

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

LUDMILA DE PAULA CZEDER

**COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E QUALIDADE PROTÉICA DA
AMÊNDOA DE BARU (*DIPTERYX ALATA* VOG.) DE PLANTAS DE
TRÊS REGIÕES DO CERRADO DO ESTADO DE GOIÁS**

Goiânia
2009

LUDMILA DE PAULA CZEDER

**COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E QUALIDADE PROTÉICA DA
AMÊNDOA DE BARU (*DIPTERYX ALATA* VOG.) DE PLANTAS DE
TRÊS REGIÕES DO CERRADO DO ESTADO DE GOIÁS**

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 parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a Dr^a Maria Margareth V. Naves

Goiânia
2009



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

LUDMILA DE PAULA CZEDER

**COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E QUALIDADE
PROTÉICA DA AMÊNDOA DE BARU DE PLANTAS
DE TRÊS REGIÕES DO CERRADO DO
ESTADO DE GOIÁS**

Dissertação defendida e aprovada em 09 de dezembro de 2009, pela Banca
Examinadora constituída pelos membros

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Margareth Veloso Nunes'.

Prof. Dra. Maria Margareth Veloso Nunes
Orientador

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Azeu Afonso Jordão Júnior'.

Prof. Dr. Azeu Afonso Jordão Júnior
Membro da Banca

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Mara Reis Silva'.

Prof. Dra. Mara Reis Silva
Membro da Banca

*Dedico meu trabalho aos meus pais, em especial
à minha mãe, companheira de viagem.
Ao Dyogo, pela compreensão e apoio.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, por iluminar meu caminho todos os dias.

Aos meus pais, Gilberto do Prado Czeder e Maria Cleusa Czeder, por me ensinarem que o maior bem que se transmite a um filho é a educação, e por sempre apoiarem todos os caminhos que escolhi. Ao meu irmão, Miguel de Paula Czeder, pela amizade sincera.

Ao meu marido, Dyogo Fonseca de Castro, pela compreensão incondicional e imensa paciência.

À professora Dr^a Maria Margareth Veloso Naves, minha orientadora, que sempre repassou seu conhecimento com grande dedicação, o que foi um exemplo para eu me tornar uma profissional melhor.

À colega Jullyana Borges Freitas, um “anjo” que Deus enviou para me ajudar.

À colega de mestrado Janaína Pereira de Macedo, grande companheira de laboratório.

Às alunas de graduação Carla Cristina de Moraes e Eliza Vieira de Oliveria, e às colegas de mestrado Daniela Canuto Fernandes, Renata Carvalho de Freitas e Priscila Ramos Mortate, pela ajuda no ensaio biológico.

Às colegas de turma, Adriane Alexandre de Melo, Andréia Di Martins Costa, Fernanda Salamoni Becker, Giselle Lima Paixão e Silva, Jully-Ana Souza Tavares e Karla Rúbia Ananias, pela amizade.

Aos estagiários do Laboratório de Nutrição Experimental, Jean Carlos Rodrigues Lima, Luciana de Oliveira Froes e Vitor Tavares, por estarem sempre prontos a ajudar.

Ao professor Dr. Ronaldo Veloso Naves, pela contribuição com sua experiência a cerca do Cerrado, em especial de barueiros.

Ao Sr. Natal José Eufrásio, pelo auxílio na quebra dos frutos de baru.

Aos técnicos Luiz Sávio Teixeira e Francisco da Silva, pela análise de minerais.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Apoio à Pesquisa da Universidade Federal de Goiás (FUNAPE – UFG), pelo auxílio financeiro.

Tudo posso naquele que me fortalece.

Felipenses 4:13

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi avaliar a influência de diferentes regiões (Leste, Oeste e Sudeste) do estado de Goiás na composição nutricional e na qualidade protéica da amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.) torrada, produzida no ano de 2008. Foram coletados 150 frutos recém-caídos, de seis plantas, em cada região. As amêndoas foram retiradas dos frutos, torradas e analisadas quanto à composição centesimal, teor de minerais e perfil de aminoácidos. Para avaliação da qualidade protéica foram determinados os índices: escore químico de aminoácidos essenciais (EAE), *Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score* (PDCAAS), e *Net Protein Ratio* (NPR). Foi conduzido um ensaio biológico com 36 ratos Wistar, divididos em seis tratamentos e mantidos durante catorze dias em condições ambientais padronizadas. As dietas foram formuladas segundo o *American Institute of Nutrition* (AIN-93G): dieta com caseína e 7% de lipídios (referência); dieta com caseína e 14% de lipídios (controle); dieta com amêndoa de baru da região Leste; da região Oeste; da região Sudeste; e dieta aprotéica. Adotou-se o procedimento *pair feeding* para controlar o consumo de dieta dos animais. Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste para comparação de médias (Tukey, $p < 0,05$). A amêndoa de baru das três regiões apresentou alto conteúdo de proteínas (31 g. 100 g⁻¹), lipídios (41 g. 100 g⁻¹) e energia (532 kcal. 100 g⁻¹), não havendo diferenças significativas entre as três regiões. A amêndoa apresentou também um alto teor de fibras alimentares (12 g. 100 g⁻¹), de ferro (3 mg. 100 g⁻¹) e de zinco (3 mg. 100 g⁻¹). Houve diferenças significativas no perfil de aminoácidos entre a região avaliada, sendo o aminoácido valina o primeiro limitante nas três regiões (EAE entre 77% e 89%). O valor de PDCAAS da proteína da amêndoa da região Oeste (73%) foi maior que o da região Sudeste (64%). O índice NPR foi semelhante entre as três regiões (NPR relativo de 71%). A região de procedência do baru não influenciou na composição nutricional, mas determinou diferenças no perfil de aminoácidos das amêndoas. As amêndoas são ricas em lipídios, proteínas, fibras alimentares, ferro e zinco.

Palavras-chave: cumaru, *Dipteryx alata* Vog., Cerrado, valor nutritivo, aminoácidos.

**NUTRITIONAL COMPOSITION AND PROTEIN QUALITY OF THE BARU
ALMOND (*DIPTERYX ALATA* VOG.) OF PLANTS FROM THREE REGIONS OF
THE SAVANNA FROM GOIÁS STATE**

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of different regions (East, West and Southeast) of the Goiás state in the nutritional composition and the protein quality of the roasted baru almond (*Dipteryx alata* Vog.), produced in 2008. One hundred and fifty newly fallen fruits were collected of six plants, in each region. The almond was removed from the fruits, roasted and was analyzed for centesimal composition, mineral content and amino acid profile. The indexes Amino Acid Score (AAS), Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score (PDCAAS) and the Net Protein Ratio (NPR) were determined to evaluate the protein quality. A biological assay was carried out with 36 Wistar rats, which were assigned into six treatments for fourteen days in standardized climate conditions. The diets were formulated according to the American Institute of Nutrition (AIN-93G): diet with casein and 7% lipids (reference); diet with casein and 14% lipids (control); diet with baru almond from East region; from West region; from Southeast region; and protein-free diet. The pair feeding procedure was adopted to control the consumption of diets of animals. The results were submitted to analysis of variance and test for comparison of means (Tukey, $p < 0.05$). The baru almond from the three regions showed a high protein ($31 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), lipids ($41 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) and energy ($532 \text{ kcal} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) contents, with no significant differences between the three regions. The almond also showed a high content of fiber ($12 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), iron ($3 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) and zinc ($3 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). It was found significant differences in the amino acid profile between the regions assessed, and the amino acid valine was the first limiting in the three regions (AAS between 77% and 89%). The value of PDCAAS of the almond protein from the West region (73%) was higher than the Southeast region (64%). The NPR index was similar between the three regions (relative NPR = 71%). The origin region of the baru did not influence the nutritional composition, but caused differences in amino acid profile of the almonds. The almonds are rich in lipids, protein, fiber, iron and zinc.

Keywords: *Dipteryx alata* Vog., Savannah, nutritive value, amino acids.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO DA LITERATURA	10
2.1	ASPECTOS GERAIS.....	10
2.2	ALIMENTOS REGIONAIS E SAÚDE.....	11
2.3	FRUTÍFERAS DO CERRADO.....	12
2.4	BARUEIRO.....	13
2.4.1	Características físicas do fruto.....	14
2.4.2	Composição química do fruto.....	15
2.4.3	Qualidade protéica da amêndoa de baru.....	17
2.4.4	Importância nutricional da amêndoa de baru.....	18
2.4.5	Uso e mercado.....	19
3	OBJETIVOS	22
3.1	OBJETIVO GERAL.....	22
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
4	MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1	COLETA DOS FRUTOS E OBTENÇÃO DA AMÊNDOA.....	23
4.2	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO FRUTO E DA AMÊNDOA.....	24
4.3	PREPARO DA FARINHA DA AMÊNDOA DE BARU.....	24
4.4	CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA AMÊNDOA DE BARU.....	25
4.4.1	Composição centesimal.....	25
4.4.2	Análise de minerais.....	25
4.4.3	Perfil de aminoácidos.....	26
4.5	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE PROTÉICA DA AMÊNDOA DE BARU.....	26
4.5.1	Avaliação biológica.....	26
4.5.2	Digestibilidade da proteína.....	28
4.5.3	Determinação da qualidade protéica.....	29
4.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO FRUTO E DA AMÊNDOA.....	31
5.2	COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DA AMÊNDOA DE BARU.....	33
5.2.1	Composição centesimal.....	33
5.2.2	Minerais.....	35
5.2.3	Perfil de aminoácidos.....	36
5.3	QUALIDADE PROTÉICA DA AMÊNDOA DE BARU.....	38
6	CONCLUSÕES	44
	REFERÊNCIAS	45
	APÊNDICES	50

1 INTRODUÇÃO

O estudo da biodiversidade da vegetação do Cerrado tem despertado interesse de pesquisadores, visando um manejo adequado e melhor aproveitamento das espécies frutíferas na alimentação humana. Atualmente, a exploração da maioria das plantas nativas tem caráter extrativista, sendo usada apenas pela população local, como parte das tradições e costumes regionais (FERNANDES, 2007).

Dessa forma, pesquisas que almejem o estabelecimento do uso racional das frutíferas do Cerrado são fundamentais, pois muitas têm valor nutritivo em potencial (ALMEIDA, 1998), como, por exemplo, o barueiro (*Dypterix alata* Vog.). Essa planta contém um fruto, cuja amêndoa constitui fonte importante de proteínas, lipídios e fibras alimentares, segundo Togashi e Sgarbieri (1994), que estudaram frutos de baru da região Leste do estado de Goiás.

Em outro estudo, Togashi e Sgarbieri (1995) verificaram que, apesar do teor considerável de proteína na amêndoa, sua qualidade estava em níveis bem inferiores ao da proteína de feijão, uma leguminosa herbácea de consumo habitual do brasileiro. Em contrapartida, Fernandes (2007), em sua pesquisa com frutos de barueiro da região Sudeste do estado de Goiás, concluiu que o baru constitui uma fonte de proteína de boa qualidade, semelhante à do feijão.

