,13         | 0,11          |
| <b>Poliinsaturados</b>   | <b>32,35</b>               | <b>37,81</b>  | <b>19,12</b> | <b>44,31</b>  |
| Linoléico C18:2  | 30,13                      | 37,52         | 18,84        | 44,12         |
| Linolênico C18:3   | 2,22                       | 0,29          | 0,28         | 0,19          |
| <b><math>\omega</math>-6/<math>\omega</math>-3<sup>3</sup></b> | <b>13,57</b>               | <b>129,38</b> | <b>67,29</b> | <b>232,21</b> |

<sup>1</sup> 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); CJ: castanha-de-caju (RYAN et al., 2006; VENKATACHALAM; SATHE, 2006); CP: castanha-do-pará (RYAN et al., 2006; VENKATACHALAM; SATHE, 2006). Valores sombreados: destaque para os teores elevados de C18:1 e C18:2 nesses alimentos.

<sup>2</sup> Dados não encontrados na literatura (-).

<sup>3</sup> Relação entre os ácidos graxos linoléico ( $\omega$ -6) e linolênico ( $\omega$ -3).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que a proporção de  $\omega$ -6: $\omega$ -3 da dieta seja de 5 a 10:1, visto que razões elevadas de  $\omega$ -6/ $\omega$ -3, ou seja, alta ingestão de ácido graxo linoléico associada ao baixo consumo de ácido graxo linolênico, contribui para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (OMS, 2003). Assim, dentre as sementes oleaginosas e as nozes estudadas, a amêndoa de baru possui a melhor proporção de ácidos graxos  $\omega$ -6: $\omega$ -3, de aproximadamente 14:1 (Tabela 3). Isto reforça a importância do estudo da composição dessas nozes e sementes comestíveis, associado à pesquisa dos seus efeitos sobre a nutrição e saúde de humanos.

#### 2.4 CONTEÚDO EM MINERAIS DE SEMENTES OLEAGINOSAS E NOZES

As sementes oleaginosas e as nozes também apresentam teor considerável de diversos minerais (Tabela 4). Destaca-se, dentre os minerais, a composição em cálcio, ferro, zinco e selênio, pela importância dos dois primeiros na prevenção de carências nutricionais de

relevância em saúde coletiva, e pelas funções enzimáticas e reguladoras do zinco e do selênio, como parte do sistema de defesa antioxidante do organismo (COZZOLINO, 2007).

**Tabela 4.** Composição em minerais da amêndoa de baru, amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará.

| Mineral<br>(mg.100g <sup>-1</sup> ) | Semente/Noz <sup>1,2</sup> |        |        |        |
|-------------------------------------|----------------------------|--------|--------|--------|
|                                     | AB                         | AMD    | CJ     | CP     |
| Ca                                  | 111,00                     | 83,22  | 10,82  | 163,00 |
| Fe                                  | 4,79                       | 2,48   | 9,01   | 5,58   |
| Na                                  | 3,30                       | 25,88  | 18,73  | -      |
| K                                   | 819,00                     | 584,20 | 441,00 | -      |
| Zn                                  | 2,57                       | 3,50   | 7,79   | 4,30   |
| Se<br>(µg.100g <sup>-1</sup> )      | -                          | -      | 3,00   | 204,00 |

<sup>1</sup> Valores se referem a média de dados da literatura - AB: amêndoa de baru (VALLILO; TAVARES; AUED, 1990); AMD: amendoim (JONNALA; DUNFORD; CHENAULT, 2005); CJ: castanha-de-caju (FAGBEMI, 2008); CP: castanha-do-pará (SOUZA; MENEZES, 2004; WELNA; KLIMPEL; ZYRNICKI, 2008).

<sup>2</sup> Dados não encontrados na literatura (-).

Ressalta-se a alta concentração de selênio na castanha-do-pará (Tabela 4), cujo consumo pode elevar a concentração plasmática de selênio. Esse potencial foi testado recentemente em adultos saudáveis que consumiram 45 g (11 castanhas-do-pará/dia) durante 15 dias, onde se observou que o selênio plasmático dos voluntários chegou a quadruplicar (STRUNZ et al., 2008). De forma similar, em estudo sobre o efeito do consumo diário de 100 µg de selênio na forma de castanhas-do-pará (duas unidades/dia), suplemento de selenometionina ou placebo, durante três meses, observou-se que a ingestão diária de duas castanhas-do-pará é tão eficiente quanto a selenometionina para o aumento dos níveis plasmáticos de selênio e glutathione peroxidase. Além disso, a atividade da glutathione peroxidase foi maior no grupo que ingeriu castanha-do-pará, comparado aos outros dois grupos, o que reforça o potencial antioxidante dessa noz (THOMSON et al., 2008).

Vale destacar que pesquisas revelaram, ora uma associação inversa (KILINC et al., 2008), ora uma relação direta (BLEYS; NAVAS-ACIEN; GUALLAR, 2007) entre os níveis de selênio sérico e o risco de desenvolvimento de diabetes e intolerância à glicose. Esses resultados contraditórios enfatizam a importância do estudo contínuo das recomendações de ingestão de nutrientes e suas implicações para a saúde, visto que altas doses de selênio podem ultrapassar a dose máxima tolerável (UL) de 400 µg/dia, segundo recomendações do *Institute of Medicine* (2000). Nesse sentido, o consumo de alimentos é mais recomendável que o uso

de suplementos. Assim, a castanha-do-pará é uma fonte interessante para a manutenção dos níveis de selênio séricos adequados, uma vez que uma porção de aproximadamente oito gramas da castanha (duas unidades) já satisfazem as necessidades diárias de 55  $\mu\text{g}$  (INSTITUTE OF MEDICINE, 2000).

Além desses minerais, é importante ressaltar o alto teor de potássio e a reduzida concentração de sódio nas sementes oleaginosas e nozes verdadeiras (Tabela 4), cuja composição pode favorecer o controle hidroeletrolítico e da pressão arterial, contribuindo ainda mais para a manutenção da saúde (MANN, 2002).

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade nutricional e o valor protéico da amêndoa de baru torrada (*Dipteryx alata* Vog.), oriunda de diferentes plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás, em relação ao amendoim (*Arachis hypogaea* L.), à castanha-de-caju (*Anacardium occidentale* L.) e à castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa* H.B.K.).

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar fisicamente os frutos e as amêndoas de baru *in natura* provenientes de sete plantas da região Oeste do estado de Goiás.
- Analisar a composição centesimal, o perfil de ácidos graxos e os teores de minerais (Ca, Fe, Zn, Na, K e Se) de amêndoas de baru de sete plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás, do amendoim, da castanha-de-caju e da castanha-do-pará.
- Determinar o perfil de aminoácido de amêndoas de baru de sete plantas da região Oeste do estado de Goiás, do amendoim, da castanha-de-caju e da castanha-do-pará, assim como a digestibilidade e o valor protéico da mistura de amêndoas de baru da região Oeste do estado de Goiás, do amendoim, da castanha-de-caju e da castanha-do-pará.
- Comparar as características físicas com a composição química das amêndoas de baru da região Oeste do estado de Goiás.
- Avaliar a variabilidade das características físicas, da qualidade nutricional e do valor protéico entre as amêndoas de baru torradas de diferentes plantas da região Oeste do estado de Goiás.
- Comparar a qualidade nutricional e o valor protéico da amêndoa de baru da região Oeste do estado de Goiás com a do amendoim, da castanha-de-caju e da castanha-do-pará.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 OBTENÇÃO DAS SEMENTES OLEAGINOSAS E NOZES

Os frutos de baru foram coletados na época da safra, no mês de setembro de 2007, por estratificação da amostra de subpopulações da região Oeste do estado de Goiás, entre os municípios de Jandaia e Paraúna. Foram selecionadas sete plantas e coletados aproximadamente cem frutos recém caídos de cada. A identificação das sete plantas de origem dos frutos foi feita conforme metodologia descrita por Soares (2006), estando localizadas entre as latitudes 16°51'53" e 17°01'37" Sul e longitudes 50°09'72" e 50°39'20" Oeste de Greenwich, e altitude variando de 579 a 739 m. Além das coordenadas geográficas, os solos dos pontos de obtenção das sete plantas foram classificados, de forma geral, como arenosos ou argilosos (APÊNDICE A). Os frutos foram transportados até o laboratório de Plantas da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, onde foram armazenados à sombra, em temperatura ambiente, sobre superfície plana e em camada única durante vinte dias, e após esse período procedeu-se à abertura do endocarpo lenhoso para a retirada das amêndoas.

O amendoim, a castanha-de-caju e a castanha-do-pará, usados para comparação com a amêndoa de baru, foram adquiridos no comércio local da cidade de Goiânia-GO.

### 4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO FRUTO E DA AMÊNDOA DE BARU

Após vinte dias de armazenamento, vinte frutos de cada planta de baru foram mensurados em relação à massa (g) em balança analítica, e dimensões (comprimento e largura) (cm), com auxílio de paquímetro metálico da marca Vonder, segundo Caldeira et al. (2004). Posteriormente, os frutos foram quebrados com auxílio de machado e as amêndoas seguiram para caracterização física da massa (g), comprimento e largura (cm) (APÊNDICE B).

#### 4.3 PREPARO DAS AMOSTRAS

As amêndoas de baru retiradas dos frutos foram armazenadas a -18 °C até o processamento, em sacos de polipropileno de baixa densidade. Após três meses de armazenamento, conforme disponibilidade do laboratório para início das análises, as amêndoas foram descongeladas sob refrigeração (5 °C durante 12 horas) e torradas a 140 °C por 30 minutos em forno elétrico doméstico (FERNANDES, 2007), a fim de inativar possíveis fatores antinutricionais (TOGASHI; SGARBIERI, 1994) e investigar a qualidade nutricional da amêndoa de baru em sua forma usual de consumo.

O amendoim, adquirido *in natura*, também foi torrado em forno elétrico a 140 °C por 30 minutos. A castanha-de-caju foi adquirida já torrada sem a adição de sal, a fim de que o sódio não interferisse nas análises de minerais e no consumo das dietas do ensaio biológico, enquanto a castanha-do-pará foi obtida sem casca e crua, com a finalidade de avaliar a qualidade dessa noz *in natura*, forma em que é usualmente consumida.

Em seguida, as amêndoas de baru de cada uma das sete plantas, o amendoim, a castanha-de-caju e a castanha-do-pará foram trituradas, separadamente, em processador doméstico (Magiclean Duetto, Arno) até a obtenção de farinhas finas (60 mesh), usadas nas análises químicas e na formulação das dietas oferecidas aos ratos no ensaio biológico. A dieta experimental com baru foi formulada a partir da mistura de amêndoas das sete plantas, representando assim a região Oeste do estado de Goiás.

#### 4.4 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA

A caracterização química da amêndoa do baru, do amendoim e da castanha-de-caju torrados, e da castanha-do-pará *in natura*, compreendeu a determinação da composição centesimal, a análise do perfil de aminoácidos, o conteúdo em ácidos graxos e a quantificação de alguns minerais mais relevantes. A composição centesimal da amêndoa de baru torrada foi analisada para amêndoas oriundas de cada uma das sete plantas da região Oeste do estado de Goiás, assim como para a mistura das sete plantas. As demais análises foram realizadas para cada uma das sete plantas de baru, e a partir desses valores calculou-se a média, representativa da região.

#### 4.4.1 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 resíduo mineral fixo (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. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Análise de Alimentos da Faculdade de Nutrição da UFG em triplicata, exceto as análises de fibra alimentar, que foram realizadas no Laboratório de Pesquisa e Consultoria (LABM, Belo Horizonte), em quadruplicata. A partir dos dados da composição centesimal, foram estimados o valor energético (calórico) das amostras considerando-se os fatores de conversão de Atwater de 4, 4 e 9 para proteína, carboidrato e lipídio, respectivamente (MERRIL; WATT, 1973).

#### 4.4.2 Perfil de aminoácidos

Os perfis de aminoácidos foram determinados no Centro de Química de Proteínas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP. As amostras foram submetidas à hidrólise ácida de proteínas e peptídios com solução aquosa de ácido clorídrico 6N, bidestilado a 104°C, contendo 0,1% de fenol (m/v) para a quantificação dos aminoácidos lisina, histidina, arginina, ácido aspártico, treonina, serina, ácido glutâmico, prolina, glicina, alanina, cisteína, valina, metionina, isoleucina, leucina, tirosina e fenilalanina. Após a hidrólise ácida em solução, as amostras foram secas em concentrador rotativo e ressuspendidas em solução tampão de citrato de sódio 0,17M, pH 2,2, contendo polietilenoglicol 400 a 15% (v/v) e tioglicol 0,4% (v/v) (MOORE; SPACKMAN; STEIN, 1958). Para a quantificação do aminoácido triptofano, as amostras foram submetidas à hidrólise alcalina com hidróxido de lítio 4N, segundo técnica descrita por Lucas e Sotelo (1980). Após a hidrólise alcalina, as amostras foram neutralizadas com ácido ortofosfórico e filtradas em membrana de 0,45 micrômetros, para eliminar os precipitados. Foram adicionados à amostra, polietilenoglicol e solução tampão de citrato de sódio contendo tioglicol, para completar o volume em balão volumétrico. Em seguida, as amostras submetidas à hidrólise foram aplicadas em analisador automático de aminoácidos (Nicolas V, construído pelo Centro de Químicas de Proteínas,

USP- Ribeirão Preto) e após eluição nas colunas e reação com ninidrina, os aminoácidos foram detectados colorimetricamente e quantificados.

A partir dos resultados das análises de aminoácidos, foi estimado o escore de aminoácidos essenciais (EAE), que corresponde à proporção do aminoácido mais limitante (primeiro limitante) do alimento-teste em relação às necessidades de aminoácidos essenciais de crianças em idade escolar usadas como padrão de referência, de acordo com WHO/FAO/UNU (WHO, 2007).

#### **4.4.3 Perfil de ácidos graxos**

Os lipídios das amêndoas de baru, do amendoim, da castanha-de-caju 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 quantificações dos ácidos graxos foram feitas em cromatógrafo a gás (marca Finnigan Focus GC Thermo Electro Corporation), com temperatura de forno inicial de 130°C, que foi aumentando 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, 0,25mm de diâmetro interno e 0,25µm de espessura. Os cromatogramas foram obtidos mediante a injeção manual de 1,0 µL da amostra em triplicata, e as identificações dos picos de ácidos graxos foram feitas por comparação com os tempos de retenção dos padrões. Essas análises foram realizadas no Centro de Pesquisa de Alimentos (CPA) da Escola de Veterinária da UFG.