Assim, as pesquisas sobre qualidade protéica da amêndoa de baru são escassas na literatura e apresentam resultados contraditórios, e não se sabe se essa divergência se deve a diferenças intrínsecas às plantas ou se são inerentes às diferentes regiões de coleta dos frutos. Portanto, este estudo se justifica por testar a influência de diferentes regiões na composição nutricional e qualidade protéica da amêndoa de baru. Para tanto, foram analisados frutos oriundos de três regiões distintas do estado de Goiás (Leste, Oeste e Sudeste), produzidos no ano de 2008.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS

A Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN) atesta o compromisso do Ministério da Saúde (2003) com os males relacionados à escassez alimentar e à pobreza, assim como com o complexo quadro dos excessos já configurado no Brasil pelas altas taxas de prevalência de sobrepeso e obesidade na população. Dessa forma, o conceito de segurança alimentar, que anteriormente era limitado ao abastecimento de alimentos, foi ampliado, incorporando também o acesso universal ao alimento, o aspecto nutricional e as questões relativas à composição, à qualidade e ao aproveitamento biológico de nutrientes.

No conjunto dos componentes de uma política nacional voltada para a segurança alimentar e nutricional, estão, entre outras ações, o manejo sustentado dos recursos naturais, com o incentivo ao uso dos alimentos regionais (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2003). Atualmente, a biodiversidade dos recursos vegetais é considerada como uma estratégia para a segurança alimentar, econômica e ecológica para a humanidade (RIBEIRO; RODRIGUES, 2006).

Neste contexto insere-se o estudo do bioma Cerrado, que apresenta uma enorme biodiversidade vegetal, com algumas espécies com potencial de utilização agrícola. Destaca-se dentre elas as frutíferas, que correspondem a algumas dezenas de espécies de variadas famílias que produzem frutos comestíveis, com tamanhos diversos, cores atrativas e sabores característicos (RIBEIRO; RODRIGUES, 2006).

O barueiro é uma frutífera do Cerrado, cujo fruto, o baru, apresenta amêndoa rica em lipídios, proteínas e, conseqüentemente, calorias, além de fibras e minerais, sugerindo sua utilização na alimentação humana e animal (TAKEMOTO et al., 2001). Assim, é imprescindível o estudo da biodiversidade do Cerrado, e, sobretudo, das espécies frutíferas deste bioma, para se conhecer o potencial nutritivo, genético e tecnológico de seus frutos, o que certamente contribuirá para a preservação e uso sustentável das espécies.

2.2 ALIMENTOS REGIONAIS E SAÚDE

Em cada região do Brasil há diversos tipos de alimentos usualmente consumidos, caracterizando os chamados alimentos regionais (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002). Segundo Martins e Frota (2007), estes alimentos possuem, em geral, um alto valor nutritivo e baixo custo, o que contribui para uma alimentação saudável.

Porém, apesar das vantagens apresentadas, a ingestão desses alimentos foi sendo esquecida e desvalorizada ao longo do tempo. Muitos alimentos nutritivos e saborosos que faziam parte do hábito alimentar das famílias brasileiras deixaram de ser consumidos, por causa, sobretudo, da migração das pessoas para as cidades, que passaram a utilizar uma maior quantidade de alimentos industrializados (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002).

Na Pesquisa de Orçamento Familiar (POF), realizada entre 2002 – 2003, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004), foi detectado um aumento na aquisição de alimentos industrializados, confirmando o padrão de mudança de hábitos da população. A POF tem o objetivo de fornecer informações sobre a composição orçamentária doméstica, a partir da investigação dos hábitos de consumo, da alocação de gastos e da distribuição dos rendimentos, segundo as características dos domicílios e das pessoas, bem como sobre a percepção das condições de vida da população brasileira.

Esta mudança caracteriza a transição nutricional que representa modificações no padrão alimentar da população, na qual as dietas ricas em carboidratos complexos e fibras dão lugar às dietas industrializadas, com maior proporção de gorduras saturadas e açúcares. Nos últimos anos houve diminuição na ingestão de gêneros básicos como arroz e feijão, e aumento no consumo de produtos de origem animal como frango, queijo e carne (MARCHIONI; ZACCARELLI, 2002).

Dentro deste quadro, observa-se também o aumento da obesidade entre adultos e crianças, em todas as classes de renda. Segundo Batista Filho e Rissin (2003), nos últimos 25 anos a desnutrição em crianças apresentou um declínio cumulativo de 72%, enquanto em adultos sua prevalência baixou em 49% no meio rural e 53% no meio urbano, praticamente desaparecendo como problema epidemiológico em maiores de 18 anos. Em contraposição, a prevalência de obesidade em adultos triplicou no Nordeste e duplicou no Sudeste do Brasil.

O Ministério da Saúde (2008), no intuito de prevenir o sobrepeso, a obesidade e a desnutrição, entre outras ações, têm incentivado a alimentação saudável por meio do resgate ao uso dos alimentos típicos regionais. Essa ação contribui para a melhoria da alimentação da população, ou seja, promove uma alimentação acessível que utilize recursos locais. As

orientações visam, especialmente, o aumento do consumo de frutas e hortaliças pela população, pois evidências científicas demonstram que estes grupos de alimentos podem reduzir o risco de doenças crônicas como hipertensão arterial, diabetes *mellitus*, doenças cardiovasculares e câncer, além de prevenir as deficiências nutricionais.

É fundamental despertar o interesse para o resgate do cultivo ou extração racional dos alimentos regionais, auxiliando na segurança alimentar e nutricional da comunidade, pois muitos têm quantidades significativas de nutrientes. Para tanto, a população deve conscientizar de que a alimentação saudável deve incluir produtos alimentares locais, nutritivos e também de valor histórico e cultural (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002).

Assim, políticas de saúde, estratégias e programas de governo devem garantir a produção e comercialização de alimentos acessíveis, juntamente com empregos e remuneração adequada a todas as pessoas. Tais ações governamentais irão assegurar a possibilidade de consumo suficiente de alimentos pela população, condição essencial para um bom estado de saúde e nutrição (MARTINS; FROTA, 2007).

2.3 FRUTÍFERAS DO CERRADO

As frutíferas nativas ocupam lugar de destaque no bioma do Cerrado, seus frutos são consumidos em diferentes formas pelas populações locais e constituem, ainda, uma importante fonte de alimento para animais silvestres, e mesmo para o gado (RIBEIRO; RODRIGUES, 2006). O interesse por essas frutíferas tem atingido diversos segmentos da sociedade, entre os quais se destacam agricultores, industriais, instituições de pesquisa, cooperativas, universidades, órgãos de saúde e alimentação, entre outros (SILVA; MELO; FERNANDES, 2008).

Atualmente, é possível encontrar grande quantidade desses frutos nativos sendo comercializados em feiras regionais e nas margens das rodovias a preços competitivos, alcançando grande aceitação popular. Observa-se, ainda, a existência de um mercado emergente, a ser melhor explorado pelos agricultores, pois o aproveitamento desses frutos tem sido feito de forma extrativista e predatória. Além disso, há o grande potencial para a exportação, já que possuem um sabor diferenciado e não são encontradas em outros países. O licor de pequi, por exemplo, é exportado para o Japão, e a amêndoa do baru, para a Alemanha, mas existem ainda muitas possibilidades de exportação de outras espécies nativas (SILVA; MELO; FERNANDES, 2008).

As informações baseadas em pesquisa científica sobre as espécies frutíferas do Cerrado são, ainda, escassas. Portanto, é fundamental investir em estudos de biodiversidade e conservação das espécies, para que seus frutos possam ser cultivados. Dessa forma, evita-se o extrativismo predatório, ao mesmo tempo em que se conservam as espécies em seu habitat natural, obtendo-se um melhor aproveitamento delas na alimentação humana e garantindo a segurança alimentar e nutricional (AVIDOS; FERREIRA, 2000).

Os frutos do Cerrado apresentam sabor *sui generis*, podendo ser consumidos *in natura* ou na forma de sucos, licores, sorvetes e geléias. Existem mais de 58 espécies de frutos nativos do Cerrado conhecidos e utilizados pela população, entre eles estão pequi, cagaita, araticum, jatobá-do-cerrado, jenipapo, buriti, magaba, baru, e outros (AVIDOS; FERREIRA, 2000). Estes frutos possuem, em geral, elevado valor nutricional, constituindo fontes importantes de fibras, proteínas, vitaminas, minerais e ácidos graxos saturados e insaturados, presentes nas polpas e sementes (ABRAMOVAY, 1999). A polpa do pequi, por exemplo, é rica em lipídios (33 g. 100 g⁻¹) e é fonte importante de fibra alimentar (10 g. 100 g⁻¹), além de conter ácidos graxos insaturados (61 g. 100 g⁻¹), sendo o ácido oléico o de maior concentração (56 g. 100 g⁻¹). A amêndoa do pequi apresenta 52 g. 100 g⁻¹ de lipídios e 25 g. 100 g⁻¹ de proteínas (LIMA et al., 2007). O araticum contém 16 g. 100 g⁻¹ de proteína, 35 g. 100 g⁻¹ de lipídios e 41 g. 100 g⁻¹ de carboidratos (CARAMORI; LIMA; FERNANDES, 2004). A farinha de jatobá-do-cerrado apresenta alto teor de fibra alimentar (54 g. 100 g⁻¹) (SILVA et al., 2001). A polpa de buriti contém baixo teor lipídico (4 g. 100 g⁻¹), porém com elevado teor de ácido oléico (73 g. 100 g⁻¹) (TAVARES et al., 2003).

Em relação ao baru, sua amêndoa é fonte significativa de lipídios (38 g. 100 g⁻¹) e de proteínas (24 g. 100 g⁻¹), o que a destaca em relação aos demais frutos apresentados, estando equiparada apenas à amêndoa de pequi. Contém também carboidratos (16 g. 100 g⁻¹) e fibras (13 g. 100 g⁻¹), e seu valor calórico total é de 502 kcal. 100 g⁻¹ (TAKEMOTO et al., 2001), sendo então uma espécie promissora para cultivo (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004).

2.4 BARUEIRO

O barueiro pertence à família Fabaceae, sendo a única espécie Dipteryx encontrada no Cerrado (SOARES et al., 2008). Apresenta ampla distribuição no Brasil, sendo observado nos estados de Goiás, Minas Gerais, Distrito Federal, São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Além do Brasil, é encontrado no Paraguai (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004).

A planta é hermafrodita, com até 15 m de altura, tronco podendo atingir 70 cm de diâmetro e copa medindo de 6 a 8 m de diâmetro, densa e arredondada. A floração do barueiro ocorre de novembro a fevereiro, e sua frutificação, de julho a outubro, variando conforme a localidade. O fruto do barueiro tem de 5 a 7 cm de comprimento por 3 a 5 cm de diâmetro, de cor marrom-claro, e é uma drupa que apresenta epicarpo lenhoso coriáceo, mesocarpo de polpa escura e esponjosa e endocarpo lenhoso envolvendo uma semente (amêndoa) elíptica. Cada fruto contém uma única amêndoa, de cor marrom-clara ou marrom-escura, com cerca de 2,0 a 2,5 cm de comprimento e pesando cerca de 1,5 g (SILVA et al., 1994; SILVA; MELO; FERNANDES, 2008).