#### **4.4.4 Análise de minerais**

As cinzas das amêndoas de baru, do amendoim, da castanha-de-caju e da castanha-do-pará foram solubilizadas com HCl concentrado (P.A). A cinza da castanha-do-pará sofreu tratamento adicional com HNO<sub>3</sub> concentrado (P.A) e posteriormente foi filtrada, para a eliminação de resíduos. Os minerais (Ca, Fe e Zn) foram caracterizados e quantificados nas amostras por meio de espectrofotometria de absorção atômica (espectrofotômetro Varian<sup>®</sup>, modelo SpectrAA-200), utilizando-se os parâmetros instrumentais (lâmpada, comprimento de onda, corrente da lâmpada e largura da fenda) específicos para cada nutriente (AOAC, 1990). Os minerais Na e K foram analisados por fotometria de chama (fotômetro Analyser, modelo 910) (AOAC, 1990). As análises foram realizadas no Laboratório Nacional Agropecuário de

Goiás (LANAGRO-GO) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 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).

#### 4.5 AVALIAÇÃO DO VALOR PROTÉICO DAS SEMENTES OLEAGINOSAS E NOZES

##### 4.5.1 Avaliação biológica

Para a realização do ensaio biológico foram utilizados ratos machos, albinos, da linhagem Wistar, recém-desmamados, com pesos entre 50 e 70g. Os ratos foram distribuídos aleatoriamente em grupos, segundo delineamento por blocos casualizados, contendo sete tratamentos com seis repetições. Os animais foram mantidos em gaiolas individuais de aço galvanizado durante catorze dias, compreendendo um período preliminar de sete dias para adaptação à dieta e um período de balanço de sete dias, sob condições ambientais padronizadas, ciclo de luz 12 h claro e 12 h escuro, temperatura média de 20° C e umidade média de 60%, com trocas de ar frequentes. A água destilada foi oferecida *ad libitum*. O consumo de dieta foi monitorado diariamente, e o peso dos animais, em dias alternados. 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).

Foram elaboradas sete dietas, segundo formulação básica preconizada por AIN-93G (REEVES; NIELSEN; FAHEY, 1993) contendo 10% de proteína, exceto no caso da aprotéica. A composição das dietas e os respectivos teores de proteínas e lipídios estão apresentados na Tabela 5. A amêndoa de baru, o amendoim, a castanha-de-caju e a castanha-do-pará não foram desengorduradas na confecção das dietas para conservar suas características naturais. Por isso, foi incluído o grupo CAS15 (caseína com 15% de lipídios) como controle interno do experimento, uma vez que as dietas com amêndoa de baru e amendoim ficaram com esse teor de lipídios. Tendo em vista os valores diferenciados de lipídios entre as dietas experimentais (Tabela 5), adotou-se o procedimento *pair feeding*, segundo Muggia-Sullam et al. (1986), para assegurar que a quantidade consumida de dieta e o

valor energético das mesmas não interferissem no estudo da eficiência de utilização das proteínas testadas. Assim, a quantidade de dieta oferecida diariamente aos grupos (CAS7, CAS15, amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará) correspondia à quantidade média consumida pelo grupo experimental (amêndoa de baru) corrigida pelo valor energético de cada dieta, conforme fatores de conversão específicos (Tabela 5).

**Tabela 5.** Composição das dietas experimentais (g.100g<sup>-1</sup> de dieta).

| Componente              | Dieta <sup>1</sup> |        |        |        |        |        |       |
|-------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
|                         | CAS7               | CAS15  | AB     | AMD    | CJ     | CP     | Ap    |
| Caseína                 | 12,76              | 12,76  | -      | -      | -      | -      | -     |
| Amêndoa de baru         | -                  | -      | 35,77  | -      | -      | -      | -     |
| Amendoim                | -                  | -      | -      | 30,96  | -      | -      | -     |
| Castanha-de-caju        | -                  | -      | -      | -      | 43,40  | -      | -     |
| Castanha-do-pará        | -                  | -      | -      | -      | -      | 61,35  | -     |
| L-cistina               | 0,20               | 0,20   | -      | -      | -      | -      | -     |
| Óleo de soja            | 6,50               | 14,50  | -      | -      | -      | -      | 7,00  |
| Celulose <sup>2</sup>   | 5,00               | 5,00   | 0,20   | 2,52   | 3,39   | 0,15   | 5,00  |
| Mistura salina          | 3,50               | 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   | 0,25  |
| Mistura vitamínica      | 1,00               | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00  |
| Amido de milho          | 70,80              | 62,80  | 59,28  | 61,77  | 48,46  | 33,75  | 83,25 |
| % Proteína <sup>3</sup> | 10,34              | 10,32  | 10,08  | 10,46  | 10,16  | 10,10  | 0,70  |
| % Lipídios <sup>3</sup> | 6,64               | 14,86  | 14,48  | 13,84  | 19,72  | 36,86  | 6,21  |
| VET <sup>4</sup>        | 413,20             | 454,30 | 452,40 | 449,20 | 478,60 | 564,30 | -     |
| FC <sup>5</sup>         | 1,09               | 1,00   | 1,00   | 1,01   | 0,95   | 0,80   | -     |

<sup>1</sup> Segundo Reeves, Nielsen e Fahey (1993). CAS7: caseína com 7% de lipídios (referência); CAS15: caseína com 15% de lipídios (controle); AB: amêndoa de baru torrada; AMD: amendoim torrado; CJ: castanha-de-caju torrada; CP: castanha-do-pará *in natura*; Ap: aprotéica.

<sup>2</sup> Celulose (5%): adicionada de acordo com o teor de fibra desses alimentos - amêndoa de baru (TAKEMOTO et al., 2001) e amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará (NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2006).

<sup>3</sup> Resultados das análises químicas das dietas formuladas.

<sup>4</sup> Valor Energético Total das dietas, calculado por meio dos fatores de conversão de 4, 4 e 9 para proteínas, carboidratos e lipídios respectivamente (MERRILL; WATT, 1973).

<sup>5</sup> Fator de conversão utilizado para o ajuste energético das dietas (*pair feeding*) em relação ao grupo experimental da amêndoa de baru.

#### 4.5.2 Determinação da eficiência e da qualidade protéica

Para avaliar a eficiência protéica da amêndoa de baru, do amendoim, da castanha-de-caju e da castanha-do-pará, em manter e aumentar o peso de animais experimentais, foi utilizado o método NPR (Net Protein Ratio), segundo Pellett e Young (1980). Este foi determinado no 14º dia do experimento, levando em consideração o ganho de peso do grupo teste mais a perda de peso do grupo com dieta aprotéica, em relação ao consumo de proteína do grupo teste, correspondendo à fórmula:

$$\text{NPR} = \frac{\text{Ganho de peso (grupo teste)} + \text{Perda de peso (grupo aprotéico)}}{\text{Proteína ingerida (grupo teste)}}$$

A partir dos dados de NPR, foram calculados os valores de RNPR (Relative Net Protein Ratio), que mede a porcentagem do NPR do grupo teste em relação à proteína (caseína).

Além do NPR, a qualidade protéica foi avaliada pelo método PDCAAS (Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score), preconizado pela FAO (1991). O PDCAAS considera dois parâmetros na avaliação da qualidade protéica: a digestibilidade e a capacidade da proteína de suprir as necessidades de aminoácidos essenciais de humanos. A digestibilidade é avaliada pelo quociente do nitrogênio absorvido pelo nitrogênio ingerido na dieta, expresso em porcentagem. Para a determinação do nitrogênio fecal, as dietas foram marcadas no 7º dia de experimento com índigo carmim P.A. (50 mg.100 g<sup>-1</sup> de dieta), no 8º dia de experimento coletou-se apenas as fezes marcadas com carmim e do 9º ao 14º dia de experimento todas as fezes foram coletadas, acondicionadas em recipientes individuais para cada animal, e mantidas sob condições de refrigeração. Posteriormente ao período de coleta, as fezes foram secas em estufa a 100°C, por 24 horas, depois resfriadas em dessecador, pesadas e então trituradas para determinação do teor de nitrogênio, pelo método de micro-Kjeldahl (AOAC, 1990). A digestibilidade verdadeira (Dv) das fontes protéicas foi determinada pela obtenção da quantidade de nitrogênio ingerido pelos ratos (I), a quantidade de nitrogênio excretado nas fezes pelo grupo de ratos com dieta protéica (F), e a quantidade de nitrogênio fecal metabólico (endógeno) excretado nas fezes pelo grupo de ratos com dieta aprotéica (Fe). Assim, a digestibilidade foi calculada pela seguinte fórmula, conforme FAO (1991):

$$DV = \left( \frac{I - (F - Fe)}{I} \right) \times 100$$

A partir desses dados, o PDCAAS foi determinado por meio do produto do EAE (Escore de Aminoácidos Essenciais) pela Dv da proteína, isto é:

$$\text{PDCAAS (\%)} = \frac{\text{EAE} \times \text{Dv}}{100}$$

#### 4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados da caracterização física, das análises químicas e do ensaio biológico foram submetidos à análise de variância e teste para comparação de médias (Tukey a 5% de probabilidade). Foi feita análise de regressão linear do peso dos animais em relação ao tempo de experimento. Além disso, foi realizada análise de correlação entre as massas dos frutos e das amêndoas de baru e entre a massa das amêndoas e respectivos teores de lipídios e proteínas, por meio do coeficiente de correlação de Pearson. 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 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO FRUTO E DA AMÊNDOA DE BARU

As sete plantas nativas de baru da região Oeste do estado de Goiás apresentaram variabilidade significativa das características físicas de seus frutos e amêndoas (Tabela 6). Estes dados reforçam os resultados de trabalhos anteriores que detectaram diferenças entre frutos e amêndoas de baru de diferentes populações, assim como na mesma subpopulação do Cerrado (BOTEZELLI; DAVIDE; MALAVASI, 2000; SANO; VIVALDI; SPEHAR, 1999; VERA, 2007).

**Tabela 6.** Características físicas de frutos e amêndoas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) de sete plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás, no ano de 2007<sup>1</sup>.

| Planta | Baru (fruto)                |                            |                            |
|--------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|        | Massa (g)                   | Comprimento (cm)           | Largura (cm)               |
| 1      | 58,23 ± 10,64 <sup>a</sup>  | 7,59 ± 0,96 <sup>a</sup>   | 5,29 ± 0,47 <sup>a</sup>   |
| 2      | 42,49 ± 7,68 <sup>b</sup>   | 6,14 ± 0,52 <sup>b</sup>   | 4,01 ± 0,66 <sup>b,c</sup> |
| 3      | 25,79 ± 4,48 <sup>d</sup>   | 4,71 ± 0,66 <sup>e</sup>   | 4,08 ± 0,73 <sup>b,c</sup> |
| 4      | 32,37 ± 5,90 <sup>c,d</sup> | 5,37 ± 0,27 <sup>c,d</sup> | 4,43 ± 0,24 <sup>b</sup>   |
| 5      | 25,52 ± 9,81 <sup>c,d</sup> | 4,86 ± 0,83 <sup>d,e</sup> | 3,57 ± 0,81 <sup>c</sup>   |
| 6      | 25,70 ± 5,26 <sup>d</sup>   | 4,82 ± 0,51 <sup>d,e</sup> | 3,81 ± 0,45 <sup>c</sup>   |
| 7      | 32,83 ± 6,42 <sup>c</sup>   | 5,52 ± 0,44 <sup>c</sup>   | 3,94 ± 0,44 <sup>b,c</sup> |
| Planta | Baru (amêndoa)              |                            |                            |
|        | Massa (g)                   | Comprimento (cm)           | Largura (cm)               |
| 1      | 1,91 ± 0,26 <sup>a</sup>    | 2,78 ± 0,24 <sup>a,b</sup> | 1,33 ± 0,25 <sup>a,b</sup> |
| 2      | 1,49 ± 0,21 <sup>b</sup>    | 2,84 ± 0,27 <sup>a</sup>   | 1,41 ± 0,18 <sup>a</sup>   |
| 3      | 1,12 ± 0,12 <sup>c</sup>    | 2,50 ± 0,20 <sup>c</sup>   | 1,24 ± 0,18 <sup>a,b</sup> |
| 4      | 1,47 ± 0,23 <sup>b</sup>    | 2,55 ± 0,18 <sup>b,c</sup> | 1,36 ± 0,21 <sup>a</sup>   |
| 5      | 1,09 ± 0,23 <sup>c</sup>    | 2,46 ± 0,33 <sup>c</sup>   | 1,10 ± 0,32 <sup>b</sup>   |
| 6      | 1,28 ± 0,22 <sup>b,c</sup>  | 2,49 ± 0,27 <sup>c</sup>   | 1,45 ± 0,15 <sup>a</sup>   |
| 7      | 1,15 ± 0,15 <sup>c</sup>    | 2,35 ± 0,23 <sup>c</sup>   | 1,29 ± 0,23 <sup>a,b</sup> |

<sup>1</sup> Valores constituem médias ± desvios-padrão de 20 repetições de cada planta, respectivamente. Médias com letras iguais na mesma coluna não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ressalta-se que a planta 1 apresentou massa de frutos e de amêndoas significativamente superior às demais plantas (Tabela 6). Essa diferença da massa dos frutos entre as plantas de baru pode ser visualizada com nitidez por meio de imagens de frutos representativos da massa média de cada planta (APÊNDICE C), e ainda pode ser confirmada

por meio da distribuição de frequências das massas dos frutos e das amêndoas de baru (Tabela 7).

**Tabela 7.** Distribuições de frequência (%) da massa (g) dos frutos e das amêndoas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) de sete plantas nativas de barueiro da região Oeste do estado de Goiás, no ano de 2007.

| Massa fruto (g) <sup>1</sup>   | Planta |       |       |       |       |       |       | Média |
|--------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |       |
| < 30                           | 0,00   | 10,00 | 80,00 | 45,00 | 58,30 | 85,00 | 30,00 | 44,00 |
| 30 – 40                        | 5,00   | 30,00 | 20,00 | 55,00 | 41,70 | 15,00 | 60,00 | 32,40 |
| > 40                           | 95,00  | 60,00 | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 10,00 | 23,60 |
| Máximo (g)                     | 76,50  | 56,35 | 33,52 | 40,81 | 38,21 | 40,06 | 48,44 | 47,70 |
| Mínimo (g)                     | 37,33  | 28,10 | 15,87 | 22,86 | 8,67  | 18,37 | 19,97 | 21,60 |
| Média                          | 58,23  | 42,49 | 25,79 | 32,37 | 25,52 | 25,70 | 32,83 | 34,70 |
| Massa amêndoa (g) <sup>1</sup> | Planta |       |       |       |       |       |       | Média |
|                                | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |       |
| < 1,2                          | 0,00   | 10,00 | 61,10 | 21,00 | 70,00 | 25,00 | 68,40 | 36,50 |
| 1,2 - 1,6                      | 15,40  | 70,00 | 38,90 | 63,20 | 30,00 | 75,00 | 31,60 | 46,30 |
| > 1,6                          | 84,60  | 20,00 | 0,00  | 15,80 | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 17,20 |
| Máximo (g)                     | 2,32   | 1,84  | 1,29  | 1,87  | 1,39  | 1,66  | 1,45  | 1,69  |
| Mínimo (g)                     | 1,47   | 1,08  | 0,87  | 1,05  | 0,72  | 0,78  | 0,74  | 0,96  |
| Média                          | 1,91   | 1,49  | 1,12  | 1,47  | 1,09  | 1,28  | 1,15  | 1,36  |

<sup>1</sup> Os intervalos das massas dos frutos e das amêndoas de baru correspondem aos descritos por Vera (2007).