A dispersão dos frutos pode ocorrer por gravidade (curta distância) ou por meio de animais, principalmente por morcegos (longas distâncias) (SOARES et al., 2008). O nome popular do fruto varia de acordo com o local, sendo que nos estados de Goiás, Tocantins, Minas Gerais e no Distrito Federal é conhecido como baru. Já em São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso de Sul é denominado de cumaru ou cumbaru. É chamado também por outros nomes como barujó, castanha-de-burro, castanha-de-ferro, coco-feijão, cumaru-da-folha-grande, cumarurana, cumaru-roxo, cumaru-verdadeiro, cumbaru, emburena-brava, feijão-coco, fruta-de-macaco, meriparagé ou pau-cumaru. No exterior é conhecido como *tonka beans* (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004).

A produção de frutos por barueiro pode chegar a 5000 unidades, porém possui safra intermitente, com variações bruscas de intensidade de produção de frutos, tanto de um ano para o outro quanto entre árvores. As variações na produção de frutos foram observadas em árvores distribuídas em Cerrado nativo e em pastagens, sendo a produção de frutos maior nas áreas de pastagens (CENTRAL DO CERRADO, 2008).

2.4.1 Características físicas do fruto

Botezelli, Davide e Malavasi (2000), ao estudarem as características físicas dos frutos e amêndoas de barueiro de quatro procedências diferentes do estado de Minas Gerais (Brasilândia, Capinópolis, Curvelo e Jequitai), verificaram que, em relação ao comprimento do fruto, houve diferenças significativas entre os frutos de Curvelo, sendo estes os menores, em relação aos das demais regiões. Na largura e espessura total dos frutos, todas as procedências diferiram estatisticamente entre si. As amêndoas seguiram o mesmo padrão de dimensões dos frutos, ou seja, as de maior comprimento e largura foram também as de maior peso. Portanto, os autores concluíram que existem diferenças nas características físicas de frutos e amêndoas de baru procedentes de diferentes regiões.

Corrêa et al. (2000) também pesquisaram características físicas do fruto de barueiro em três regiões distintas, de ocorrência natural da planta, no estado de Goiás, correspondendo às regiões do Mato Grosso Goiano, do Norte/Nordeste e da Estrada de Ferro. Os autores verificaram que a massa dos frutos da região Norte/Nordeste diferiu estatisticamente das outras regiões. Quanto ao comprimento e largura dos frutos, houve variação significativa das dimensões entre as plantas das três regiões. Os autores constataram que existem diferenças nas características físicas de frutos das plantas de regiões diferentes e entre plantas da mesma região. Porém, uma mesma planta produz frutos uniformes. A maior variabilidade foi observada entre plantas dentro da mesma região.

Em sua pesquisa, Freitas (2009) observou que plantas de baru da região Oeste do estado de Goiás apresentaram variabilidade significativa das características físicas de seus frutos e amêndoas. Houve diferença estatística na massa, comprimento e largura dos frutos e amêndoas entre todas as plantas estudadas.

2.4.2 Composição química do fruto

A composição química da amêndoa de baru torrada, oriundo de plantas da região Sudeste do estado de Goiás foi estudada por Fernandes (2007). Os resultados desta pesquisa mostraram que a amêndoa apresenta baixa umidade ($3,7 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e altos níveis de proteína ($26,0 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e lipídios ($40,3 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), o que indica que é uma boa fonte de energia.

Togashi e Sgarbieri (1995) também avaliaram a composição química de amêndoas de baru, porém cruas, provenientes da região Leste do estado de Goiás. Estas apresentaram como componentes mais abundantes (em base seca): lipídios ($40,3 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), proteínas ($29,6 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e fibras alimentares ($19,0 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Quanto à composição em ácidos graxos do óleo da amêndoa, predominaram os ácidos oléico ($44,5 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e linoléico ($31,7 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), com $78,5 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de ácidos graxos insaturados, o que torna o óleo da amêndoa de baru qualitativamente semelhante ao óleo de amendoim (TOGASHI; SGARBIERI, 1994).

Resultados similares foram encontrados no estudo realizado por Takemoto et al. (2001), com amêndoa de baru (crua) proveniente da região Leste do estado de Goiás. A amêndoa apresentou lipídeos altamente insaturados ($81,2 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), principalmente por causa da predominância dos ácidos graxos oléico ($50,4 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e linoléico ($28,9 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), este último considerado essencial. Segundo os autores, os valores de lipídios encontrados se enquadram na faixa aplicada para óleo de amendoim, o que sugere sua possível utilização na alimentação humana. Além disso, este perfil de lipídios se assemelha ao de outras sementes comestíveis, como a castanha-do-pará e castanha-de-caju, que se caracterizam por possuírem

estes dois ácidos graxos como componentes principais (VENKATACHALAM; SATHE, 2006).

No que se refere aos minerais da amêndoa, foram caracterizados: cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). Dentre os macrominerais, o potássio exibiu maior concentração (827,0 mg. 100 g⁻¹), seguido do fósforo (358,0 mg. 100⁻¹), e em menor destaque o magnésio (178,0 mg. 100⁻¹) e o cálcio (140,0 mg. 100⁻¹). Quanto aos microelementos, o de maior proporção foi manganês (4,9 mg. 100 g⁻¹), sendo os seguintes valores para os demais: 4,2 mg. 100⁻¹ para o ferro; 4,1 mg. 100⁻¹ para o zinco e 1,4 mg. 100⁻¹ para o cobre (TAKEMOTO et al., 2001). Valores semelhantes foram encontrados por Fernandes (2007), que concluíram que a amêndoa de baru torrada tem teor considerável de cálcio (129,8 mg. 100⁻¹) e é rica em ferro (4,9 mg. 100⁻¹) e zinco (4,7 mg. 100⁻¹).

Quanto à polpa de baru, esta apresenta elevado teor de carboidratos (63,2 g. 100 g⁻¹), com maior proporção de amido, e pouca quantidade de lipídeos (4,1 g. 100 g⁻¹), proteínas (5,0 g. 100 g⁻¹) e fibras (5,7 g. 100 g⁻¹), com valor calórico total de 309,9 kcal. 100 g⁻¹. Com relação aos minerais, a polpa apresenta maior concentração de potássio (572,0 mg. 100 g⁻¹) e cobre (3,5 mg. 100 g⁻¹) (VALLILO; TAVARES; AUED, 1990).

Em outro estudo com polpa de baru, realizado por Togashi e Sgarbieri (1994), os componentes principais encontrados foram: fibras insolúveis (28,2 g. 100 g⁻¹), açúcares (20,4 g. 100 g⁻¹) e amido (38,0 g. 100 g⁻¹). Porém, apresentou ainda proteínas (5,6 g. 100 g⁻¹), lipídeos (3,5 g. 100 g⁻¹) e fibras solúveis (1,3 g. 100 g⁻¹).

Em relação aos fatores antinutricionais, apenas Togashi e Sgarbieri (1994) realizaram análises destas substâncias, sendo pesquisados taninos, fitatos, atividade hemaglutinante e atividade do inibidor de tripsina na polpa e amêndoa de baru (crua e torrada). O teor de taninos na polpa foi elevado (3.112,0 mg. 100 g⁻¹), enquanto sua presença não foi detectada na amêndoa. Os valores de fitato foram considerados baixos, tanto na polpa (0,3 g. 100 g⁻¹) quanto na amêndoa crua (0,2 g. 100 g⁻¹) e torrada (0,1 g. 100 g⁻¹). Não foi detectada atividade hemaglutinante na polpa e na amêndoa (crua ou torrada). A atividade antitripsina foi considerada alta apenas na amêndoa crua (38,6 UTI mg. amostra⁻¹), porém a torração da amêndoa foi suficiente para inativação do inibidor de tripsina.

Assim, a amêndoa de baru constitui um alimento com alta densidade de nutrientes, sendo seu consumo recomendável para a alimentação humana.

2.4.3 Qualidade protéica da amêndoa de baru

Quanto às características das proteínas, segundo Togashi e Sgarbieri (1994), a amêndoa de baru oriunda da região Leste do estado de Goiás apresentou deficiência acentuada nos aminoácidos essenciais sulfurados, metionina e cisteína (Escorre de Aminoácidos Essenciais - EAE de 35%). Esses dados mostram que a amêndoa de baru tem deficiência superior à proteína do feijão (EAE de 76%), leguminosa herbácea, deficiente apenas em aminoácidos sulfurados (FAO, 1970). Resultados distintos foram encontrados por Fernandes (2007), em amêndoas de barueiros da região Sudeste do estado de Goiás, que apresentaram deficiência em lisina (EAE de 64% a 80%) e, outras plantas da mesma região, deficiência em aminoácidos sulfurados (EAE de 80% a 85%). Freitas (2009) encontrou resultados semelhantes em barueiros da região Oeste do estado de Goiás, enquanto algumas plantas apresentaram deficiência em lisina (EAE de 43% a 72%), outras plantas, da mesma região, apresentaram deficiência nos aminoácidos sulfurados (EAE de 78% a 90%). Portanto, os resultados das pesquisas são divergentes e sugerem que a deficiência da amêndoa de baru da região Sudeste seja a menor das três regiões.

No que se refere à qualidade protéica, a amêndoa de baru oriunda da região Oeste do estado de Goiás apresentou qualidade de 45%, segundo os resultados do índice *Relative Net Protein Ratio* (RNPR) (FREITAS, 2009), e a amêndoa oriunda da região Leste do estado de Goiás, qualidade protéica de 47%, segundo os resultados de *Relative Protein Efficiency Ratio* (PER relativo) (TOGASHI; SGARBIERI, 1995). No caso da região Sudeste, sua qualidade protéica foi destacada em relação às demais regiões, pois seu RNPR foi de 74% (FERNANDES, 2007), ou seja, bem superior à qualidade protéica das amêndoas oriundas das regiões Oeste e Leste.

Na pesquisa de Freitas (2009), a coleta de baru foi realizada no ano de 2007 e, na pesquisa de Fernandes (2007), a coleta de baru foi feita no ano de 2006. Nas duas pesquisas, o ensaio biológico foi conduzido com ratos machos, albinos, da linhagem Wistar, recém-desmamados. Para avaliar a qualidade protéica da amêndoa de baru utilizou-se os índices *Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score* (PDCAAS) e *Net Protein Ratio* (NPR). Em ambas as pesquisas, adotou-se o procedimento *pair feeding* para assegurar que a quantidade de dieta consumida não interferisse na utilização biológica das proteínas testadas. Na pesquisa de Togashi e Sgarbieri (1995), a coleta de baru foi realizada no ano de 1991, sendo usado o *Protein Efficiency Ratio* (PER) para a avaliação da qualidade protéica da amêndoa de baru. A dieta foi oferecida *ad libitum* para todos os grupos de animais, não havendo, portanto, controle na sua ingestão. Foi utilizado o mesmo tipo de animal das duas

pesquisas anteriores. Assim, as diferentes metodologias usadas parecem não explicar totalmente os resultados divergentes encontrados na qualidade protéica da amêndoa de baru. Isto sugere que as variações entre os dados obtidos nas pesquisas (FERNANDES, 2007; FREITAS, 2009; TOGASHI; SGARBIERI, 1995) possam ter ocorrido devido às diferentes regiões de coleta.

2.4.4 Importância nutricional da amêndoa de baru

A amêndoa de baru, juntamente com outras sementes comestíveis, como o amendoim e as nozes verdadeiras (amêndoas, avelãs, castanhas, nozes e pistaches) são de grande aceitação popular, têm características sensoriais agradáveis, apresentam atributos nutricionais relevantes, além de estarem relacionadas a benefícios à saúde. Estudos mostram uma relação entre o consumo elevado desses alimentos e a redução do risco de doenças cardiovasculares e de alguns tipos de câncer como o de próstata, esôfago, estômago, cólon e reto (VENKATACHALAM; SATHE, 2006; YANG, 2009)

Os benefícios à saúde estão relacionados com a composição nutricional das sementes comestíveis e nozes verdadeiras, que contém teores elevados de lipídios e de proteínas. Apresentam também um perfil de aminoácidos essenciais que atende a maior parte das necessidades de escolares e adultos. Além disso, são fontes de outros nutrientes e substâncias com propriedades de alegação à saúde (funcionais). Dentre eles destacam-se o perfil de ácidos graxos, o conteúdo considerável de fitoesteróis, os altos teores de vitamina E e de selênio e, em alguns casos, de fibra alimentar, especialmente de fibra insolúvel (FREITAS; NAVES, 2009).

No caso específico da amêndoa de baru, Freitas (2009) recomenda seu uso potencial como substituto ou associada às nozes verdadeiras em diversas preparações culinárias como bolos, paçocas e biscoitos, bem como em formulações industrializadas, a fim de enriquecer seu valor nutricional. Soares Júnior et al. (2007) avaliaram a preferência sensorial e a composição química de biscoitos *cookie* formulados com diferentes teores de farinha de amêndoa de baru em substituição à farinha de trigo e à fécula de mandioca. Os autores concluíram que a adição de 8% de farinha de amêndoa de baru melhorou a qualidade nutricional do biscoito e não interferiu na preferência sensorial dos consumidores. O uso da amêndoa e da polpa de baru também foi testado na formulação de barras de cereais, que foram avaliadas quanto à aceitabilidade, por consumidores potenciais do produto. Os resultados mostraram que as barras de cereais têm boa aceitação e que podem ser elaboradas com amêndoa e polpa de baru em substituição à ingredientes tradicionais (COSTA; LIMA, 2009).

2.4.5 Uso e mercado

Tanto a polpa quanto a amêndoa de baru são comestíveis. O sabor da amêndoa é agradável e lembra o gosto do amendoim, porém é mais suave. A amêndoa é consumida de variadas formas, como por exemplo, torrada, ou em preparações culinárias como doces, pé-de-moleque, paçoca, rapadura, cajuzinho, bombom, pão e panetone, e em bebidas alcoólicas como licor, entre outros usos. Em qualquer receita, a amêndoa pode substituir a castanha-de-caju, amendoim ou nozes, sendo uma alternativa interessante, que pode ser usada em preparações culinárias em restaurantes e difundida no mercado externo, grande consumidor de nozes (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004).

A polpa do baru é consumida fresca ou na forma de doces, geléias e licores, e ainda pode ser utilizada na fabricação de sorvetes. Quando incluída no bolo, sua coloração torna-se escura, aparentando chocolate (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004). Alguns produtos da amêndoa de baru são processados e comercializados na cidade de Pirenópolis - GO, como paçoquinha, barra de cereal e bolo. Em 1988 foi publicado um livro de receitas de Pirenópolis que explica como fazer pratos típicos usando a amêndoa de baru, assim como outros frutos do cerrado (SLOW FOOD BRASIL, 2008).

A amêndoa de baru pode ser utilizada para extrair o óleo, que é usado como tempero e aromatizante de fumo, na tabacaria. Este é muito fino, com 81% de insaturação, e alto teor de ácido oléico e linoléico comparável ao de oliva, portanto, com potencial de uso na culinária. Óleos com esse perfil de insaturações são usados na indústria alimentícia, farmacêutica, como lubrificantes para equipamentos, cosméticos e intermediários químicos (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004).

Além da apreciação pelo ser humano, os frutos também são consumidos por vários mamíferos silvestres como morcegos, macacos, roedores e até mesmo pelo gado, que mastiga a polpa e devolve as sementes envolvidas pelo endocarpo duro (SANO; VIVALDI; SPEHAR, 1999).

Há cerca de vinte anos o baru vem sendo estudado a fim de possibilitar sua comercialização de forma direcionada, e não apenas extrativista. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) descobriu, por exemplo, que o barueiro é uma planta indicada para as empresas de reflorestamento, por ser uma árvore de crescimento rápido e pela qualidade e resistência de sua madeira (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002). Além disso, a madeira do barueiro pode ser utilizada pelo setor de construções e ser útil na fabricação estacas, cercas, postes, moirões e dormentes (SLOW FOOD BRASIL, 2008). O resíduo de

baru (endocarpo) também é aproveitado, pois dele obtém-se o carvão ecológico (SILVA; EGITO, 2005).

Em Pirenópolis – GO, uma usina de beneficiamento de baru está elaborando produtos, como a amêndoa torrada, e subprodutos, como a polpa e o carvão, que agregam valor e qualidade de vida a todos os envolvidos no processo de coleta, produção e comercialização. Esta iniciativa é denominada Projeto Baru, desenvolvido pelo Centro de Estudos e Exploração Sustentável do Cerrado (CENESC), com o objetivo de valorizar o Cerrado e seus povos, em especial os extrativistas. O CENESC é uma organização não governamental, sem fins lucrativos, que reúne extrativistas, conhecedores tradicionais, proprietários de terras, assentados, ambientalistas, profissionais de várias áreas, pesquisadores e demais interessados na implementação e experimentação de técnicas sustentáveis de uso dos recursos naturais do cerrado, com vista à sua conservação (CENTRAL DO CERRADO, 2008).

O CENESC também está desenvolvendo, em parceria com a Associação de Desenvolvimento Comunitário do Caxambu - MG (ADCC), outro projeto denominado Fortaleza da Castanha de Baru. A iniciativa envolve cinco famílias na coleta, processamento e venda da amêndoa na região de Caxambu. O objetivo é reforçar as infra-estruturas necessárias para o processamento da amêndoa de baru e sua promoção local e internacional. Este projeto tem o auxílio da Slow Food Brasil, uma associação internacional sem fins lucrativos, fundada como resposta aos efeitos padronizantes do *fast food*; ao ritmo frenético da vida atual; ao desaparecimento das tradições culinárias regionais; ao decrescente interesse das pessoas na sua alimentação, na procedência e sabor dos alimentos e em como a escolha alimentar pode afetar o mundo (SLOW FOOD BRASIL, 2008).

Além desses projetos, foi constituída a Rede de Comercialização Solidária de Agricultores Familiares e Extrativistas do Cerrado, em 2000, que são agricultores familiares localizados em 37 municípios dos estados de Goiás, Minas Gerais e Bahia. A Rede tem o objetivo de valorizar as riquezas locais de modo que a cultura e seus produtos possam ser acessíveis. Entre os alimentos comercializados pela Rede estão a amêndoa de baru torrada, o biscoito e a granola de baru. A respeito da produção de baru, dados mostram que em 2003 participaram da rede 18 municípios com 550 famílias, produzindo um total de 321.140 kg do fruto (SILVA; EGITO, 2005).

Assim, o barueiro e seu fruto apresentam variadas formas de uso e comercialização que despertam interesse, além de grande potencial cultivo, pois têm boa produtividade e germinação das sementes, bem como crescimento rápido. É um produto de fácil armazenamento e com pouca incidência de pragas e doenças (SANO; RIBEIRO; BRITO,

2004). Porém, seu cultivo e extração devem ser realizados de forma consciente para que não ocorra extinção da espécie e danos à biodiversidade do bioma do cerrado.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência de diferentes regiões (Leste, Oeste e Sudeste) do estado de Goiás na composição nutricional e na qualidade protéica da amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.) torrada, produzida no ano de 2008.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar fisicamente os frutos e amêndoas de baru, das diferentes regiões.
- Analisar a composição centesimal da amêndoa de baru, torrada, das diferentes regiões.
- Quantificar o teor de alguns minerais da amêndoa de baru, torrada, das diferentes regiões.
- Determinar o perfil de aminoácidos, o escore químico de aminoácidos essenciais, a digestibilidade verdadeira e a qualidade protéica da amêndoa de baru, torrada, das diferentes regiões.
- Comparar as características físicas, a composição nutricional e a qualidade protéica da amêndoa de baru, torrada, procedente de plantas de diferentes regiões do estado de Goiás.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 COLETA DOS FRUTOS E OBTENÇÃO DA AMÊNDOA

Os frutos do barueiro foram coletados no mês de agosto de 2008 em três regiões distintas do estado de Goiás: região Leste (15°52'21'' a 16°00'09'' de latitude sul e 48°56'44'' a 49°04'25'' de longitude oeste de Greenwich), Oeste (16°51'32'' a 17°01'22'' de latitude sul e 50°09'43'' a 50°32'14'' de longitude oeste de Greenwich), e Sudeste (16°42'41'' a 16°47'58'' de latitude sul e 48°10'21'' a 48°14'05'' de longitude oeste de Greenwich). As coordenadas geográficas de cada uma das plantas encontram-se no Apêndice A e a representação dessas coordenadas no mapa do estado de Goiás, no Apêndice B. Estas regiões foram escolhidas porque apresentam elevada ocorrência natural de barueiros e por serem regiões estudadas anteriormente em pesquisas sobre a qualidade nutricional da amêndoa de baru (FERNANDES, 2007; FREITAS, 2009; TOGASHI; SGARBIERI, 1995).

Em cada região foram selecionados aleatoriamente seis barueiros e coletados em média 150 frutos por planta, recém-caídos ou que estavam no solo em perfeitas condições. Na coleta, foram observados os aspectos externos, ou seja, se os frutos estavam inteiros, sem muita sujidade e sem ataque de insetos. Após a coleta, os barus foram acondicionados em sacos de algodão, devidamente identificados, com os registros da data da coleta e da região, e em seguida foram levados para a Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás (Fanut/UFG). Os frutos foram submetidos a um período de pós-maturação, ficando armazenados por no mínimo 60 dias à sombra, em temperatura ambiente, sobre superfície plana e em camada única (CORRÊA et al., 2000), para que a amêndoa se soltasse com facilidade do endocarpo lenhoso. Após o armazenamento, as amêndoas foram retiradas dos frutos, conforme a seguinte técnica: deposição do fruto inteiro sobre superfície plana de ferro, seguida de golpes de martelo até rompimento do endocarpo, tendo o cuidado para não danificar as amêndoas. Em seguida, as amêndoas foram armazenadas a -18 °C em sacos de polipropileno, devidamente etiquetados, até o momento do preparo da farinha da amêndoa de baru. No Apêndice C encontram-se fotos com exemplos de frutos e amêndoas de baru, das seis árvores, de cada uma das três regiões.