Além disso, a massa das amêndoas de baru (y) está correlacionada positivamente com a massa dos frutos (x) de origem ( $r^2 = 0,82$ ), segundo a equação:

$$y = 0,62 + 0,020 x$$

Deve-se enfatizar que apesar da planta 1 ter apresentado os maiores valores de massa de frutos e de amêndoas seus frutos apresentaram o menor rendimento em amêndoa (3,28%), enquanto os frutos da planta 6 apresentaram o maior rendimento (4,98%). Esses resultados ressaltam a importância do estudo da variabilidade das características físicas do baru e de sua amêndoa para a seleção e propagação de espécies de maior viabilidade.

## 5.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA AMÊNDOA DE BARU, DO AMENDOIM, DA CASTANHA-DE-CAJU E DA CASTANHA-DO-PARÁ

### 5.2.1 Composição centesimal

Amêndoas de baru de sete plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás apresentaram um baixo teor de umidade quando torradas a 140°C durante trinta minutos

(Tabela 8), o que é favorável ao aumento da vida de prateleira desse alimento. Destaca-se que amêndoas de baru *in natura* já contêm naturalmente um baixo teor de umidade de aproximadamente  $6,0 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$  (TAKEMOTO et al., 2001; TOGASHI; SGARBIERI, 1994; VALLILO; TAVARES; AUED, 1990).

As amêndoas de baru apresentaram uma elevada concentração de proteínas e lipídios (Tabela 8), valores similares à média relatada na literatura, de  $26,0 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$  para proteínas, e de  $40,0 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$  para lipídios (TAKEMOTO et al., 2001; TOGASHI; SGARBIERI, 1994; VALLILO; TAVARES; AUED, 1990). Esse alto conteúdo de proteínas e lipídios faz da amêndoa de baru uma ótima fonte energética, conforme valores de VET mostrados na Tabela 8, especialmente para crianças, idosos e pessoas convalescentes. Dentre as plantas analisadas, houve diferenças significativas nos teores de proteínas e lipídios entre a maior parte das plantas (Tabela 8). Isso denota a necessidade da estratificação da amostra para o estudo de frutos do Cerrado, a fim de identificar possíveis variações nas características e composição desses frutos e selecionar espécies de maior qualidade nutricional. Ressalta-se que não foi observada correlação significativa entre a massa das amêndoas de baru e o teor de lipídios ( $r^2 = -0,15$ ) e de proteínas ( $r^2 = -0,42$ ).

**Tabela 8.** Composição centesimal e valor energético da amêndoa de baru torrada (*Dipteryx alata* Vog.), de sete plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás, no ano de 2007.

| Planta <sup>1</sup> | Componente ( $\text{g.}100\text{g}^{-1}$ ) |                          |                          |              |                       | VET (Kcal) |
|---------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------|-----------------------|------------|
|                     | Umidade                                    | Proteína (Nx6,25)        | Lipídios                 | Carboidratos | Cinzas                |            |
| 1                   | $2,13 \pm 0,04^a$                          | $25,96 \pm 0,68^{c,d}$   | $42,92 \pm 0,62^{a,b,c}$ | 11,74        | $2,99 \pm 0,05^c$     | 537,08     |
| 2                   | $2,10 \pm 0,14^a$                          | $27,66 \pm 0,67^{b,c}$   | $41,81 \pm 0,46^c$       | 10,81        | $3,36 \pm 0,02^a$     | 530,17     |
| 3                   | $1,72 \pm 0,07^b$                          | $26,75 \pm 0,67^{b,c,d}$ | $45,80 \pm 1,29^a$       | 8,59         | $2,88 \pm 0,01^{c,d}$ | 553,56     |
| 4                   | $1,77 \pm 0,02^b$                          | $24,25 \pm 0,05^d$       | $44,92 \pm 1,89^{a,b}$   | 12,01        | $2,79 \pm 0,02^d$     | 549,32     |
| 5                   | $1,83 \pm 0,01^b$                          | $28,90 \pm 1,72^b$       | $42,70 \pm 0,32^{b,c}$   | 9,35         | $2,96 \pm 0,04^c$     | 537,30     |
| 6                   | $1,68 \pm 0,10^b$                          | $31,88 \pm 1,35^a$       | $42,13 \pm 0,51^{b,c}$   | 6,91         | $3,14 \pm 0,06^b$     | 534,33     |
| 7                   | $1,40 \pm 0,11^c$                          | $26,56 \pm 0,37^{b,c,d}$ | $43,97 \pm 1,19^{a,b,c}$ | 10,69        | $3,12 \pm 0,07^b$     | 544,73     |

<sup>1</sup> Valores constituem médias  $\pm$  desvios-padrão de três repetições, com exceção dos carboidratos (CHO), que foram estimados por diferença; do valor energético (VET), estimado por meio dos fatores de conversão de 4, 4 e 9 para proteínas, carboidratos e lipídios respectivamente (MERRIL; WATT, 1973), e da fibra alimentar total, analisada em quadruplicata para o *pool* das sete plantas ( $14,26 \pm 0,13 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$ ). Em uma mesma coluna, médias com letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Deve-se destacar, ainda, que a amêndoa de baru apresentou um alto teor de fibra alimentar ( $14,26 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$ ), segundo os parâmetros estabelecidos pela Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998 da ANVISA (BRASIL, 1998). Na referida Portaria, o conteúdo de  $6 \text{ g.}100 \text{ g}^{-1}$

de fibra define um alimento sólido como sendo de alto teor de fibra alimentar. Ressalta-se que a maior parte da fibra alimentar da amêndoa de baru é do tipo insolúvel ( $13,35 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), valor próximo à média dos valores reportados na literatura, de  $12,00 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  (TAKEMOTO et al., 2001; TOGASHI; SGARBIERI, 1994; VALLILO; TAVARES; AUED, 1990). Esse conteúdo de fibras insolúveis reforça o uso potencial dessa amêndoa na prevenção de problemas entéricos, dentre outros (BRAND-MILLER, 2002).

Além disso, as sete plantas apresentaram um teor considerável de cinzas, em torno de  $3,0 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , semelhante ao relatado na literatura (TAKEMOTO et al., 2001; TOGASHI; SGARBIERI, 1994; VALLILO; TAVARES; AUED, 1990). Ressalta-se que as diferenças observadas nos teores de cinzas entre as plantas (Tabela 8) podem indicar uma possível diversidade no conteúdo de seus minerais como cálcio, ferro, zinco e selênio.

Ao comparar a composição centesimal da amêndoa de baru, do amendoim, da castanha-de-caju e da castanha-do-pará (Tabela 9), observa-se que a amêndoa de baru e o amendoim, torrados a  $140^\circ\text{C}$  por 30 minutos, não apresentaram diferenças significativas nos teores de umidade, o que confirma o controle do processamento térmico. Além disso, as maiores concentrações de umidade, observadas na castanha-de-caju e castanha-do-pará, devem-se à forma de aquisição dessas nozes no mercado, tendo sido a primeira adquirida já torrada, e a segunda, *in natura*.

**Tabela 9.** Composição centesimal e valor energético da amêndoa de baru da região Oeste do estado de Goiás e do amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará (Goiânia-GO), no ano de 2007.

| Componente<br>( $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) | Semente/Noz <sup>1</sup> |                    |                    |                    |
|---|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|   | AB                       | AMD                | CJ                 | CP                 |
| Umidade   | $1,98 \pm 0,23^c$        | $2,18 \pm 0,02^c$  | $5,34 \pm 0,09^b$  | $6,36 \pm 0,02^a$  |
| Proteína (Nx6,25)                                   | $27,96 \pm 0,53^b$       | $32,30 \pm 1,63^a$ | $23,04 \pm 0,39^c$ | $16,30 \pm 0,56^d$ |
| Lipídios  | $42,69 \pm 1,69^b$       | $44,04 \pm 0,52^b$ | $44,10 \pm 0,33^b$ | $57,94 \pm 0,71^a$ |
| CHO   | 10,03                    | 8,02               | 18,64              | 3,36               |
| FAT   | $14,26 \pm 0,13^a$       | $10,97 \pm 0,15^c$ | $6,48 \pm 0,16^d$  | $12,53 \pm 0,12^b$ |
| FI  | $13,35 \pm 0,17^a$       | $9,89 \pm 0,19^c$  | $6,18 \pm 0,20^d$  | $11,66 \pm 0,14^b$ |
| FS  | $0,90 \pm 0,05^b$        | $1,08 \pm 0,05^a$  | $0,31 \pm 0,05^c$  | $0,87 \pm 0,03^b$  |
| Cinzas  | $3,08 \pm 0,25^b$        | $2,49 \pm 0,00^c$  | $2,40 \pm 0,02^c$  | $3,51 \pm 0,03^a$  |
| VET (kcal)  | 536,17                   | 557,64             | 563,62             | 600,10             |

<sup>1</sup> AB: amêndoa de baru torrada; AMD: amendoim torrado; CJ: castanha-de-caju torrada; CP: castanha-do-pará *in natura*. Valores constituem médias  $\pm$  desvios-padrão de três repetições, exceto: fibra alimentar total (FAT), fibra solúvel (FS) e fibra insolúvel (FI), analisadas em quatro repetições; carboidratos (CHO), 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 pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Destaca-se que todas as quatro oleaginosas e nozes estudadas apresentaram altos teores de proteínas (Tabela 9), com diferença significativa entre elas. Além da concentração protéica, é válido mencionar o elevado conteúdo de lipídios desses alimentos, de aproximadamente 40% para a amêndoa de baru, amendoim e castanha-de-caju, e de 60% para a castanha-do-pará. Todas essas sementes e nozes apresentaram alto teor de fibra alimentar, superior a  $6\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  (BRASIL, 1998), com destaque para a quantidade significativamente superior na amêndoa de baru (Tabela 9). Esses alimentos também são fontes potenciais de minerais, pois apresentam conteúdo relevante de cinzas (Tabela 9), sobretudo a castanha-do-pará, seguida pela amêndoa de baru.

Assim, a composição similar da amêndoa de baru, do amendoim, da castanha-de-caju e da castanha-do-pará (Tabela 9) reforça o uso potencial da amêndoa de baru como substituinte ou associada a esses alimentos em diversas preparações culinárias como bolos, paçocas e biscoitos, bem como em formulações industrializadas, enriquecendo o valor nutricional desses alimentos. Dessa forma, o estímulo ao consumo dessa amêndoa pode contribuir para a garantia da segurança alimentar e nutricional, especialmente da população regional.

### **5.2.2 Composição em aminoácidos**

A composição em aminoácidos das amêndoas de baru está apresentada na Tabela 10. Segundo o padrão WHO/FAO/UNU (WHO, 2007) para crianças em idade escolar, a proteína das amêndoas das plantas 1, 2, 3, 4 e 7 é deficiente em lisina (EAE de 43% a 72%), enquanto a proteína das amêndoas das plantas 5 e 6 é deficiente nos aminoácidos sulfurados, metionina e cisteína (EAE de 78% a 90%). Essa composição em aminoácidos das amêndoas de baru é semelhante à de nozes e sementes oleaginosas, que possuem como principal aminoácido limitante a lisina, seguida pelos sulfurados (VENKATACHALAM; SATHE, 2006). Além disso, as plantas analisadas, mesmo sendo deficientes em lisina e aminoácidos sulfurados, apresentaram valores consideráveis desses aminoácidos, com destaque para as plantas 5 e 6. Assim, amêndoas de baru podem ser incluídas como fonte de proteína na dieta.

**Tabela 10.** Composição em aminoácidos da amêndoa de baru torrada (*Dipteryx alata* Vog.), de sete plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás, no ano de 2007, em comparação ao padrão WHO/FAO/UNU<sup>1</sup> de aminoácidos essenciais.