4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO FRUTO E DA AMÊNDOA

A caracterização física dos frutos de baru ocorreu após o período de armazenamento, antes da retirada das amêndoas. Para cada uma das seis plantas das três regiões, foram selecionados 20 frutos (os mais homogêneos), a fim de proceder as avaliações, sendo que os mesmos foram medidos separadamente por planta.

Os frutos de baru foram mensurados em relação à massa em balança analítica Sartorius (BP 210 S), e dimensões (comprimento e largura) com auxílio de paquímetro metálico da marca TGM Turbinas. Posteriormente, os mesmos foram quebrados, por meio da técnica descrita anteriormente, para obtenção das amêndoas. As amêndoas foram caracterizadas morfológicamente, com relação à massa, comprimento e largura, com os mesmos equipamentos utilizados para os frutos. Para fruto e amêndoa, o comprimento foi obtido na região de inserção do pedúnculo à parte oposta a este, e a largura foi determinada na altura média (Apêndice D). O comprimento e a largura, medidos em (cm), foram convertidos em (mm) para facilitar a comparação com dados da literatura. As amêndoas deformadas, que não se desenvolveram ou que estavam com fungos, foram descartadas.

O rendimento da massa da amêndoa em relação à massa do fruto, também foi avaliado por meio da seguinte fórmula:

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{massa da amêndoa (g)}}{\text{massa do fruto (g)}} \times 100$$

4.3 PREPARO DA FARINHA DA AMÊNDOA DE BARU

As amêndoas de baru foram descongeladas sob refrigeração a ± 5 °C por 12 horas, torradas em forno elétrico doméstico a 140 °C durante 30 min e descascadas manualmente. Em seguida, as amêndoas foram trituradas em multiprocessador doméstico até obtenção de uma farinha bem fina e peneirada em tamis 60 mesh (no Apêndice E estão expostas fotos das amêndoas torradas, descascadas e trituradas). As farinhas obtidas foram acondicionadas em sacos de polipropileno, devidamente etiquetados e armazenados sob refrigeração até o momento em que foram realizadas as análises químicas e o preparo das dietas para o ensaio biológico. As amêndoas foram torradas, pois é dessa forma que são consumidas pela população, e para inativar possíveis fatores antinutricionais (TOGASHI; SGARBIERI, 1994).

4.4 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA AMÊNDOA DE BARU

A caracterização química da amêndoa de baru torrada compreendeu a determinação da composição centesimal, a quantificação de alguns minerais e a análise do perfil de aminoácidos, na mistura das farinhas das amêndoas das seis árvores, de cada uma das três regiões.

4.4.1 Composição centesimal

A composição centesimal foi determinada por meio das seguintes análises, em três replicatas: umidade e sólidos totais, conforme técnica descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2005); nitrogênio total, segundo método 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 determinado por gravimetria; resíduo mineral fixo, por incineração em mufla a 550 °C (AOAC, 1990); e fibra alimentar total (solúvel e insolúvel), segundo técnica enzimática-gravimétrica (AOAC, 1990). Os carboidratos foram estimados por diferença, subtraindo-se de cem os valores obtidos para umidade, proteínas, lipídios, resíduo mineral fixo e fibra alimentar. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Análise de Alimentos da Fanut/UFG, exceto as análises de fibra alimentar, que foram realizadas no Laboratório de Pesquisa e Consultoria (LABM, Belo Horizonte). O valor energético da amêndoa foi estimado a partir dos dados de composição centesimal, considerando-se os fatores de conversão de Atwater de 4 kcal para proteína e carboidrato, e 9 kcal para lipídio (MERRIL; WATT, 1973).

4.4.2 Análise de minerais

Foram caracterizados e quantificados os seguintes minerais, em triplicata: cálcio (Ca), ferro (Fe), sódio (Na) e zinco (Zn). As cinzas das amostras foram solubilizadas com HCl concentrado (P.A). Os minerais Ca, Fe e Zn foram caracterizados e quantificados nas amostras por meio de espectrofotometria de absorção atômica (espectrômetro Perkin Elmer, modelo Analyst-200). Utilizou-se os parâmetros instrumentais (lâmpada, comprimento de onda, corrente da lâmpada e largura da fenda) específicos para cada nutriente. O Na foi analisado no mesmo equipamento, porém no modo de emissão (AOAC, 1990). As análises foram realizadas no Laboratório da Superintendência de Geologia e Mineração - GO.

4.4.3 Perfil de aminoácidos

A análise do perfil de aminoácidos foi realizada no Centro de Química de Proteínas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP), em duplicata. Para a quantificação dos aminoácidos (exceto triptofano), as amostras foram submetidas à hidrólise ácida de proteínas e peptídios com solução aquosa de ácido clorídrico 6 N, bidestilado a 104 °C, contendo 0,1% de fenol (m/v). Após obter o hidrolisado, as amostras foram secas em concentrador rotativo e ressuspensas em solução tampão de citrato de sódio 0,17 M, 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 4 N (LUCAS; 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.

Os resultados dessas análises permitiram estimar o escore químico de aminoácidos essenciais (EAE). O EAE 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), segundo a fórmula a seguir:

$$\text{EAE} = \frac{\text{mg do aminoácido em 1 g de proteína teste}}{\text{mg do aminoácido da necessidade padrão}} \times 100$$

4.5 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE PROTÉICA DA AMÊNDOA DE BARU

4.5.1 Avaliação biológica

No ensaio biológico foram utilizados ratos machos, albinos, da linhagem Wistar, recém-desmamados, com peso entre 42 g e 58 g. Os ratos foram distribuídos aleatoriamente em grupos, segundo o delineamento por blocos casualizados, contendo seis tratamentos (grupos) e seis repetições (animais). As dietas (tratamentos) foram formuladas de acordo com

a recomendação do *American Institute of Nutrition* para crescimento (AIN-93G) (REEVES; NIELSEM; FAHEY JÚNIOR, 1993), modificado para 10% de proteína, sendo:

- dieta com caseína e 7% de lipídios (dieta referência – CAS₇);
- dieta com caseína e 14% de lipídios (dieta controle – CAS₁₄);
- dieta com farinha da amêndoa de baru da região Leste e 14% de lipídios (BARU_L);
- dieta com farinha da amêndoa de baru da região Oeste e 14% de lipídios (BARU_O);
- dieta com farinha da amêndoa de baru da região Sudeste e 14% de lipídios (BARU_S);
- dieta isenta de proteína (dieta aprotéica- AP).

A composição das dietas e os respectivos teores de proteínas, lipídios e valor energético total, estão apresentados na Tabela 1. O valor energético total foi calculado por meio dos fatores de conversão de 4, 4 e 9 para proteínas, carboidratos e lipídios, respectivamente (MERRIL; WATT, 1973). As dietas testes foram elaboradas com a mistura das farinhas das amêndoas de baru torrada, procedentes das seis plantas de cada região. As amostras não foram desengorduradas para preservar suas características naturais. Portanto, foi incluído um grupo para o controle interno do experimento (grupo CAS₁₄), pois o mesmo tinha teor equivalente de lipídio dos grupos com farinha de amêndoa de baru (grupos BARU).

Dessa forma, como os valores de energia ficaram diferenciados entre as dietas experimentais e a de referência, adotou-se o procedimento *pair feeding* (MUGGIA-SULLAM et al., 1986). O *pair feeding* assegura que a quantidade consumida de dieta e o valor energético das mesmas não interfiram na utilização biológica das proteínas testadas. Para tanto, a dieta dos animais dos grupos contendo baru (BARU_L, BARU_O e BARU_S) foi oferecida *ad libitum* e para os demais grupos, foi fornecida a quantidade correspondente à média de ingestão dos grupos BARU, corrigido pelo valor energético, conforme fatores de conversão (FC) específicos: 1,0 para os grupos BARU, 1,09 para o grupo CAS₇ e 1,0 para o grupo CAS₁₄. A água filtrada foi fornecida *ad libitum*. O consumo de dieta foi monitorado diariamente e a pesagem dos animais foi realizada três vezes por semana.

Para elaborar as dietas, os ingredientes foram pesados em ordem crescente de peso em balança eletrônica (GEHAKA, BF 8000), e em seguida, misturados e passados em peneira doméstica. O óleo foi acrescentado por último, e a mistura foi peneirada por mais cinco vezes para homogeneização adequada. As dietas foram elaboradas em quantidades suficientes para todo o experimento, e acondicionadas em sacos de polipropileno, etiquetadas e armazenadas sob refrigeração a ± 5 °C.

Tabela 1. Composição das dietas usadas no ensaio biológico

Conteúdo (g.100g ⁻¹ de dieta)	Dieta ¹					
	CAS ₇	CAS ₁₄	BARU _L	BARU _O	BARU _S	AP
Ingrediente						
Caseína	11,98	11,98	-	-	-	-
BARU _L	-	-	31,72	-	-	-
BARU _O	-	-	-	32,26	-	-
BARU _S	-	-	-	-	33,18	-
L-cistina	0,20	0,20	-	-	-	-
Óleo de soja	6,66	13,66	1,35	0,37	0,19	7,00
Celulose ²	5,00	5,00	0,75	0,68	0,55	5,00
Mistura salina	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Mistura vitamínica	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Bitartarato de colina	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Amido de milho	71,41	64,41	61,43	61,94	61,33	83,25
Composição						
Proteína ³	10,46	10,48	9,45	9,64	9,78	0,60
Lipídio ³	6,87	13,73	14,63	13,79	13,59	6,67
VET (kcal) ⁴	414,35	448,65	453,15	448,95	447,95	413,35

¹ Segundo Reeves, Nielsen e Fahey Júnior (1993). CAS₇ – caseína com 7% de lipídios (referência); CAS₁₄ – caseína com 14% de lipídios (controle); BARU_L – amêndoa de baru torrada da região Leste; BARU_O – amêndoa de baru torrada da região Oeste; BARU_S – amêndoa de baru torrada da região Sudeste; AP – aptotéica. Teor protéico da caseína = 83,5%.

² Para as dietas de baru, a celulose foi adicionada apenas para completar o teor de fibra da amêndoa de baru (TAKEMOTO et al., 2001).

³ Resultados das análises químicas das dietas formuladas.

⁴ Valor Energético Total das dietas.

Os animais foram mantidos no Laboratório de Nutrição Experimental (Lanute) da Fanut/UFG, durante 17 dias, sendo os três primeiros dias para adaptação à dieta e às condições ambientais, e 14 dias de experimento, em gaiolas individuais de aço galvanizado. As condições ambientais foram assim padronizadas: ciclo de luz 12 h claro e 12 h escuro, temperatura média de 22 °C e umidade média de 60%, com trocas frequentes de ar. Todo o ensaio biológico foi conduzido de acordo com os princípios éticos preconizados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (NRC, 2004), e o protocolo experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Goiás (Protocolo n° 153/2008).

4.5.2 Digestibilidade da proteína

A digestibilidade verdadeira (Dv) das fontes protéicas foi determinada pela obtenção da quantidade de nitrogênio ingerida pelos animais (I), a quantidade de nitrogênio excretado nas fezes pelo grupo de animais com dieta protéica (F) e a quantidade de nitrogênio fecal metabólico (endógeno), que corresponde ao nitrogênio excretado nas fezes pelo grupo de

animais com dieta aprotéica (Fk). Assim, a digestibilidade foi calculada pela seguinte fórmula, conforme FAO (1991):

$$Dv (\%) = \frac{I - (F - Fk)}{I} \times 100$$

Para a determinação do nitrogênio fecal, as dietas foram marcadas com índigo carmim P.A. (50 mg. 100 g⁻¹ de dieta) e as fezes coletadas do 8º ao 14º dia de experimento. As fezes coletadas foram acondicionadas em recipientes apropriados e individuais para cada animal, e mantidas sob condições de refrigeração a ±5 °C. Posteriormente, as fezes foram secas em estufa simples a 100 °C, por 24 horas, depois resfriadas em dessecador, pesadas e então trituradas em moinho de rotor, da marca Fritsch, para determinação do teor de nitrogênio, pelo método de micro-Kjeldahl (AOAC, 1990).

4.5.3 Determinação da qualidade protéica

A qualidade protéica da amêndoa de baru torrada foi avaliada pelos índices *Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score* (PDCAAS) e *Net Protein Ratio* (NPR). O PDCAAS considera dois parâmetros na avaliação da qualidade protéica, isto é, a digestibilidade e a capacidade da proteína em suprir as necessidades de aminoácidos essenciais de humanos. É determinado por meio do produto da Dv pelo EAE (FAO, 1991), conforme a seguir:

$$PDCAAS (\%) = (Dv \times EAE) / 100$$

O NPR foi determinado no 14º dia de experimento, levando-se 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 (PELLETT; YOUNG, 1980), correspondendo à fórmula:

$$NPR = \frac{\text{ganho de peso (grupo teste)} + \text{perda de peso (grupo aprotéico)}}{\text{proteína ingerida (grupo teste)}}$$

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

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 de erro). Os cálculos estatísticos foram feitos utilizando-se o programa Statistica-Stat Soft Inc. 1984-2007 (Tulsa, EUA).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO FRUTO E DA AMÊNDOA

Em relação às características físicas, observou-se variabilidade significativa da massa e das dimensões dos frutos e das amêndoas de baru, ao se comparar as plantas em uma mesma região (Tabela 2). Estes dados reforçam os resultados de trabalhos anteriores que detectaram diferenças entre frutos e amêndoas de baru em uma mesma subpopulação de barueiros (CORRÊA et al. 2000; SANO; VIVALDI; SPEHAR, 1999). É relevante mencionar que dentre todas as plantas pesquisadas da região Oeste, a planta 1 apresentou frutos com massa e dimensões significativamente superiores aos das demais plantas dessa região (Tabela 2), fato que reforça a variabilidade entre plantas. Em relação à massa dos frutos, considerando as três regiões, houve variação entre 20,53 g e 50,87 g. Quanto à massa das amêndoas, analisando as três regiões, a variação observada foi entre 1,03 g e 1,73 g.

Ao se comparar as três regiões, notou-se que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) em nenhum dos parâmetros físicos avaliados, tanto para frutos, quanto para amêndoas. Os resultados desse estudo divergem da pesquisa de Corrêa et al. (2000), que observaram diferenças em plantas de baru entre regiões, para todas as variáveis testadas (massa e dimensões).

Para o rendimento das amêndoas (Tabela 2), também não houve diferença significativa entre as três regiões estudadas, mas houve variabilidade do rendimento entre as plantas em uma mesma região. Ressalta-se que o rendimento de amêndoa da planta 4 da região Sudeste (7,62%) foi superior ao das demais regiões, seguido pelo rendimento da planta 2 da região Leste (5,67%) e da planta 5 da região Sudeste (5,47%). As demais plantas apresentaram rendimento de amêndoa variando entre 3,04% e 4,98%. De forma geral, frutos maiores apresentaram amêndoas maiores, como a planta 1 da região Oeste. Contudo, alguns frutos menores apresentaram maior rendimento em amêndoa, por exemplo, os da planta 4 da região Sudeste (Tabela 2).

Tabela 2. Características físicas de frutos e amêndoas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) e rendimento em amêndoa de plantas de três regiões do estado de Goiás, no ano de 2008¹

Região	Planta	Fruto			Amêndoa			Rendimento em amêndoa (%)
		massa (g)	comprimento (mm)	largura (mm)	massa (g)	comprimento (mm)	largura (mm)	
Leste	1	35,90 ± 11,53 ^a	55,78 ± 7,32 ^b	42,89 ± 6,69 ^{a,b}	1,73 ± 0,27 ^a	26,46 ± 1,66 ^b	12,00 ± 0,73 ^a	4,24 ± 0,46 ^b
	2	20,53 ± 3,00 ^b	51,44 ± 2,35 ^c	36,85 ± 2,84 ^c	1,16 ± 0,12 ^c	25,07 ± 1,19 ^c	10,34 ± 0,50 ^b	5,67 ± 0,59 ^a
	3	33,79 ± 4,98 ^a	54,90 ± 3,34 ^{b,c}	40,64 ± 2,43 ^b	1,43 ± 0,10 ^b	26,83 ± 0,91 ^b	11,37 ± 0,24 ^a	4,13 ± 0,40 ^b
	4	37,56 ± 6,09 ^a	61,19 ± 3,83 ^a	40,62 ± 2,95 ^b	1,45 ± 0,19 ^b	28,93 ± 1,65 ^a	10,56 ± 0,49 ^b	3,90 ± 0,32 ^b
	5	24,11 ± 2,76 ^b	51,87 ± 3,02 ^{b,c}	36,37 ± 2,51 ^c	1,03 ± 0,11 ^c	24,34 ± 0,82 ^c	10,44 ± 0,47 ^b	4,14 ± 0,25 ^b
	6	33,27 ± 5,80 ^a	63,19 ± 3,70 ^a	44,21 ± 2,38 ^a	1,39 ± 0,15 ^b	29,27 ± 1,27 ^a	11,86 ± 0,67 ^a	4,25 ± 0,54 ^b
Média		30,86 ± 6,88 ^A	56,38 ± 4,81 ^A	40,26 ± 3,15 ^A	1,37 ± 0,24 ^A	26,82 ± 1,99 ^A	11,10 ± 0,74 ^A	4,39 ± 0,64 ^A
Oeste	1	50,87 ± 12,45 ^a	71,35 ± 2,89 ^a	53,67 ± 1,76 ^a	1,67 ± 0,27 ^a	28,36 ± 1,23 ^a	12,19 ± 1,15 ^b	3,04 ± 0,50 ^c
	2	24,83 ± 3,86 ^c	48,48 ± 2,65 ^d	38,01 ± 2,15 ^d	1,23 ± 0,14 ^b	24,90 ± 0,97 ^d	10,81 ± 0,79 ^c	4,98 ± 0,14 ^a
	3	26,62 ± 3,27 ^c	49,28 ± 2,72 ^d	37,57 ± 1,67 ^d	1,09 ± 0,12 ^b	25,13 ± 1,21 ^{c,d}	10,41 ± 0,51 ^c	4,10 ± 0,35 ^{c,d}
	4	36,62 ± 4,02 ^b	53,51 ± 2,59 ^c	46,75 ± 3,44 ^b	1,58 ± 0,14 ^a	26,23 ± 1,24 ^{b,c}	13,23 ± 0,82 ^a	4,34 ± 0,33 ^{b,c}
	5	30,72 ± 5,41 ^{b,c}	52,48 ± 2,83 ^c	39,56 ± 1,65 ^d	1,13 ± 0,17 ^b	24,98 ± 1,41 ^d	10,42 ± 0,77 ^c	3,61 ± 0,46 ^{d,e}
	6	33,64 ± 7,47 ^b	57,11 ± 3,72 ^b	42,55 ± 3,18 ^b	1,54 ± 0,21 ^a	26,34 ± 1,41 ^b	13,28 ± 1,07 ^a	4,75 ± 1,03 ^{a,b}
Média		33,88 ± 9,39 ^A	55,37 ± 8,42 ^A	43,03 ± 6,22 ^A	1,37 ± 0,25 ^A	25,99 ± 1,32 ^A	11,72 ± 1,35 ^A	4,14 ± 0,72 ^A
Sudeste	1	26,43 ± 5,00 ^b	52,53 ± 3,93 ^b	38,61 ± 3,64 ^b	1,31 ± 0,15 ^b	26,45 ± 1,27 ^b	10,63 ± 0,81 ^b	4,89 ± 0,55 ^{b,c}
	2	31,05 ± 3,86 ^a	55,73 ± 2,46 ^a	41,91 ± 1,46 ^a	1,46 ± 0,11 ^a	28,10 ± 1,19 ^a	12,07 ± 0,90 ^a	4,76 ± 0,42 ^{c,d}
	3	27,77 ± 6,15 ^{a,b}	50,89 ± 4,10 ^{b,c}	42,41 ± 3,48 ^a	1,29 ± 0,22 ^b	24,13 ± 1,55 ^{c,d}	10,81 ± 0,66 ^b	4,73 ± 0,76 ^{c,d}
	4	21,71 ± 4,67 ^c	50,55 ± 2,72 ^{b,c}	41,50 ± 2,23 ^a	1,62 ± 0,17 ^a	25,41 ± 0,80 ^{b,c}	11,98 ± 0,76 ^a	7,62 ± 1,26 ^a
	5	21,07 ± 4,90 ^c	51,07 ± 2,66 ^b	34,52 ± 1,85 ^c	1,12 ± 0,17 ^c	24,95 ± 1,27 ^c	9,76 ± 0,60 ^c	5,47 ± 1,03 ^b
	6	26,87 ± 2,93 ^{a,b}	48,10 ± 2,90 ^c	39,19 ± 1,35 ^b	1,12 ± 0,10 ^c	23,77 ± 1,19 ^d	10,91 ± 0,39 ^b	4,19 ± 0,34 ^d
Média		25,82 ± 3,80 ^A	51,48 ± 2,53 ^A	39,69 ± 2,96 ^A	1,32 ± 0,20 ^A	25,47 ± 1,60 ^A	11,03 ± 0,87 ^A	5,28 ± 1,22 ^A

¹ Valores constituem médias ± desvios-padrão de vinte repetições de cada planta. Médias com letras iguais (^{a,b,c,d,e}) na mesma coluna não apresentam diferenças significativas na mesma região. Médias com letra (^A) em uma mesma coluna não apresentaram diferenças significativas entre regiões (Teste de Tukey a 5% de probabilidade).