| Aminoácido<br>(mg.g <sup>-1</sup> de<br>proteína) | Padrão<br>WHO/FAO<br>/UNU<br>escolar | Planta <sup>2</sup>   |                     |                     |                     |                     |                     |                      |
|---|--------------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
|   |                                      | 1                     | 2                   | 3                   | 4                   | 5                   | 6                   | 7                    |
| <b>Essencial</b>                                  |                                      |                       |                     |                     |                     |                     |                     |                      |
| His   | 16,0                                 | 28,6 <sup>b</sup>     | 23,7 <sup>d,e</sup> | 24,0 <sup>d</sup>   | 23,2 <sup>e</sup>   | 29,5 <sup>a</sup>   | 25,1 <sup>c</sup>   | 23,8 <sup>d,e</sup>  |
| Ile   | 31,0                                 | 29,2 <sup>d</sup>     | 30,3 <sup>c</sup>   | 28,5 <sup>e</sup>   | 32,8 <sup>a</sup>   | 26,6 <sup>f</sup>   | 31,5 <sup>b</sup>   | 26,9 <sup>f</sup>    |
| Leu   | 61,0                                 | 85,2 <sup>b</sup>     | 84,7 <sup>b</sup>   | 82,0 <sup>c</sup>   | 84,5 <sup>b</sup>   | 80,0 <sup>d</sup>   | 81,4 <sup>c</sup>   | 87,8 <sup>a</sup>    |
| Lys   | 48,0                                 | 30,3 <sup>e</sup>     | 33,7 <sup>d</sup>   | 30,2 <sup>e</sup>   | 34,5 <sup>c</sup>   | 38,2 <sup>b</sup>   | 50,3 <sup>a</sup>   | 20,7 <sup>f</sup>    |
| Met+Cys   | 24,0                                 | 22,2 <sup>b</sup>     | 23,6 <sup>a</sup>   | 20,0 <sup>d,e</sup> | 20,9 <sup>c,d</sup> | 18,8 <sup>f</sup>   | 21,7 <sup>b,c</sup> | 19,8 <sup>e,f</sup>  |
| Phe+Tyr   | 41,0                                 | 83,2 <sup>a</sup>     | 81,5 <sup>b</sup>   | 78,3 <sup>d</sup>   | 79,1 <sup>c</sup>   | 73,8 <sup>e</sup>   | 83,3 <sup>a</sup>   | 79,0 <sup>c</sup>    |
| Thr   | 25,0                                 | 43,8 <sup>c</sup>     | 43,1 <sup>d</sup>   | 41,3 <sup>e</sup>   | 46,7 <sup>a</sup>   | 41,3 <sup>e</sup>   | 44,3 <sup>c</sup>   | 45,8 <sup>b</sup>    |
| Trp   | 6,6                                  | 12,0 <sup>e</sup>     | 12,6 <sup>d,e</sup> | 13,9 <sup>c</sup>   | 14,4 <sup>c</sup>   | 17,7 <sup>a</sup>   | 12,8 <sup>d</sup>   | 15,3 <sup>b</sup>    |
| Val   | 40,0                                 | 37,5 <sup>d</sup>     | 38,7 <sup>c</sup>   | 34,8 <sup>e</sup>   | 41,0 <sup>b</sup>   | 34,4 <sup>e</sup>   | 43,1 <sup>a</sup>   | 33,3 <sup>f</sup>    |
| <b>TOTAL</b>                                      | <b>292,6</b>                         | <b>372,0</b>          | <b>371,9</b>        | <b>353,0</b>        | <b>377,1</b>        | <b>360,3</b>        | <b>393,5</b>        | <b>352,4</b>         |
| EAE (%) <sup>3</sup>                              | 100                                  | 63                    | 70                  | 63                  | 72                  | 78                  | 90                  | 43                   |
| <b>Não-essencial</b>                              |                                      |                       |                     |                     |                     |                     |                     |                      |
| Asp   | -                                    | 109,2 <sup>a</sup>    | 107,8 <sup>b</sup>  | 107,3 <sup>b</sup>  | 101,6 <sup>c</sup>  | 95,7 <sup>d</sup>   | 95,4 <sup>d</sup>   | 108,1 <sup>a,b</sup> |
| Glu   | -                                    | 243,4 <sup>d</sup>    | 247,2 <sup>c</sup>  | 250,8 <sup>b</sup>  | 237,0 <sup>e</sup>  | 234,9 <sup>f</sup>  | 218,4 <sup>g</sup>  | 257,0 <sup>a</sup>   |
| Ala   | -                                    | 50,0 <sup>a</sup>     | 46,8 <sup>b,c</sup> | 49,4 <sup>a</sup>   | 47,7 <sup>b</sup>   | 47,0 <sup>b,c</sup> | 46,3 <sup>c</sup>   | 49,2 <sup>a</sup>    |
| Arg   | -                                    | 79,1 <sup>e</sup>     | 84,4 <sup>c</sup>   | 83,1 <sup>d</sup>   | 85,9 <sup>b</sup>   | 103,1 <sup>a</sup>  | 103,8 <sup>a</sup>  | 69,9 <sup>f</sup>    |
| Gly   | -                                    | 53,4 <sup>b</sup>     | 51,3 <sup>c</sup>   | 56,1 <sup>a</sup>   | 49,9 <sup>c,d</sup> | 54,6 <sup>a,b</sup> | 49,3 <sup>d</sup>   | 50,7 <sup>c,d</sup>  |
| Pro   | -                                    | 58,3 <sup>d</sup>     | 57,4 <sup>d</sup>   | 67,3 <sup>b</sup>   | 66,4 <sup>b</sup>   | 75,4 <sup>a</sup>   | 60,3 <sup>c</sup>   | 75,8 <sup>a</sup>    |
| Ser   | -                                    | 46,5 <sup>c,d,e</sup> | 45,8 <sup>d,e</sup> | 46,9 <sup>c</sup>   | 48,8 <sup>b</sup>   | 46,6 <sup>c,d</sup> | 45,7 <sup>e</sup>   | 52,1 <sup>a</sup>    |
| <b>TOTAL</b>                                      |                                      | <b>639,9</b>          | <b>640,7</b>        | <b>660,9</b>        | <b>637,3</b>        | <b>657,3</b>        | <b>619,2</b>        | <b>662,8</b>         |

<sup>1</sup> Para crianças em idade escolar (WHO, 2007).

<sup>2</sup> Valores constituem médias ± desvios-padrão de duas repetições. Em uma mesma linha, médias com letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Valores sombreados correspondem aos aminoácidos que se encontram em quantidades limitantes na amêndoa de baru, para crianças em idade escolar.

<sup>3</sup> Escore de aminoácidos essenciais: menor relação entre o aminoácido da proteína-teste e o respectivo padrão (valores sombreados).

As amêndoas de baru das sete plantas analisadas neste estudo apresentaram perfil de aminoácidos (EAE médio de 71%) superior ao relatado por Togashi e Sgarbieri (1994), que constataram um perfil de aminoácidos bastante limitante em sulfurados (EAE de 35%). Por outro lado, os resultados obtidos neste estudo foram inferiores ao descrito por Fernandes (2007), que também observou limitação em lisina, seguida pelos sulfurados (EAE médio de 82%).

Além disso, observou-se diferença significativa no perfil de aminoácidos das amêndoas segundo a planta de origem (Tabela 10), resultando em elevada amplitude de

variação do conteúdo de lisina entre as plantas (20,7 a 50,3 mg.g<sup>-1</sup> de proteína). O perfil de aminoácidos consideravelmente inferior das amêndoas de baru da planta 7 (Tabela 10) pode estar relacionado com a característica do solo no qual a planta estava localizada, visto que foi o único de característica argilo-arenosa (APÊNDICE A). Portanto, estudos de correlação da composição dos solos e das amêndoas de baru são de grande importância para a investigação da biodiversidade desse fruto do Cerrado e seleção de plantas mais promissoras para a propagação da espécie. Observa-se ainda (Tabela 10), o teor significativamente superior de aminoácidos sulfurados das amêndoas de baru provenientes da planta 2, valor superior ao relatado para o feijão, de 19 mg.g<sup>-1</sup> de proteína (FAO, 1970). Em contrapartida, as amêndoas dessa planta apresentam baixos teores de lisina. Essa variabilidade da composição em aminoácidos da amêndoa de baru constatada em diferentes pesquisas e, principalmente, entre plantas de uma mesma região, reforça a necessidade de estratificação da amostra para a caracterização e seleção de espécies, pois indica grande variabilidade genética intra região.

Considerando os aspectos quantitativos e qualitativos da proteína, as amêndoas de baru provenientes da planta 6 da região Oeste do estado de Goiás se destacaram em relação ao teor protéico (Tabela 8) e perfil de aminoácidos (Tabela 10), sendo uma planta indicada para seleção e propagação da espécie.

A semelhança do perfil de aminoácidos da amêndoa de baru com o de outras nozes e sementes oleaginosas pode ser constatada pelos resultados descritos na Tabela 11. A amêndoa de baru, o amendoim e a castanha-do-pará apresentaram a lisina como aminoácido limitante e valores de EAE similares, enquanto a castanha-de-caju não apresentou nenhum aminoácido limitante, satisfazendo as necessidades recomendadas pela WHO/FAO/UNU para todos os aminoácidos essenciais (WHO, 2007). Esses resultados são compatíveis com a literatura, que relata valores de EAE de 68% para o amendoim, de 78% para a castanha-do-pará e de 95% para a castanha-de-caju (SOUZA; MENEZES, 2004; VENKATACHALAM; SATHE, 2006).

**Tabela 11.** Composição em aminoácidos da amêndoa de baru da região Oeste do estado de Goiás, e do amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará (Goiânia-GO), no ano de 2007, em comparação ao padrão WHO/FAO/UNU<sup>1</sup> de aminoácidos essenciais.

| Aminoácido<br>(mg.g <sup>-1</sup> de<br>proteína) | Padrão<br>WHO/FAO/UNU<br>escolar | Semente/Noz <sup>2</sup> |                     |                      |                     |
|---|----------------------------------|--------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|   |                                  | AB                       | AMD                 | CJ                   | CP                  |
| <b>Essencial</b>                                  |                                  |                          |                     |                      |                     |
| His   | 16,0                             | 25,4 <sup>a</sup>        | 27,7 <sup>a</sup>   | 28,4 <sup>a</sup>    | 27,0 <sup>a</sup>   |
| Ile   | 31,0                             | 29,4 <sup>a,b</sup>      | 25,4 <sup>b</sup>   | 31,2 <sup>a</sup>    | 28,1 <sup>a,b</sup> |
| Leu   | 61,0                             | 83,7 <sup>a</sup>        | 64,4 <sup>b</sup>   | 69,5 <sup>b</sup>    | 68,9 <sup>b</sup>   |
| Lys   | 48,0                             | 34,0 <sup>a</sup>        | 36,7 <sup>a</sup>   | 49,6 <sup>a</sup>    | 34,3 <sup>a</sup>   |
| Met+Cys   | 24,0                             | 21,0 <sup>c</sup>        | 20,9 <sup>c</sup>   | 30,0 <sup>b</sup>    | 59,8 <sup>a</sup>   |
| Phe+Tyr   | 41,0                             | 79,7 <sup>b</sup>        | 92,9 <sup>a</sup>   | 72,1 <sup>c</sup>    | 68,1 <sup>c</sup>   |
| Thr   | 25,0                             | 43,8 <sup>a</sup>        | 30,0 <sup>c</sup>   | 37,1 <sup>b</sup>    | 31,5 <sup>c</sup>   |
| Trp   | 6,6                              | 14,1 <sup>a</sup>        | 14,0 <sup>a</sup>   | 16,9 <sup>a</sup>    | 13,0 <sup>a</sup>   |
| Val   | 40,0                             | 37,6 <sup>a</sup>        | 32,7 <sup>a</sup>   | 40,2 <sup>a</sup>    | 38,6 <sup>a</sup>   |
| <b>TOTAL</b>                                      | <b>292,6</b>                     | <b>368,7</b>             | <b>344,7</b>        | <b>375,0</b>         | <b>369,3</b>        |
| <b>EAE (%)<sup>3</sup></b>                        | <b>100</b>                       | <b>71</b>                | <b>76</b>           | <b>100</b>           | <b>71</b>           |
| <b>Não-essencial</b>                              |                                  |                          |                     |                      |                     |
| Asp   | -                                | 103,6 <sup>b</sup>       | 129,1 <sup>a</sup>  | 102,5 <sup>b</sup>   | 85,3 <sup>c</sup>   |
| Glu   | -                                | 241,2 <sup>a</sup>       | 200,8 <sup>b</sup>  | 220,3 <sup>a,b</sup> | 212,3 <sup>b</sup>  |
| Ala   | -                                | 48,0 <sup>a</sup>        | 45,8 <sup>a,b</sup> | 44,3 <sup>b,c</sup>  | 40,8 <sup>c</sup>   |
| Arg   | -                                | 87,0 <sup>b</sup>        | 120,4 <sup>a</sup>  | 116,7 <sup>a</sup>   | 141,0 <sup>a</sup>  |
| Gly   | -                                | 52,2 <sup>b</sup>        | 64,4 <sup>a</sup>   | 49,5 <sup>b</sup>    | 50,9 <sup>b</sup>   |
| Pro   | -                                | 65,8 <sup>a</sup>        | 49,6 <sup>b</sup>   | 50,0 <sup>b</sup>    | 60,7 <sup>a,b</sup> |
| Ser   | -                                | 47,5 <sup>c</sup>        | 59,1 <sup>a</sup>   | 58,5 <sup>a</sup>    | 52,7 <sup>b</sup>   |
| <b>TOTAL</b>                                      |                                  | <b>645,3</b>             | <b>669,2</b>        | <b>641,8</b>         | <b>643,7</b>        |

<sup>1</sup> Para crianças em idade escolar (WHO, 2007).

<sup>2</sup> AB: amêndoa de baru torrada; AMD: amendoim torrado; CJ: castanha-de-caju torrada; CP: castanha-do-pará *in natura*. Valores constituem médias  $\pm$  desvios-padrão de duas repetições, com exceção da amêndoa de baru que se refere à média dos perfis de aminoácidos das amêndoas das sete plantas, apresentados na Tabela 10. Em uma mesma linha, médias com letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Valores sombreados correspondem aos aminoácidos que se encontram em quantidades limitantes nesses alimentos, para crianças em idade escolar.

<sup>3</sup> Escore de aminoácidos essenciais: menor relação entre o aminoácido da proteína-teste e o respectivo padrão (valores sombreados).

### 5.2.3 Composição em ácidos graxos

Amêndoas de baru torradas, provenientes de sete plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás apresentaram elevados teores de ácidos graxos mono e poliinsaturados, com predominância dos ácidos graxos oléico e linoléico (Tabela 12), perfil semelhante ao do azeite de oliva e do óleo de canola, que apresentam cerca de 80% e 60% de ácidos graxos monoinsaturados, simultaneamente ((NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2006). Ressalta-se que esse perfil de ácidos graxos é similar ao de amêndoas

de baru *in natura* caracterizadas em pesquisas anteriores (TOGASHI; SGARBIERI, 1994; VALILO; TAVARES; AUED, 1990; VERA, 2007). Todavia, nesses estudos a composição em ácidos graxos foi determinada apenas na amêndoa *in natura*, o que reforça a importância dos resultados do presente trabalho, visto que a amêndoa de baru é habitualmente consumida torrada. Essa semelhança do perfil de ácidos graxos das amêndoas de baru cruas (TOGASHI; SGARBIERI, 1994; VALILO; TAVARES; AUED, 1990; VERA, 2007) e torradas (presente estudo) indica que o processamento térmico não prejudicou sua composição. Além disso, este processamento térmico apresenta vantagens, tais como: agrega sabor e odor, inativa possíveis fatores antinutricionais e favorece a conservação desses alimentos, visto que reduz o teor de umidade.

Vale destacar que houve diferença significativa do conteúdo de ácidos graxos entre a maior parte das plantas (Tabela 12), confirmando a hipótese da elevada variabilidade entre barueiros de uma mesma subpopulação. As plantas 4 e 5 apresentaram as maiores concentrações de ácidos graxos saturados, enquanto a planta 7 apresentou o maior teor de ácidos graxos monoinsaturados, e as plantas 2 e 3 apresentaram as maiores concentrações de ácidos graxos poliinsaturados (Tabela 12). Além do perfil de ácidos graxos, é importante verificar a relação entre os ácidos graxos  $\omega 6:\omega 3$ , pois o consumo excessivo de ácido graxo  $\omega 6$ , associado à ingestão reduzida de ácido graxo  $\omega 3$ , é fator de risco para doenças cardiovasculares. Nesse sentido, a maior parte das amêndoas apresentou relação  $\omega 6:\omega 3$  de acordo com o recomendado, de 5:1 a 10:1 (OMS, 2003), com destaque para a relação 6:1 das plantas 4 e 5 (Tabela 12). Além dessas, as plantas 1, 2, 3, e 6 apresentaram relação menor que a referida na literatura (Tabela 3). De modo geral, a amêndoa de baru apresentou relação entre os ácidos graxos  $\omega 6:\omega 3$  próxima à recomendada, sendo que essa relação na dieta habitual da população ocidental pode chegar a 40:1 (SIMOPOULOS, 2006; SONTROP; CAMPBELL, 2006).

**Tabela 12.** Composição em ácidos graxos da amêndoa de baru torrada (*Dipteryx alata* Vog.), de sete plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás, no ano de 2007.

| Ácido graxo<br>(g.100g <sup>-1</sup> de lipídios) | Planta <sup>1</sup>        |                            |                            |                            |                            |                            |                           |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
|   | 1                          | 2                          | 3                          | 4                          | 5                          | 6                          | 7                         |
| <b>Saturados</b>                                  | <b>15,46<sup>b</sup></b>   | <b>15,20<sup>b</sup></b>   | <b>14,61<sup>c</sup></b>   | <b>16,65<sup>a</sup></b>   | <b>16,75<sup>a</sup></b>   | <b>14,71<sup>c</sup></b>   | <b>13,73<sup>d</sup></b>  |
| Palmítico C16:0                                   | 7,16 ± 0,01 <sup>c</sup>   | 7,02 ± 0,00 <sup>d</sup>   | 7,27 ± 0,00 <sup>b</sup>   | 7,97 ± 0,00 <sup>a</sup>   | 6,67 ± 0,01 <sup>e</sup>   | 6,48 ± 0,01 <sup>f</sup>   | 6,35 ± 0,00 <sup>g</sup>  |
| Heptadecanóico C17:0                              | 0,06 ± 0,02 <sup>a</sup>   | 0,23 ± 0,30 <sup>a</sup>   | 0,05 ± 0,00 <sup>a</sup>   | 0,08 ± 0,04 <sup>a</sup>   | 0,04 ± 0,00 <sup>a</sup>   | 0,06 ± 0,01 <sup>a</sup>   | 0,05 ± 0,00 <sup>a</sup>  |
| Esteárico C18:0                                   | 4,97 ± 0,00 <sup>b</sup>   | 4,07 ± 0,00 <sup>d</sup>   | 4,03 ± 0,00 <sup>e</sup>   | 4,63 ± 0,00 <sup>c</sup>   | 5,87 ± 0,00 <sup>a</sup>   | 4,08 ± 0,01 <sup>d</sup>   | 3,29 ± 0,00 <sup>f</sup>  |
| Araquídico C20:0                                  | 0,86 ± 0,01 <sup>e</sup>   | 0,96 ± 0,02 <sup>d,e</sup> | 0,96 ± 0,00 <sup>d,e</sup> | 1,18 ± 0,01 <sup>c,d</sup> | 1,42 ± 0,00 <sup>c</sup>   | 1,71 ± 0,00 <sup>b</sup>   | 2,47 ± 0,23 <sup>a</sup>  |
| Behênico C22:0                                    | 0,51 ± 0,00 <sup>a</sup>   | 0,38 ± 0,00 <sup>b</sup>   | 0,25 ± 0,00 <sup>f</sup>   | 0,25 ± 0,00 <sup>f</sup>   | 0,32 ± 0,00 <sup>c</sup>   | 0,27 ± 0,01 <sup>e</sup>   | 0,29 ± 0,00 <sup>d</sup>  |
| Lignocérico C24:0                                 | 1,90 ± 0,00 <sup>d</sup>   | 2,54 ± 0,00 <sup>a</sup>   | 2,05 ± 0,00 <sup>c</sup>   | 2,54 ± 0,00 <sup>a</sup>   | 2,43 ± 0,00 <sup>b</sup>   | 2,11 ± 0,07 <sup>c</sup>   | 1,28 ± 0,00 <sup>e</sup>  |
| <b>Monoinsaturados</b>                            | <b>51,56<sup>b</sup></b>   | <b>47,95<sup>f</sup></b>   | <b>48,71<sup>e</sup></b>   | <b>51,18<sup>d</sup></b>   | <b>51,25<sup>c</sup></b>   | <b>51,55<sup>b</sup></b>   | <b>53,94<sup>a</sup></b>  |
| Palmitoléico C16:1                                | 0,11 ± 0,00 <sup>a,b</sup> | 0,13 ± 0,00 <sup>a</sup>   | 0,13 ± 0,00 <sup>a</sup>   | 0,08 ± 0,00 <sup>c,d</sup> | 0,09 ± 0,03 <sup>b,c</sup> | 0,08 ± 0,01 <sup>b,c</sup> | 0,05 ± 0,00 <sup>d</sup>  |
| Oléico C18:1                                      | 51,45 ± 0,03 <sup>b</sup>  | 47,82 ± 0,00 <sup>f</sup>  | 48,58 ± 0,00 <sup>e</sup>  | 51,10 ± 0,01 <sup>d</sup>  | 51,16 ± 0,01 <sup>c</sup>  | 51,47 ± 0,01 <sup>b</sup>  | 53,89 ± 0,01 <sup>a</sup> |
| <b>Poliinsaturados</b>                            | <b>31,71<sup>c</sup></b>   | <b>33,24<sup>a</sup></b>   | <b>33,26<sup>a</sup></b>   | <b>28,40<sup>e</sup></b>   | <b>28,01<sup>f</sup></b>   | <b>28,54<sup>d</sup></b>   | <b>32,70<sup>b</sup></b>  |
| Linoléico C18:2                                   | 28,57 ± 0,01 <sup>d</sup>  | 29,33 ± 0,00 <sup>c</sup>  | 30,77 ± 0,00 <sup>a</sup>  | 24,37 ± 0,00 <sup>f</sup>  | 23,85 ± 0,01 <sup>g</sup>  | 26,39 ± 0,01 <sup>e</sup>  | 30,63 ± 0,02 <sup>b</sup> |
| Linolênico C18:3                                  | 3,14 ± 0,01 <sup>d</sup>   | 3,91 ± 0,00 <sup>c</sup>   | 2,49 ± 0,00 <sup>e</sup>   | 4,03 ± 0,00 <sup>b</sup>   | 4,16 ± 0,01 <sup>a</sup>   | 2,15 ± 0,01 <sup>f</sup>   | 2,07 ± 0,00 <sup>g</sup>  |
| <b>ω-6/ω-3<sup>2</sup></b>                        | <b>9</b>                   | <b>8</b>                   | <b>12</b>                  | <b>6</b>                   | <b>6</b>                   | <b>12</b>                  | <b>15</b>                 |

<sup>1</sup>Valores constituem médias ± desvios-padrão de três repetições. Em uma mesma linha, médias com letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Valores sombreados: destaque para os teores elevados de C18:1 e C18:2 na amêndoa de baru.

<sup>2</sup>Relação entre os ácidos graxos linoléico (ω6) e linolênico (ω3).

A amêndoa de baru e a castanha-de-caju torradas apresentaram menores concentrações de ácidos graxos saturados em comparação ao amendoim torrado e à castanha-do-pará *in natura*, enquanto a castanha-do-pará apresentou a maior concentração de ácidos graxos saturados (Tabela 13). Além disso, constatou-se que a amêndoa de baru contém uma relação de ácidos graxos  $\omega 6:\omega 3$  bem melhor que a da castanha-de-caju (cerca de dez vezes menor) e, possivelmente, também melhor que a do amendoim e da castanha-do-pará, tendo em vista que o ácido graxo  $\alpha$ -linolênico não foi detectado nesses alimentos no presente estudo (Tabela 13), apesar de ter sido quantificado em outros trabalhos (Tabela 3). Ressalta-se que a castanha-de-caju, apesar de ter elevada relação  $\omega 6:\omega 3$ , apresentou a maior concentração de ácidos graxos monoinsaturados. Isso indica a necessidade da especificação dos componentes nutricionais dessas sementes oleaginosas e nozes. Se por um lado, esses alimentos apresentam uma quantidade de macronutrientes muito semelhante entre si (Tabela 9), por outro, cada uma das espécies apresenta peculiaridades em relação à qualidade desses nutrientes, como é o caso do perfil de ácidos graxos (Tabela 13).

Os perfis de ácidos graxos obtidos nesse estudo são semelhantes aos relatados em trabalhos anteriores que caracterizaram os perfis da amêndoa de baru (TOGASHI; SGARBIERI, 1994; VALLILO; TAVARES; AUED, 1990; VERA, 2007), do amendoim (JONNALA; DUNFORD; CHENAULT, 2005), da castanha-de-caju e da castanha-do-pará (RYAN et al., 2006; VENKATACHALAM; SATHE, 2006). Vale acrescentar que os dados disponíveis relatados foram obtidos nesses alimentos *in natura*.

**Tabela 13.** Composição em ácidos graxos da amêndoa de baru da região Oeste do estado de Goiás e do amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará (Goiânia-GO), no ano de 2007.

| Ácido graxo<br>(g.100g <sup>-1</sup> de lipídios) | Semente/Noz <sup>1</sup>  |                           |                           |                           |
|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|   | AB                        | AMD                       | CJ                        | CP                        |
| <b>Saturados</b>                                  | <b>15,29<sup>c</sup></b>  | <b>19,37<sup>b</sup></b>  | <b>16,71<sup>c</sup></b>  | <b>25,67<sup>a</sup></b>  |
| Palmítico C16:0                                   | 6,99 ± 0,56 <sup>d</sup>  | 12,41 ± 0,04 <sup>b</sup> | 9,27 ± 0,01 <sup>c</sup>  | 15,60 ± 0,03 <sup>a</sup> |
| Heptadecanóico C17:0                              | 0,08 ± 0,07 <sup>a</sup>  | nd                        | nd                        | 0,07 ± 0,00 <sup>a</sup>  |
| Estearíco C18:0                                   | 4,42 ± 0,83 <sup>c</sup>  | 2,92 ± 0,02 <sup>d</sup>  | 6,87 ± 0,02 <sup>b</sup>  | 9,74 ± 0,04 <sup>a</sup>  |
| Araquídico C20:0                                  | 1,36 ± 0,57 <sup>a</sup>  | 1,26 ± 0,03 <sup>b</sup>  | 0,48 ± 0,02 <sup>c</sup>  | 0,18 ± 0,01 <sup>d</sup>  |
| Behênico C22:0                                    | 0,32 ± 0,10 <sup>b</sup>  | 2,78 ± 0,08 <sup>a</sup>  | 0,09 ± 0,01 <sup>c</sup>  | 0,08 ± 0,00 <sup>d</sup>  |
| Lignocérico C24:0                                 | 2,12 ± 0,45               | nd                        | nd                        | nd                        |
| <b>Monoinsaturados</b>                            | <b>50,88<sup>b</sup></b>  | <b>42,72<sup>c</sup></b>  | <b>63,45<sup>a</sup></b>  | <b>28,65<sup>d</sup></b>  |
| Palmitoléico C16:1                                | 0,10 ± 0,03 <sup>c</sup>  | 0,93 ± 0,01 <sup>a</sup>  | 0,14 ± 0,01 <sup>c</sup>  | 0,59 ± 0,07 <sup>b</sup>  |
| Oléico C18:1                                      | 50,78 ± 2,02 <sup>b</sup> | 41,03 ± 0,05 <sup>c</sup> | 63,11 ± 0,04 <sup>a</sup> | 27,86 ± 0,02 <sup>d</sup> |
| Gadoléico C20:1                                   | nd                        | 0,76 ± 0,03               | 0,20 ± 0,00               | 0,20 ± 0,00               |
| <b>Poliinsaturados</b>                            | <b>30,83<sup>c</sup></b>  | <b>36,31<sup>b</sup></b>  | <b>18,85<sup>d</sup></b>  | <b>45,48<sup>a</sup></b>  |
| Linoléico C18:2                                   | 27,70 ± 2,86 <sup>c</sup> | 36,31 ± 0,10 <sup>b</sup> | 18,65 ± 0,01 <sup>d</sup> | 45,48 ± 0,00 <sup>a</sup> |
| Linolênico C18:3                                  | 3,13 ± 0,91 <sup>a</sup>  | nd                        | 0,20 ± 0,01 <sup>b</sup>  | nd                        |
| <b>ω-6/ω-3<sup>2</sup></b>                        | <b>9,00</b>               | -                         | <b>93,00</b>              | -                         |

<sup>1</sup> AB: amêndoa de baru torrada; AMD: amendoim torrado; CJ: castanha-de-caju torrada; CP: castanha-do-pará *in natura*. Valores constituem médias ± desvios-padrão de três repetições, com exceção da amêndoa de baru que se refere à média dos perfis de ácidos graxos das amêndoas das sete plantas, apresentados na Tabela 12. Em uma mesma linha, médias com letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Valores sombreados: destaque para os teores elevados de C18:1 e C18:2 nesses alimentos. Ácidos graxos não detectados (nd).

<sup>2</sup> Relação entre ácidos graxos linoléico (ω6) e linolênico (ω3).

#### 5.2.4 Composição em minerais

As amêndoas de baru torradas apresentaram teores consideráveis de cálcio, ferro, potássio e zinco, além de uma baixa concentração de sódio (Tabela 14). Ressalta-se que os teores de ferro, zinco e potássio das amêndoas de baru estão próximos à media dos valores relatados na literatura, enquanto as concentrações de cálcio estão inferiores aos valores divulgados em trabalhos anteriores (FERNANDES, 2007; TAKEMOTO et al., 2001; VALILLO; TAVARES; AUED, 1990).

**Tabela 14.** Composição em minerais da amêndoa de baru torrada (*Dipteryx alata* Vog.), de sete plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás, no ano de 2007.

| Mineral<br>(mg.100g <sup>-1</sup> ) | Planta <sup>1</sup> |         |        |        |        |         |        |
|-------------------------------------|---------------------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|
|                                     | 1                   | 2       | 3      | 4      | 5      | 6       | 7      |
| Ca                                  | 78,47               | 101,32  | 76,77  | 106,68 | 83,33  | 88,15   | 120,82 |
| IDR (%) <sup>2</sup>                | 7,85                | 10,13   | 7,67   | 10,67  | 8,33   | 8,82    | 12,08  |
| Fe                                  | 3,83                | 3,84    | 4,24   | 3,65   | 4,05   | 4,73    | 4,26   |
| IDR (%)                             | 47,88               | 48,00   | 53,00  | 45,62  | 50,62  | 59,12   | 53,25  |
| Na                                  | 3,22                | 4,22    | 3,26   | 16,23  | 15,49  | 3,46    | 1,60   |
| IDR (%)                             | 0,21                | 0,28    | 0,22   | 1,08   | 1,03   | 0,23    | 0,11   |
| K                                   | 1044,62             | 1109,49 | 976,95 | 904,49 | 960,90 | 1118,59 | 963,92 |
| IDR (%)                             | 22,22               | 23,61   | 20,79  | 19,24  | 20,44  | 23,80   | 20,51  |
| Zn                                  | 3,57                | 3,01    | 3,42   | 3,18   | 3,43   | 4,11    | 2,83   |
| IDR (%)                             | 32,45               | 27,36   | 31,09  | 28,91  | 31,18  | 37,36   | 25,73  |

<sup>1</sup> Valores correspondem a uma determinação.

<sup>2</sup> Ingestão Diária Recomendada para adultos saudáveis: Ca= 1000 mg/dia (IOM, 1997); Fe= 8 mg/dia (IOM, 2002a); Na= 1500 mg/dia (IOM, 2004a); K= 4700 mg/dia (IOM, 2004b); Zn= 11 mg/dia (IOM, 2002b).