5.2 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DA AMÊNDOA DE BARU

5.2.1 Composição centesimal

Os resultados da análise da composição química centesimal das amêndoas de baru das três regiões do estado de Goiás encontram-se na Tabela 3. Como pode ser observado, as amêndoas de todas as regiões apresentaram baixa umidade, fato que já era esperado, uma vez que foram utilizadas amêndoas torradas. Fernandes (2007), ao estudarem amêndoas de baru torradas da região Sudeste do estado de Goiás, também encontraram baixa umidade (3,7 g. 100 g⁻¹). Porém, valores mais elevados foram relatados por Vallilo, Tavares e Aued (1990) (5,8 g. 100 g⁻¹), que analisaram amêndoas de baru provenientes do estado de São Paulo, e por Takemoto et al. (2001) (6,1 g. 100 g⁻¹), que avaliaram frutos de baru provenientes da região Leste do estado de Goiás, provavelmente porque nesses trabalhos a amêndoa de baru foi analisada crua.

Em relação às proteínas, foram observados valores elevados, de 30,9 g. 100 g⁻¹, não havendo diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amêndoas de baru das três regiões (Tabela 3). Valores similares foram relatados por Togashi e Sgarbieri (1994), que encontraram 29,6 g. 100 g⁻¹ de proteínas (base seca), em amêndoas de baru cruas da região Leste do estado de Goiás. Entretanto, Fernandes (2007) e Freitas (2009) relataram níveis um pouco menores de proteína (26,0 g. 100 g⁻¹ e 28,0 g. 100 g⁻¹, respectivamente) em relação aos encontrados no presente estudo. O estudo de Freitas (2009) foi conduzido com amêndoas de baru torradas da região Oeste do estado de Goiás.

Para lipídios, foram encontrados valores superiores (41,2 g. 100 g⁻¹) aos teores de proteínas, e não houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amêndoas de baru das três regiões estudadas (Tabela 3). Freitas (2009) referiu valores similares (42,7 g. 100 g⁻¹), enquanto Vera et al. (2009), relataram valores menores (33,3 g. 100 g⁻¹, em base seca), ao estudarem amêndoas de baru cruas de onze regiões do estado de Goiás. Porém, todos os resultados mostraram que a amêndoa de baru é rica em proteínas e lipídios e, portanto, em energia, com média de valor energético total de 531,8 kcal. 100 g⁻¹ (Tabela 3).

Destaca-se que as amêndoas das três regiões apresentaram conteúdo relevante de cinzas, de 3,0 g. 100 g⁻¹ (Tabela 3), o que indica um importante conteúdo mineral no alimento (Tabela 4). Togashi e Sgarbieri (1994) reportaram valores próximos aos deste estudo (2,8 g. 100 g⁻¹), corroborando com Freitas (2009), que observou teores de cinzas de 3,1 g. 100 g⁻¹.

Tabela 3. Composição centesimal aproximada e valor energético da amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.) torrada, de plantas de três regiões do estado de Goiás, no ano de 2008

Composição centesimal ¹	Região			Média ²
	Leste	Oeste	Sudeste	
	g. 100 g ⁻¹			
Umidade	3,32 ± 0,06 ^b	3,82 ± 0,15 ^a	3,58 ± 0,11 ^{a,b}	3,58 ± 0,24
Proteínas (N x 6,25)	31,62 ± 1,37 ^a	31,00 ± 0,96 ^a	30,14 ± 0,63 ^a	30,92 ± 1,10
Lipídios	39,88 ± 0,79 ^a	42,26 ± 1,88 ^a	41,62 ± 1,77 ^a	41,25 ± 1,72
Cinzas	3,07 ± 0,00 ^a	2,87 ± 0,01 ^c	3,00 ± 0,02 ^b	2,98 ± 0,09
Fibras alimentares	14,00 ± 0,00 ^a	11,13 ± 0,10 ^b	11,10 ± 0,20 ^b	12,08 ± 1,44
fibra solúvel	1,17 ± 0,20 ^b	1,10 ± 0,00 ^b	1,67 ± 0,20 ^a	1,31 ± 0,29
fibra insolúvel	12,83 ± 0,20 ^a	10,03 ± 0,10 ^b	9,43 ± 0,20 ^c	10,77 ± 1,58
Carboidratos	8,11	8,92	10,56	9,22
Valor energético (kcal)	517,84	540,02	537,38	531,81

¹ Valores constituem médias ± desvios-padrão de três replicatas de cada região, com exceção dos carboidratos, que foram estimados por diferença, e do valor energético, estimado por meio de fatores de conversão. Médias com letras iguais na mesma linha não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² Valores constituem médias ± desvios-padrão de nove replicatas (três de cada região), com exceção dos carboidratos, que foram estimados por diferença e do valor energético, estimado por meio de fatores de conversão.

A portaria n° 27, de 13 de janeiro de 1998 (BRASIL, 1998), regulamenta que alimentos que contenham no mínimo 6 g de fibra alimentar. 100 g⁻¹ de produto sólido podem ser considerados com alto teor desse nutriente. Assim, as amêndoas de baru das três regiões pesquisadas apresentaram alto teor de fibra alimentar, segundo a legislação brasileira, pois contêm aproximadamente o dobro (Tabela 3) do valor mínimo estabelecido na legislação. Houve diferença estatisticamente significativa entre o teor de fibras da região Leste em relação às demais regiões (Tabela 3). Quanto à literatura, Takemoto et al. (2001) obtiveram valores similares (13,4 g. 100 g⁻¹) aos encontrados no presente estudo, entretanto, valores superiores (19,0 g. 100 g⁻¹, em base seca) foram relatados por Togashi e Sgarbieri (1994).

Dentre as frações de fibras alimentares, observou-se concentração bem maior de fibra insolúvel em relação à solúvel (Tabela 3), o que também foi constatado por Takemoto et al. (2001) e Freitas (2009), que encontraram valores para fibras insolúveis de 10,9 g. 100 g⁻¹ e 13,4 g. 100 g⁻¹, respectivamente. As fibras insolúveis produzem alguns efeitos fisiológicos no organismo, por exemplo, aumentam o volume do bolo fecal, reduzem o tempo de trânsito no intestino grosso, e tornam a eliminação fecal mais fácil e rápida. Em contrapartida, as fibras solúveis aumentam a viscosidade do conteúdo intestinal e atuam na redução do colesterol plasmático. De forma geral, as fibras alimentares regularizam o funcionamento intestinal, o

que as tornam relevantes para a qualidade de vida das pessoas e no tratamento de várias patologias (MATTOS; MARTINS, 2000).

5.2.2 Minerais

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados da análise de minerais e a comparação desses valores com a Ingestão Diária Recomendada (IDR). Para todos os minerais analisados, não houve diferença estatística ($p < 0,05$) entre as três regiões estudadas, exceto para o cálcio. Em relação aos teores de cálcio, os valores encontrados no presente estudo foram semelhantes ao relatado por Fernandes (2007) ($129,8 \text{ mg. } 100 \text{ g}^{-1}$), porém superiores ao observado por Freitas (2009) ($93,6 \text{ mg. } 100 \text{ g}^{-1}$). Em contrapartida, os teores de ferro encontrados foram inferiores aos teores constatados por Fernandes (2007) e Freitas (2009) ($4,9 \text{ mg. } 100 \text{ g}^{-1}$ e $4,1 \text{ mg. } 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente). Para os teores de sódio e zinco (Tabela 4), foram observados valores superiores aos relatados por Vallilo, Tavares e Aued (1990), que foram de $3,3 \text{ mg. } 100 \text{ g}^{-1}$ e $1,0 \text{ mg. } 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente.

Tabela 4. Composição em minerais da amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.) torrada, de plantas de três regiões do estado de Goiás, no ano de 2008, e comparação com a Ingestão Diária Recomendada (IDR)

Mineral ¹	Região			Média ²
	Leste	Oeste	Sudeste	
 mg. 100 g ⁻¹			
Cálcio	132,52 ± 2,41 ^a	118,81 ± 5,81 ^b	137,75 ± 5,28 ^a	129,70 ± 9,42
IDR (%) ³	13,25	11,88	13,78	12,97
Ferro	3,31 ± 0,20 ^a	3,10 ± 0,33 ^a	3,14 ± 0,11 ^a	3,18 ± 0,15
IDR (%)	41,38	38,75	39,25	39,75
Sódio	10,92 ± 2,96 ^a	7,09 ± 1,80 ^a	11,50 ± 0,83 ^a	9,83 ± 2,74
IDR (%)	0,73	0,47	0,77	0,66
Zinco	3,95 ± 0,26 ^a	3,25 ± 0,42 ^a	3,19 ± 0,35 ^a	3,46 ± 0,48
IDR (%)	35,91	29,54	29,00	31,45

¹ Valores constituem médias ± desvios-padrão de três replicatas de cada região. Médias com letras iguais na mesma linha não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² Valores constituem médias ± desvios-padrão de nove replicatas (três de cada região).

³ Ingestão Diária Recomendada para adultos saudáveis: cálcio = 1000 mg/dia (IOM, 1997); ferro = 8 mg/dia (IOM, 2001); sódio = 1500 mg/dia (IOM, 2005); zinco = 11 mg/dia (IOM, 2001).

Quanto à IDR, a portaria n° 27, de 13 de janeiro de 1998 (BRASIL, 1998) regulamenta que, alimentos sólidos que contenham no mínimo 30% da IDR de referência por 100 g de

produto, podem ser considerados alimentos com alto teor do mineral avaliado. A legislação também regulamenta que alimentos sólidos que contenham no mínimo 15% da IDR de referência por 100 g de produto podem ser considerados alimentos-fonte desse nutriente. Sendo assim, a amêndoa de baru pode ser classificada como alimento com alto teor de ferro, para as três regiões estudadas, e zinco, para a região Leste. A amêndoa das regiões Oeste e Sudeste pode ser considerada como fonte de zinco. Porém, a amêndoa de nenhuma das três regiões é fonte de cálcio. Além de estar presente no alimento, o nutriente deve estar também biodisponível para ser aproveitado pelo organismo. No caso do ferro e do zinco, em pesquisas realizadas em ratos à respeito da biodisponibilidade desses minerais na amêndoa de baru, foi verificado que tanto o ferro quanto o zinco apresentam uma boa biodisponibilidade na amêndoa (MARIN, 2009). No entanto, são necessários estudos em humanos para verificar o aproveitamento desses minerais no organismo.

Em relação ao sódio, a amêndoa de baru constitui-se como um alimento com muito baixo teor de sódio, segundo a legislação brasileira (BRASIL, 1998), pois apresenta no máximo 40 mg de sódio por 100 g do produto (sólido). Assim, o consumo da amêndoa de baru pode ser incentivado na população, inclusive entre pessoas com problemas cardiovasculares, uma vez que para essas pessoas há a recomendação de redução do uso de alimentos que contenham elevados teores de sódio (MOLINA et al., 2003).

O fato da amêndoa de baru apresentar alto teor de ferro e zinco é relevante, uma vez que as deficiências desses minerais constituem problemas de saúde pública, sobretudo no caso do ferro. A anemia por deficiência de ferro é a carência nutricional mais relevante no mundo, por suas repercussões para o desenvolvimento infantil e magnitude de sua prevalência na atualidade (ENGSTROM et al., 2008). A deficiência de zinco é considerada um problema mundial, sobretudo em países subdesenvolvidos e em bolsões de pobreza de grandes cidades. As repercussões da deficiência de zinco podem ser drásticas, com comprometimento físico e intelectual (PERSON; BOTTI; FÉRES, 2006).