As amêndoas de baru torradas apresentaram teores consideráveis de cálcio, mas não podem ser consideradas fontes desse mineral, pois não satisfazem 15% 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, 1997). Por outro lado, todas as amêndoas de baru podem ser consideradas ricas em ferro, pois satisfazem mais de 30% da Ingestão diária recomendada deste mineral, e fontes de potássio (BRASIL, 1998; IOM, 2002a; IOM, 2004b). Além disso, as amêndoas das plantas 1, 3, 5 e 6 são ricas em zinco, enquanto as provenientes das plantas 2, 4 e 7 podem ser consideradas fontes do mineral (BRASIL, 1998; IOM, 2002b). Ressalta-se que as amêndoas da planta 6 se destacam mais uma vez em relação ao conteúdo nutricional, visto que apresentam os maiores teores de ferro e zinco (Tabela 14).

A referida Portaria define alimento com muito baixo teor de sódio aqueles que apresentam no máximo 40 mg de sódio/100g de sólidos, e alimentos isentos de sódio aqueles que apresentam no máximo 5 mg de sódio/100g de sólidos (BRASIL, 1998). Assim, as amêndoas de baru das plantas 1, 2, 3, 6 e 7 são isentas de sódio, enquanto as amêndoas provenientes das plantas 4 e 5, apesar de apresentarem um teor de sódio maior em comparação às demais plantas, constituem alimentos com muito baixo teor de sódio (BRASIL, 1998; IOM, 2004a).

As amêndoas de baru das sete plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás apresentaram teores de cálcio mais elevados do que o amendoim e a castanha-de-caju, sendo inferior apenas ao conteúdo de cálcio da castanha-do-pará (Tabela 15). A castanha-do-pará apresentou concentração de cálcio superior à relatada na literatura, de 163 mg.100g<sup>-1</sup> (WELNA; KLIMPLE; ZYRNICKI, 2008), e portanto, pode ser considerada fonte de cálcio, pois satisfaz mais de 15% da IDR para este mineral (BRASIL, 1998; IOM, 1997).

**Tabela 15.** Composição em minerais da amêndoa de baru da região Oeste do estado de Goiás e do amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará (Goiânia-GO), no ano de 2007.

| Mineral<br>(mg.100g <sup>-1</sup> ) | Semente/Noz <sup>1</sup> |        |        |         |
|-------------------------------------|--------------------------|--------|--------|---------|
|                                     | AB                       | AMD    | CJ     | CP      |
| Ca                                  | 93,65                    | 28,41  | 20,79  | 214,65  |
| IDR (%) <sup>2</sup>                | 9,36                     | 2,84   | 2,08   | 21,46   |
| Fe                                  | 4,09                     | 1,72   | 5,05   | 2,60    |
| IDR (%)                             | 51,12                    | 21,50  | 63,12  | 32,50   |
| Na                                  | 6,78                     | 4,64   | 15,12  | 7,42    |
| IDR (%)                             | 0,45                     | 0,31   | 1,01   | 0,49    |
| K                                   | 1011,28                  | 811,37 | 716,89 | 634,16  |
| IDR (%)                             | 21,52                    | 17,26  | 15,25  | 13,49   |
| Zn                                  | 3,36                     | 4,29   | 4,83   | 4,59    |
| IDR (%)                             | 30,54                    | 39,00  | 43,91  | 41,73   |
| Se<br>(µg.100g <sup>-1</sup> )      | 1,99                     | 324,76 | 26,84  | 2220,34 |
| IDR (%)                             | 3,62                     | 590,47 | 48,80  | 4036,98 |

<sup>1</sup> AB: amêndoa de baru torrada; AMD: amendoim torrado; CJ: castanha-de-caju torrada; CP: castanha-do-pará *in natura*. Valores correspondem a uma determinação, com exceção da amêndoa de baru que se refere à média dos teores de minerais das amêndoas das sete plantas, apresentados na Tabela 14 e do teor de selênio que foi determinado em três repetições.

<sup>2</sup> Ingestão Diária Recomendada para adultos saudáveis: Ca= 1000 mg/dia (IOM, 1997); Fe= 8 mg/dia (IOM, 2002a); Na= 1500 mg/dia (IOM, 2004a); K= 4700 mg/dia (IOM, 2004b); Zn= 11 mg/dia (IOM, 2002b); Se= 55 µg/dia (IOM, 2000).

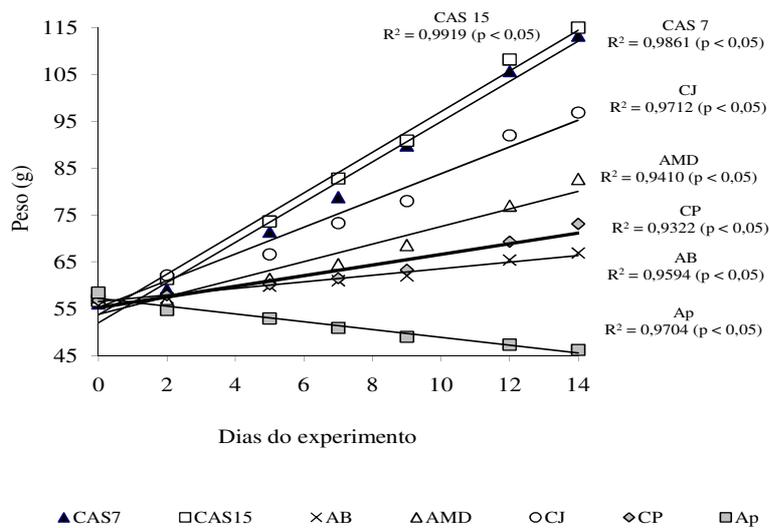
Ressalta-se que a amêndoa de baru, a castanha-de-caju e a castanha-do-pará podem ser consideradas ricas em ferro, com maior destaque para a castanha-de-caju e amêndoa de baru, enquanto o amendoim é fonte desse mineral. Segundo Bothwell et al. (1989), as nozes são alimentos de baixa biodisponibilidade de ferro, porém não foram encontrados trabalhos originais que testaram essa biodisponibilidade. Tendo em vista os elevados teores de ferro da amêndoa de baru, reforça-se a necessidade do estudo da biodisponibilidade desse mineral,

visando seu uso no combate à anemia ferropriva. Todas as castanhas analisadas, exceto a castanha-do-pará, são fontes de potássio, além disso, são ricas em zinco (BRASIL, 1998; IOM, 2002b; IOM, 2004b). Com relação ao teor de sódio, o amendoim pode ser considerado isento deste mineral, enquanto os demais podem ser classificados como alimentos de muito baixo teor de sódio (BRASIL, 1998; IOM, 2004a).

O amendoim, a castanha-de-caju e a castanha-do-pará são ricos em selênio, apenas a amêndoa de baru não é fonte deste mineral (IOM, 2000). O conteúdo de selênio constatado na castanha-do-pará é dez vezes maior que o relatado por Souza e Menezes (2004), e consideravelmente superior ao do amendoim e da castanha-de-caju.

### 5.3 QUALIDADE DAS FONTES PROTÉICAS

Na Figura 1 estão apresentadas as retas da regressão linear relativas aos dados de evolução ponderal dos ratos, durante catorze dias de experimento. Todos os grupos apresentaram uma tendência linear positiva de evolução do peso corpóreo em função do tempo, com exceção do grupo aprotéico, que teve uma tendência linear negativa, sendo que os valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para todas as retas foram superiores a 0,9. A taxa de crescimento dos animais, representada pelo valor de  $b$  da reta de regressão linear, foi de 2,86 para a castanha-de-caju, de 1,87 para o amendoim, de 1,14 para a castanha-do-pará e de 0,70 para o grupo baru. Portanto, entre os grupos experimentais, a castanha-de-caju promoveu o maior ganho de peso, cuja taxa de crescimento foi cerca de quatro vezes superior à da amêndoa de baru. A taxa de crescimento dos dois grupos de animais alimentados com caseína foi similar (4,29 e 4,34), o que confirma a importância do *pair feeding* para o controle da ingestão energética, visto que o teor de lipídios e o valor energético das dietas não influenciaram no ganho de peso dos animais.



**Figura 1.** Evolução de peso de ratos submetidos a diferentes tratamentos<sup>1</sup> durante catorze dias de experimento.

<sup>1</sup> CAS7: caseína com 7% de lipídios (referência); CAS15: caseína com 15% de lipídios (controle); AB: amêndoa de baru torrada; AMD: amendoim torrado; CJ: castanha-de-caju torrada; CP: castanha-do-pará *in natura*; Ap: aprotéico.

Observa-se, na Tabela 16, que não houve diferença significativa entre o peso inicial dos animais, o que garantiu a homogeneidade das unidades experimentais e, portanto, essa variável não influenciou na resposta da eficácia protéica. Quanto ao peso final, houve diferença entre os grupos experimentais, uma vez que a taxa de evolução de peso foi diferente entre os grupos. Essa variação dos pesos finais entre os grupos experimentais pode ser observada por meio de imagem dos animais representativos da massa média de cada grupo (APÊNDICE D). Os grupos que receberam amêndoa de baru e castanha-do-pará apresentaram a menor variação de peso, enquanto o grupo que recebeu castanha-de-caju apresentou o maior ganho de peso comparado aos demais grupos experimentais (Tabela 16). O ganho de peso dos animais tratados com as dietas experimentais foi inferior à variação dos grupos tratados com a caseína, o que confirma a superioridade da caseína em promover ganho de peso.

Em relação ao consumo de dieta, apenas os grupos que receberam amêndoa de baru e castanha-do-pará consumiram quantidades inferiores de dieta em relação aos demais grupos, o que gerou um menor consumo de proteína nesses grupos (Tabela 16), e pode explicar, em parte, o menor ganho de peso dos dois grupos.

**Tabela 16.** Peso dos animais, consumo de dieta e de proteína dos ratos durante catorze dias de experimento<sup>1</sup>.

| Dieta <sup>2</sup> | Peso dos animais (g)    |                           |                           | Consumo (g)                 |                           |
|--------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|
|                    | Inicial                 | Final                     | Ganho                     | Dieta                       | Proteína                  |
| CAS7               | 56,1 ± 6,9 <sup>a</sup> | 113,3 ± 8,8 <sup>a</sup>  | 57,2 ± 10,5 <sup>a</sup>  | 157,04 ± 14,76 <sup>a</sup> | 16,24 ± 1,53 <sup>a</sup> |
| CAS15              | 56,6 ± 7,5 <sup>a</sup> | 115,0 ± 7,5 <sup>a</sup>  | 58,4 ± 5,2 <sup>a</sup>   | 150,47 ± 10,87 <sup>a</sup> | 15,53 ± 1,12 <sup>a</sup> |
| AB                 | 57,7 ± 7,4 <sup>a</sup> | 66,9 ± 9,6 <sup>d</sup>   | 9,2 ± 4,0 <sup>d</sup>    | 111,09 ± 16,88 <sup>b</sup> | 11,20 ± 1,70 <sup>b</sup> |
| AMD                | 57,4 ± 6,7 <sup>a</sup> | 82,7 ± 5,5 <sup>c</sup>   | 25,3 ± 4,4 <sup>c</sup>   | 138,99 ± 16,92 <sup>a</sup> | 14,54 ± 1,77 <sup>a</sup> |
| CJ                 | 57,8 ± 6,8 <sup>a</sup> | 96,9 ± 8,7 <sup>b</sup>   | 36,4 ± 5,4 <sup>b</sup>   | 145,97 ± 14,06 <sup>a</sup> | 14,83 ± 1,43 <sup>a</sup> |
| CP                 | 56,8 ± 6,8 <sup>a</sup> | 73,1 ± 7,5 <sup>c,d</sup> | 16,3 ± 3,5 <sup>c,d</sup> | 96,89 ± 9,57 <sup>b</sup>   | 9,79 ± 0,97 <sup>b</sup>  |

<sup>1</sup> Valores constituem médias ± desvios-padrão de seis animais. Em uma mesma coluna, médias com letras iguais não apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> CAS7: caseína com 7% de lipídios (referência); CAS15: caseína com 15% de lipídios (controle); AB: amêndoa de baru torrada; AMD: amendoim torrado; CJ: castanha-de-caju torrada; CP: castanha-do-pará *in natura*.

Na Tabela 17 estão apresentados os valores do índice biológico NPR. De acordo com esse índice, a castanha-de-caju apresentou a maior eficiência protéica para manutenção e ganho de peso entre os grupos experimentais, seguida pelo amendoim e castanha-do-pará, e posteriormente, pela amêndoa de baru.

**Tabela 17.** Índices biológicos<sup>1</sup> de ratos mantidos durante catorze dias ingerindo dietas com diferentes fontes de proteína.

| Dieta <sup>2</sup> | Índice biológico <sup>3</sup> |                     |
|--------------------|-------------------------------|---------------------|
|                    | NPR                           | RNPR (%)            |
| CAS7               | 4,26 ± 0,27 <sup>a</sup>      | 100,00 <sup>a</sup> |
| CAS15              | 4,55 ± 0,27 <sup>a</sup>      | 100,00 <sup>a</sup> |
| AB                 | 1,91 ± 0,17 <sup>d</sup>      | 45,08 <sup>d</sup>  |
| AMD                | 2,59 ± 0,19 <sup>c</sup>      | 61,01 <sup>c</sup>  |
| CJ                 | 3,45 ± 0,26 <sup>b</sup>      | 81,23 <sup>b</sup>  |
| CP                 | 2,91 ± 0,22 <sup>c</sup>      | 68,65 <sup>c</sup>  |

<sup>1</sup> Valores constituem médias ± desvios-padrão de seis animais. Em uma mesma coluna, médias com letras iguais não apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> CAS7: caseína com 7% de lipídios (referência); CAS15: caseína com 15% de lipídios (controle); AB: amêndoa de baru torrada; AMD: amendoim torrado; CJ: castanha-de-caju torrada; CP: castanha-do-pará *in natura*.

<sup>3</sup> NPR: Net Protein Ratio; RNPR: Relative Net Protein Ratio.

A eficiência protéica da amêndoa do baru da região Oeste (NPR= 1,91), constatada no presente estudo, é inferior à observada em amêndoas de baru procedentes da região Sudeste do estado de Goiás (NPR= 2,84) (FERNANDES, 2007). Em contrapartida, a eficiência protéica do amendoim constatada no presente estudo (NPR=2,59) foi semelhante à verificada por Fernandes (2007) (NPR=2,54). Essa variação de resultados de eficiência protéica da amêndoa de baru pode estar relacionada a variações genéticas, assim como à alta susceptibilidade a variações ambientais dessas plantas nativas. No caso do amendoim, os resultados obtidos nas duas pesquisas são similares, provavelmente por ser uma espécie domesticada, e, portanto, com menor variabilidade.

Não houve diferença significativa entre os grupos com caseína, o que confirma que o método *pair feeding* foi eficiente no controle do consumo de energia dos animais. Portanto, pode-se inferir que o valor energético das dietas não influenciou na eficácia da proteína em fazer os animais manterem e ganharem peso.

A digestibilidade da proteína da amêndoa de baru, apresentada na Tabela 18, foi superior àquela relatada por Togashi e Sgarbieri (1995), de 66%, e similar à reportada por Fernandes (2007), de 79%, enquanto a digestibilidade do amendoim também foi muito próxima à relatada por Fernandes (2007), de 92%. Segundo a FAO (1970), a digestibilidade da proteína da castanha-de-caju é de 85%, valor próximo ao observado neste trabalho (Tabela 18). Da mesma forma, os valores de digestibilidade da caseína constatados no presente estudo (Dv=95%) são compatíveis àqueles reportados pela Organização Mundial da Saúde, de 99% (FAO, 1970; FAO, 1991; PELLETT; YOUNG, 1980). A digestibilidade da castanha-do-pará foi similar às do amendoim e da castanha-de-caju, e superior à da amêndoa do baru (Tabela 18). Não foram encontrados relatos sobre a digestibilidade protéica da castanha-do-pará para comparação.

**Tabela 18.** Consumo de proteína, excreção fecal, proteína excretada e digestibilidade verdadeira (Dv) avaliados em ratos Wistar durante sete dias de experimento<sup>1</sup>.

| Grupo/<br>tratamento <sup>2</sup> | Consumo de proteína (g)  | Excreção fecal (g)         | Proteína excretada (g) <sup>3</sup> | Dv (%)                      |
|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| CAS7                              | 9,46 ± 0,81 <sup>a</sup> | 5,25 ± 0,52 <sup>b,c</sup> | 0,58 ± 0,11 <sup>d</sup>            | 95,33 ± 0,87 <sup>a</sup>   |
| CAS15                             | 8,98 ± 0,57 <sup>a</sup> | 5,30 ± 0,51 <sup>b,c</sup> | 0,55 ± 0,06 <sup>d</sup>            | 95,27 ± 0,67 <sup>a</sup>   |
| AB                                | 5,86 ± 0,66 <sup>b</sup> | 4,05 ± 0,39 <sup>d</sup>   | 1,56 ± 0,13 <sup>a</sup>            | 75,48 ± 0,85 <sup>d</sup>   |
| AMD                               | 8,40 ± 0,57 <sup>a</sup> | 5,53 ± 0,59 <sup>b</sup>   | 0,87 ± 0,07 <sup>c</sup>            | 91,14 ± 0,51 <sup>b</sup>   |
| CJ                                | 9,01 ± 0,59 <sup>a</sup> | 6,92 ± 0,52 <sup>a</sup>   | 1,24 ± 0,17 <sup>b</sup>            | 87,66 ± 1,74 <sup>c</sup>   |
| CP                                | 5,46 ± 0,54 <sup>b</sup> | 4,33 ± 0,37 <sup>c,d</sup> | 0,72 ± 0,08 <sup>c,d</sup>          | 89,20 ± 1,51 <sup>b,c</sup> |

<sup>1</sup> Os dados constituem médias ± desvios-padrão de quatro animais. Em uma mesma coluna, médias com letras iguais não apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> CAS7: caseína com 7% de lipídios (referência); CAS15: caseína com 15% de lipídios (controle); AB: amêndoa de baru torrada; AMD: amendoim torrado; CJ: castanha-de-caju torrada; CP: castanha-do-pará *in natura*.

<sup>3</sup> Proteína excretada no grupo aprotéico: 0,13 ± 0,03.

A partir dos dados do perfil de aminoácidos e da digestibilidade, obteve-se o valor protéico das amêndoas de baru provenientes das sete plantas, do amendoim, da castanha-de-caju e da castanha-do-pará, conforme apresentado nas Tabelas 19 e 20. O PDCAAS variou entre as plantas (32% a 68%), com destaque para a planta 6 (Tabela 19). O PDCAAS médio das amêndoas de baru das sete plantas da região Oeste do estado de Goiás (51,6%) foi inferior ao de Fernandes (2007), que obteve PDCAAS médio de 66,2%. Ressalta-se que a planta 6 indica que essa espécie pode ser utilizada como fonte complementar de proteínas e, portanto, pode

contribuir para a garantia da segurança alimentar e nutricional, principalmente da população regional.

**Tabela 19.** Valor protéico da amêndoa de baru torrada (*Dipteryx alata* Vog.) de sete plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás, no ano de 2007.

| Valor protéico          | Planta |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|
|                         | 1      | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |
| PDCAAS <sup>1</sup> (%) | 47,6   | 52,8 | 47,6 | 54,3 | 58,9 | 67,9 | 32,4 |

<sup>1</sup> Escore de aminoácidos corrigido pela digestibilidade verdadeira (EAE x Dv/100).

Observa-se, na Tabela 20, que a castanha-de-caju apresentou o maior valor de PDCAAS, seguida pelo amendoim, castanha-do-pará e amêndoa de baru. Estes resultados são coerentes com os valores de NPR descritos na Tabela 17, uma vez que a castanha-de-caju apresentou a maior eficiência em manter e aumentar o peso dos animais, seguida pelo amendoim e castanha-do-pará, e posteriormente pela amêndoa de baru. Portanto, a castanha-de-caju destaca-se dentre esses alimentos com relação à qualidade protéica.

Ressalta-se que a qualidade protéica das sementes e nozes estudadas no presente trabalho é superior à relatada em outro estudo com três variedades de amêndoa (*Prunus dulcis* L.), que apresentaram uma elevada deficiência em aminoácidos sulfurados (EAE médio de 23%), apesar de apresentarem digestibilidade acima de 80% (AHRENS et al., 2005). Esses resultados são de grande importância, uma vez que a caracterização química dessas sementes e nozes já é bem documentada na literatura, porém poucos são os relatos de avaliação da qualidade protéica desses alimentos.

**Tabela 20.** Valor protéico da amêndoa de baru da região Oeste do estado de Goiás e do amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará (Goiânia-GO), no ano de 2007.

| Valor protéico          | Semente/Noz <sup>1</sup> |      |      |      |
|-------------------------|--------------------------|------|------|------|
|                         | AB                       | AMD  | CJ   | CP   |
| PDCAAS <sup>2</sup> (%) | 51,6                     | 69,3 | 87,7 | 63,3 |

<sup>1</sup> AB: amêndoa de baru torrada; (valor corresponde à média das sete plantas); AMD: amendoim torrado; CJ: castanha-de-caju torrada; CP: castanha-do-pará *in natura*.

<sup>2</sup> Escore de aminoácidos corrigido pela digestibilidade verdadeira (EAE x Dv/100).

Assim, o consumo e o estudo dessas castanhas devem ser estimulados, visto que apresentam composição química inter e intra-específica variável, e principalmente porque

cada uma dessas castanhas se destaca em algum atributo nutricional, o que reforça a sugestão de consumo variado destes alimentos em uma dieta saudável.

## 6 CONCLUSÕES

- A amêndoa de baru é um alimento de alta densidade energética e de nutrientes, especialmente proteínas, lipídios, fibras insolúveis e minerais, semelhante a outras sementes oleaginosas e nozes, como o amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará.
- A amêndoa de baru tem composição centesimal similar à do amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará, mas cada um desses alimentos apresenta variabilidade com relação ao perfil de aminoácidos, ácidos graxos e teor de minerais. O uso combinado dessas sementes e nozes pode ajudar a satisfazer as necessidades de nutrientes e é recomendado em uma alimentação saudável.
- Amêndoas de baru de sete plantas nativas da região Oeste do estado de Goiás apresentaram elevada variabilidade das características físicas, da composição em aminoácidos, do perfil de ácidos graxos e do conteúdo mineral entre as plantas, o que reforça a importância da estratificação da amostra no estudo de frutos nativos do Cerrado.
- A planta 6 da região Oeste do estado de Goiás é promissora para a seleção e propagação da espécie de baru visto que apresentou maior rendimento de amêndoa, maior concentração e melhor qualidade protéica, além dos maiores teores de ferro e zinco, comparada às demais plantas.
- A amêndoa de baru da região Oeste do estado de Goiás apresentou qualidade protéica inferior à do amendoim, da castanha-de-caju e da castanha-do-pará, por causa da menor digestibilidade da proteína dessa amêndoa comparada às das demais, e principalmente, pela variabilidade do perfil de aminoácidos entre plantas nativas da mesma subpopulação.
- A amêndoa de baru torrada possui perfil de ácidos graxos mono e poliinsaturados favorável à saúde e melhor que o perfil das demais sementes e nozes estudadas.
- A amêndoa de baru é rica em ferro e pode ser um alimento importante no combate à anemia ferropriva na região.
- A amêndoa de baru tem grande potencial para uso na indústria alimentícia, com propriedades funcionais e de alegação à saúde, tendo em vista sua elevada concentração de ácidos graxos mono e poliinsaturados, fibras insolúveis, ferro e zinco. Além disso, o seu uso é indicado em situações que demandem maior consumo de energia, pois apresenta alta densidade energética.

## REFERÊNCIAS

- AHRENS, S.; VENKATACHALAM, M.; MISTRY, A. M.; LAPSLEY, K.; SATHE, S. K. Almond (*Prunus dulcis* L.) protein quality. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 60, n. 3, p.123-128, 2005.
- ALMEIDA, S. P. **Cerrado**: aproveitamento alimentar. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.188p.
- 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.
- (AOAC) ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 10. ed. Washington: AOAC, 1990. 1115p.
- AZEREDO, H. M. C.; BRITO, E. S.; GARRUTI, D. S. Alterações químicas durante a estocagem. In: AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. cap. 2, p. 37-64.
- BLEYS, J.; NAVAS-ACIEN, A.; GUALLAR, E. Serum selenium and diabetes in U.S adults. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 30, n. 4, p. 829-834, 2007.
- 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.
- BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (Baru). **Cerne**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 9-18, 2000.
- BOTHWELL, T. H.; BAYNES, R. D.; MACFARLANE, B. J.; MACPHAIL, A. P. Nutritional iron requirements and food iron absorption. **Journal of Internal Medicine**, Oxford, v. 226, n. 1, p. 357-365, 1989.
- BRAND-MILLER, J. Carbohydrates. In: MANN, J.; TRUSWELL, S. **Essentials of human nutrition**. 2. ed. New York: Oxford University Press, 2002. cap. 2 , p. 11-29.
- 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.
- BRASIL. Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. **Lei nº 11.346, de 11 de setembro de 2006**. Lei de Segurança Alimentar e Nutricional. Brasília, DF: CONSEA, 2006. 16p.

CALDEIRA, S. D.; HIANE, P. A.; RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M. Caracterização físico-química do araçá (*Psidium guineense* SW.) e do tarumã (*Vitex cymosa* Bert.) do estado do Mato Grosso do Sul. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 22, n.1, p. 145-154, 2004.

(CGPAN) COORDENAÇÃO GERAL DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO. Ministério da Saúde (Brasil). 57<sup>a</sup> Assembléia Mundial da Saúde. **Estratégia global em alimentação saudável, atividade física e saúde**. Genebra: OMS, 2004. 26p.

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

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.

FAGBEMI, T. N. The influence of processing techniques on the energy, ash properties and elemental composition of cashew nut (*Anacardium occidentale* Linn). **Nutrition and Food Science**, London, v. 38, n. 2, p. 136 -145, 2008.

FERNANDES, D. C. **Composição química e valor protéico da amêndoa de baru de plantas nativas do cerrado da região sudeste do estado de Goiás**. 2007. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

(FAO) FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Amino-acid content of foods and biological data on proteins**. Rome: FAO, 1970. 288p. (FAO Food and Nutrition Paper 24).

(FAO) FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. **Protein quality evaluation**. Rome: FAO, 1991. 66 p. (FAO Food and Nutrition Paper, 51).

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

GRIFFITHS, R. D.; JONES, C.; PALMER, T. E. A. Six-month outcome of critically ill patients given glutamine-supplemented parenteral nutrition. **Nutrition**, New York, v. 13, n. 4, p. 295-302, 1997.

(IOM) INSTITUTE OF MEDICINE. Calcium. In: \_\_\_\_\_. **Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D and fluoride**. Washington (DC): National Academy Press, 1997. cap. 4, p. 71-145.

(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. Iron. 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, 2002a. cap. 9, p. 290-393.

(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, 2002b. cap.12, p. 442-501.

(IOM) INSTITUTE OF MEDICINE. Sodium. In: \_\_\_\_\_. **Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride and sulfate.** Washington (DC): National Academy Press, 2004a. cap. 6, p. 269-423.

(IOM) INSTITUTE OF MEDICINE. Potassium. In: \_\_\_\_\_. **Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride and sulfate.** Washington (DC): National Academy Press, 2004b. cap. 5, p. 186-268.

(IOM) INSTITUTE OF MEDICINE. FOOD AND NUTRITION BOARD (FNB). Protein and amino acids. In: IOM. FNB. **Dietary references intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids.** Washington DC: USA National Academies; 2005. p. 589-768.

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.

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.; DASHIELL, 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.

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.

KILINC, M.; GUVEN, M. A.; EZER, M.; ERTAS, I. E.; COSKUN, A. Evaluation of serum selenium levels in Turkish women with gestational diabetes mellitus, glucose intolerants, and normal controls. **Biological Trace Element Research**, Clifton, v. 123, n. 1-3, p. 35-40, 2008.

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

LUCAS, B.; SOTELO, A. Effect of different alkalies, temperatures and hydrolises times on tryptophan determination of pure proteins and foods. **Analytical Biochemistry**, Washington, v. 109, n.1, p. 192-197, 1980.

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.

MANN, J. Cardiovascular diseases. In: MANN, J.; TRUSWELL, S. **Essentials of human nutrition**. 2. ed. New York: Oxford University Press, 2002. cap. 18, p. 298-334.

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

MOORE, S.; SPACKMAN, D. H.; STEIN, W. H. Chromatography of amino acids on sulfonated polystyrene resins. **Analytical Chemistry**, Washington, v.30, n.7, p. 1185-1190, 1958.

MOTTA NETO, R.; GUIMARÃES, S. B.; SILVA, S. L.; CRUZ, J. N.; DIAS, T.; VASCONCELOS, P. R. L. Glutamine or whey-protein supplementation on alloxan-induced diabetic rats. Effects on CD4+ and CD8+ lymphocytes. **Acta Cirúrgica Brasileira**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 215-219, 2007.

MUGGIA-SULLAM, M.; MATARESE, L. E.; EDWARDS, L. L.; FISCHER, J. E. Efficacy of two elemental diets: a pair feeding study. **Journal of Parenteral and Nutrition**, Silver Spring, v. 10, n. 1, p. 45-48, 1986.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO (NEPA-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).

PELLETT, P. L.; YOUNG, V. R. **Nutritional evaluation of protein foods**. Tokyo: The United Nations University, 1980. 154 p.

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.

REEVES, P. G.; NIELSEN, F. N.; FAHEY, 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, p. 1939-1951, 1993.

RIBEIRO, S. R.; PINTO JÚNIOR, P. E.; MIRANDA, A. C.; BROMBERG, S. H.; LOPASSO, F. P.; IRYA, K. Weight loss and morphometric study of intestinal mucosa in rats after massive intestinal resection. Influence of a glutamine-enriched diet. **Revista do Hospital das Clínicas**, São Paulo, v. 59, n. 6, p. 349-356, 2004.

ROS, E.; NÚÑEZ, I.; PÉREZ-HERAS, A.; SERRA, M.; GILABERT, R.; CASALS, E.; DEULOFEU, R. A walnut diet improves endothelial function in hypercholesterolemic subjects: a randomized crossover trial. **Circulation**, Baltimore, v. 109, n. 13, p. 1609-1614, 2004.

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**, London, v. 54, n. 3-4, p. 219-228, 2006.

SANO, S. M.; VIVALDI, L. J.; SPEHAR, C. R. Diversidade morfológica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 34, n.4, p. 513-518,1999.

SIMOPOULOS, A. P. Evolutionary aspects of diet, the omega /omega3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. **Biomedicine e Pharmacotherapy**, Paris, v. 60, n.9, p. 502-507, 2006.

SOARES, T. N. **Estrutura e padrão espacial da variabilidade genética de *Dipteryx alata* Vogel (barueiro) no cerrado**. 2006. 104 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

SONTROP, J.; CAMPBELL, K. N3 polyunsaturated fatty acids and depression: a review of the evidence and a methodological critique. **Preventive Medicine**, San Diego, v. 42, n. 1, p. 4-13, 2006.

SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Processamentos 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.

TOGASHI, M.; SGARBIERI, V. C. Avaliação nutricional da proteína e do óleo de sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 66-69, 1995.

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.

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.

VERA, R. **Caracterização física e química de frutos de barueiro (*Dipteryx alata* Vog.) de ocorrência natural no cerrado do estado de Goiás, Brasil.** 2007. 83 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

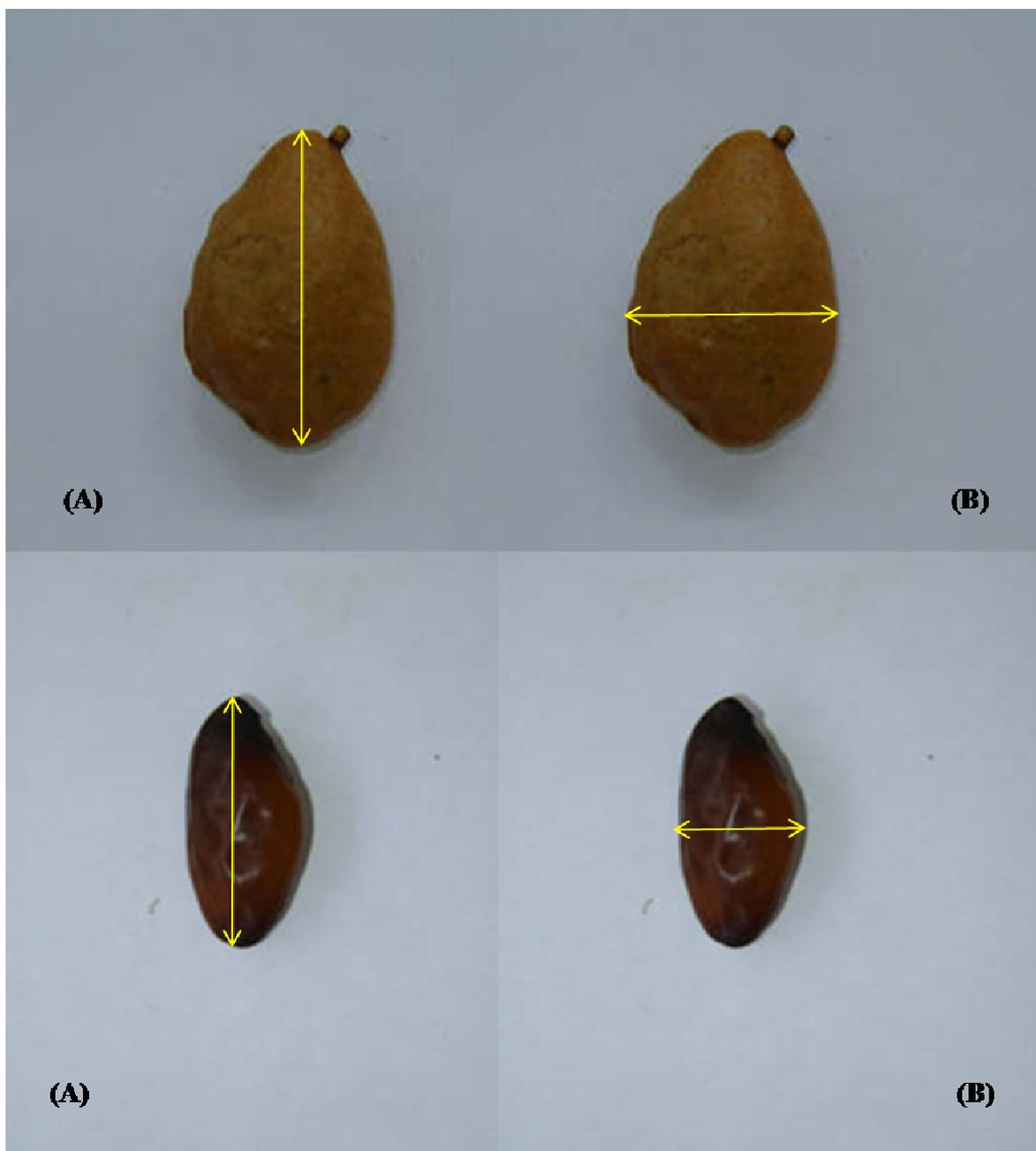
WELNA, M.; KLIMPEL, M.; ZYRNICKI, W. Investigation of major and trace elements and their distributions between lipid and non-lipid fractions in Brazil nuts by inductively coupled plasma atomic optical spectrometry. **Food Chemistry**, London, v. 111, n. 4, p. 1012 – 1015, 2008.

(WHO) WORLD HEALTH ORGANIZATION. Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. **Protein and amino acid requirements in human nutrition.** Geneva: WHO, 2007. 265 p. (WHO Technical Report Series, 935).

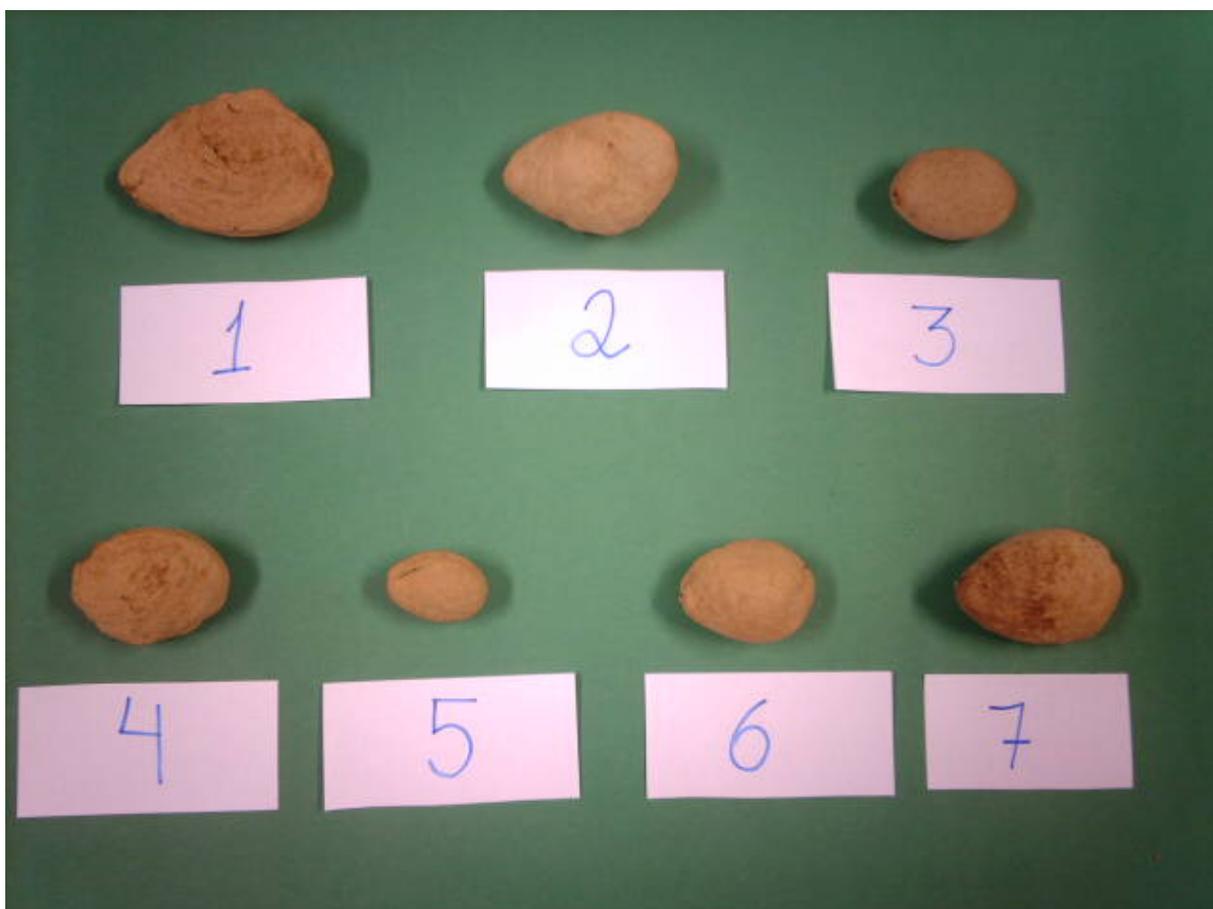
**APÊNDICE A** – Posição geográfica e características dos solos de sete plantas nativas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) da região Oeste do estado de Goiás.

| Planta | Coordenadas geográficas |                   |              | Solo           |
|--------|-------------------------|-------------------|--------------|----------------|
|        | Latitude (Sul)          | Longitude (Oeste) | Altitude (m) |                |
| 1      | 17°01'37"               | 50°09'72"         | 630          | arenoso        |
| 2      | 16°59'19"               | 50°13'79"         | 618          | arenoso        |
| 3      | 16°58'99"               | 50°14'15"         | 603          | arenoso        |
| 4      | 16°58'65"               | 50°15'27"         | 582          | arenoso        |
| 5      | 16°58'55"               | 50°16'05"         | 579          | arenoso        |
| 6      | 16°51'53"               | 50°32'23"         | 739          | arenoso        |
| 7      | 16°52'08"               | 50°39'20"         | 680          | argilo-arenoso |

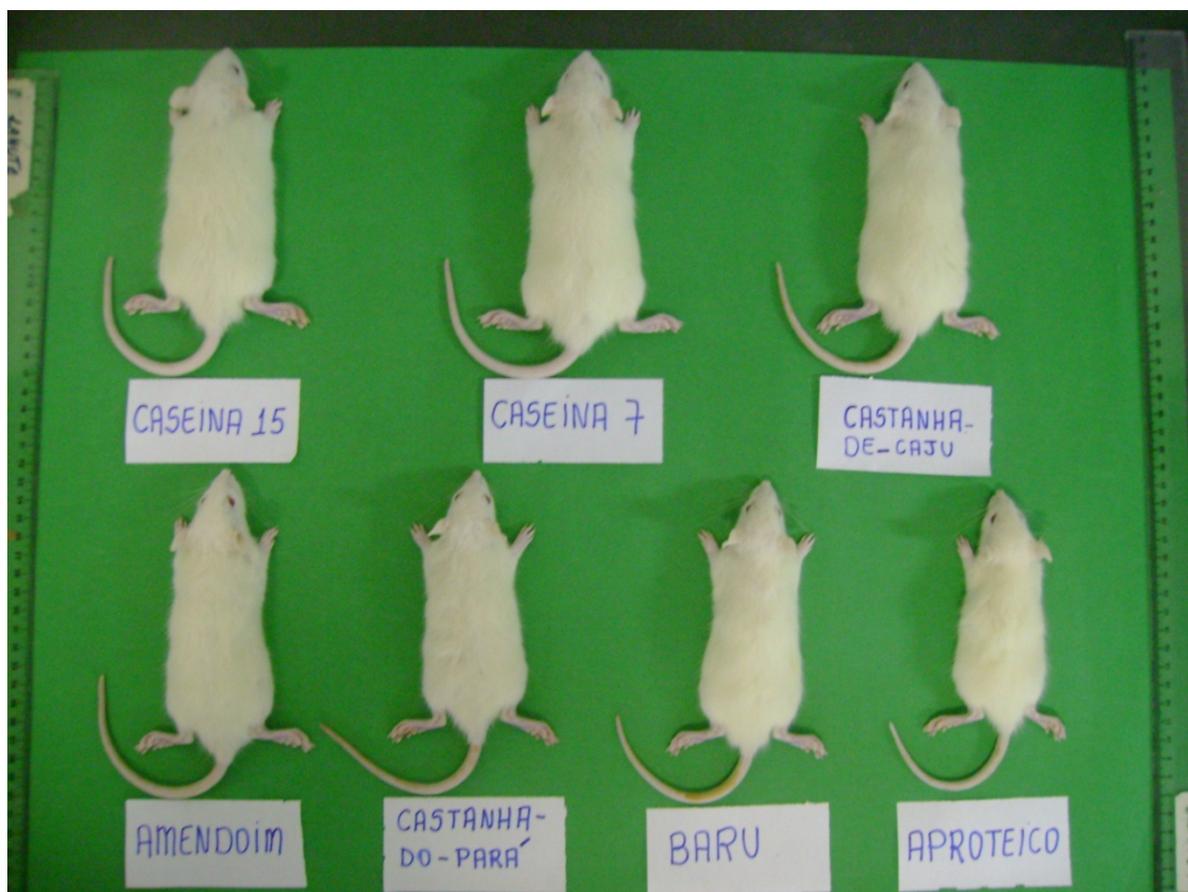
**APÊNDICE B** – Representação esquemática dos pontos de obtenção das medidas de comprimento (A) e largura (B) dos frutos e das amêndoas de baru.



**APÊNDICE C** – Imagem fotográfica dos frutos representativos da massa média de sete plantas de baru da região Oeste do estado de Goiás (2007).



**APÊNDICE D** – Imagem fotográfica dos animais representativos da massa média dos sete grupos experimentais após 14 dias de experimento.



Caseína 15: com 15% de lipídios (controle); Caseína 7: com 7% de lipídios (referência); Castanha-de-caju; Amendoim; Castanha-do-pará; Barú: amêndoa de barú; Aprotéico.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)