5.2.3 Perfil de aminoácidos

Quanto ao perfil de aminoácidos da proteína da amêndoa de baru, houve diferenças significativas entre as três regiões estudadas (Tabela 5). A valina foi o primeiro aminoácido limitante para as três regiões. Este achado é inédito, uma vez que em estudos anteriores o primeiro aminoácido limitante foi a lisina, para a região Oeste (34,0 mg de aminoácido. g proteína⁻¹) (FREITAS, 2009); e a metionina e cistina para as regiões Sudeste (22,0 mg de aminoácido. g proteína⁻¹) (FERNANDES, 2007) e Leste (8,4 mg de aminoácido. g proteína⁻¹)

(TOGASHI; SGARBIERI, 1994). No presente estudo, o aminoácido lisina não se mostrou deficiente na proteína da amêndoa de baru de nenhuma das regiões. Os aminoácidos metionina e cistina apresentaram-se como limitante (terceiro) apenas para a proteína da amêndoa de baru da região Sudeste, sendo que para as regiões Leste e Oeste, os aminoácidos sulfurados foram capazes de satisfazer as necessidades estimadas no padrão WHO/FAO/UNU (WHO, 2007).

Tabela 5. Composição em aminoácidos da amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.) torrada, de plantas de três regiões do estado de Goiás, no ano de 2008, e comparação com o padrão WHO/FAO/UNU de aminoácidos essenciais

Aminoácido (mg.g de proteína ⁻¹)	Região ¹			Padrão WHO/FAO /UNU ²	Caseína
	Leste	Oeste	Sudeste		
<u>Essencial</u>					
His	26,42 ± 0,26 ^a	24,23 ± 0,12 ^b	21,86 ± 0,01 ^c	16,0	29,2
Ile	25,61 ± 0,25 ^b	28,17 ± 0,22 ^a	24,59 ± 0,26 ^b	31,0	54,1
Leu	79,22 ± 0,47 ^a	78,24 ± 0,41 ^a	78,79 ± 0,14 ^a	61,0	95,1
Lys	54,42 ± 0,32 ^a	50,64 ± 0,24 ^c	52,54 ± 0,33 ^b	48,0	81,2
Met + Cys	27,00 ± 0,11 ^a	26,80 ± 0,19 ^a	21,21 ± 0,15 ^b	24,0	31,5
Phe + Tyr	76,09 ± 0,12 ^c	79,92 ± 0,08 ^a	76,78 ± 0,09 ^b	41,0	110,5
Thr	44,47 ± 0,11 ^a	44,82 ± 0,03 ^a	40,96 ± 0,10 ^b	25,0	46,6
Trp	18,10 ± 0,41 ^b	15,62 ± 0,46 ^c	20,13 ± 0,53 ^a	6,6	16,1
Val	32,99 ± 0,03 ^b	35,69 ± 0,13 ^a	30,90 ± 0,12 ^c	40,0	67,4
TOTAL	384,32	384,12	367,76	292,6	531,7
EAE (%) ³	82,46 ± 0,08 ^b	89,24 ± 0,34 ^a	77,25 ± 0,32 ^c	100	-
<u>Não-essencial</u>					
Asp	103,68 ± 0,92 ^b	102,49 ± 0,60 ^b	107,53 ± 0,57 ^a	-	-
Glu	214,26 ± 0,16 ^c	219,86 ± 1,12 ^b	223,51 ± 0,18 ^a	-	-
Ala	46,81 ± 0,21 ^b	45,18 ± 0,13 ^c	50,19 ± 0,06 ^a	-	-
Arg	95,82 ± 0,21 ^a	91,68 ± 0,42 ^b	91,80 ± 0,03 ^b	-	-
Gly	49,11 ± 0,41 ^b	48,50 ± 0,06 ^b	52,19 ± 0,12 ^a	-	-
Pro	57,03 ± 0,19 ^c	58,91 ± 0,26 ^a	57,83 ± 0,02 ^b	-	-
Ser	48,99 ± 0,22 ^a	49,25 ± 0,01 ^a	49,20 ± 0,21 ^a	-	-

¹ Valores constituem médias ± desvio-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.

² Necessidades de aminoácidos essenciais estimadas para crianças em idade escolar (WHO, 2007).

³ Escore de aminoácidos essenciais.

O fato de ter sido constatado que o aminoácido valina é o limitante da proteína da amêndoa de baru, no ano de 2008, mostra o quanto as características de frutos nativos do Cerrado, como o barueiro, são variáveis em diferentes anos. Frutíferas nativas não foram domesticadas e, portanto, pode-se inferir que essas espécies sofrem variações em suas características fenotípicas em diferentes anos, uma vez que para a maioria das variáveis estudadas não houve diferença entre regiões distintas. O perfil de aminoácidos encontrado nesse estudo, no qual a valina foi o primeiro aminoácido limitante e a isoleucina o segundo aminoácido limitante, para as três regiões analisadas, é comparável ao perfil de aminoácidos da proteína do amendoim. Segundo Freitas (2009), o amendoim apresentou como primeiro limitante o aminoácido lisina (EAE de 76%), e como segundo e terceiro limitantes os aminoácidos valina e isoleucina, respectivamente.

O EAE da amêndoa de baru da região Oeste (89%) foi significativamente superior ao das demais regiões pesquisadas (Tabela 5). Os EAEs das três regiões foram maiores que o relatado por Freitas (2009), de 71%; e bem superiores ao encontrado por Togashi e Sgarbieri (1994), de 35%. Contudo, o EAE observado por Fernandes (2007), de 91%, foi superior aos EAEs das amêndoas de baru das três regiões desse estudo.

5.3 QUALIDADE PROTÉICA DA AMÊNDOA DE BARU

A evolução de peso corpóreo dos animais utilizados nessa pesquisa, durante os 14 dias do ensaio biológico, está apresentada na Figura 1. Os grupos que receberam dietas contendo amêndoa de baru das diferentes regiões ($BARU_L$, $BARU_O$ e $BARU_S$) ganharam peso ao longo do tempo, porém em menor proporção que o dos grupos com caseína. Observa-se, ainda, na Figura 1, que o grupo que recebeu dieta com amêndoa de baru da região Oeste ($BARU_O$) apresentou ganho de peso um pouco inferior aos outros dois grupos experimentais ($BARU_L$ e $BARU_S$), e que apenas o grupo aprotéico perdeu peso no decorrer do experimento, conforme o esperado. Ambos os grupos (CAS_7 e CAS_{14}) tiveram ganho de peso similares, o que confirma a importância do procedimento *pair feeding* para o controle da ingestão energética, uma vez que o teor lipídico e a ingestão energética das dietas não interferiram no ganho de peso dos animais.

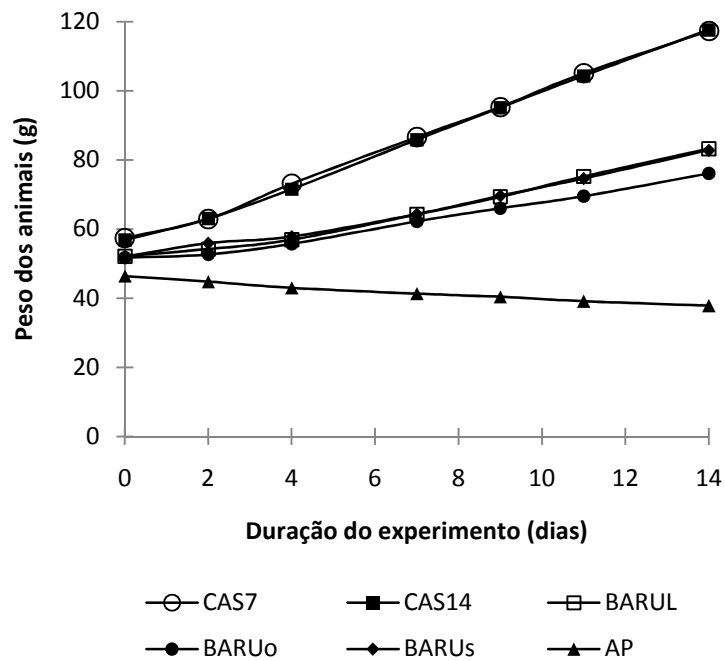


Figura 1. Evolução de peso de ratos submetidos a diferentes tratamentos¹ durante catorze dias de experimento.

¹ CAS₇ – caseína com 7% de lipídios (referência); CAS₁₄ – caseína com 14% de lipídios (controle); BARU_L – amêndoa de baru torrada da região Leste; BARU_O – amêndoa de baru torrada da região Oeste; BARU_S – amêndoa de baru torrada da região Sudeste; AP – aprotéica.

Os valores do coeficiente de determinação (R^2) de todas as retas de evolução de peso dos ratos foram superiores a 0,98 (Tabela 6). A taxa de crescimento dos animais, representada pelo valor b da equação da regressão linear (Tabela 6), indica que os grupos experimentais BARU_L e BARU_S tiveram uma taxa de crescimento um pouco maior que o grupo BARU_O, fato que pode ser confirmado na Figura 1. A taxa de crescimento dos grupos CAS₇ e CAS₁₄ foram similares (reafirmando a importância do procedimento *pair feeding*) e superiores (o dobro) em relação aos grupos experimentais.

Tabela 6. Equação das retas de evolução de peso de ratos submetidos a diferentes tratamentos durante catorze dias de experimento

Dieta ¹	Equação da reta ²	R ²
CAS ₇	$y = 55,799 + 4,4065x$	0,9978
CAS ₁₄	$y = 55,020 + 4,4459x$	0,9980
BARU _L	$y = 49,698 + 2,2811x$	0,9812
BARU _O	$y = 49,794 + 1,8137x$	0,9859
BARU _S	$y = 50,615 + 2,1850x$	0,9853
AP	$y = 45,923 + (-0,6098x)$	0,9863

¹ CAS₇ – caseína com 7% de lipídios (referência); CAS₁₄ – caseína com 14% de lipídios (controle); BARU_L – amêndoa de baru torrada da região Leste; BARU_O – amêndoa de baru torrada da região Oeste; BARU_S – amêndoa de baru torrada da região Sudeste; AP – aprotéica.

² y = peso do animal (g); x = dia do experimento; R² = coeficiente de determinação.

Na Tabela 7 estão apresentados os pesos inicial e final, assim como o ganho de peso e o consumo de dieta e proteína dos animais. Observa-se que, ao início do experimento, não havia diferença significativa ($p < 0,05$) entre os pesos dos animais de todos os grupos, com exceção do grupo aprotéico. Este fato ocorreu provavelmente devido ao período de adaptação à dieta, anterior ao início do experimento, onde os animais receberam por três dias suas respectivas dietas experimentais, o que refletiu no peso dos animais do grupo aprotéico.

Tabela 7. Peso dos animais, consumo de dieta e de proteína dos ratos durante catorze dias de experimento¹

Dieta ²	Peso dos animais (g)			Consumo (g)	
	inicial	final	ganho	dieta	proteína
CAS ₇	57,40 ± 3,3 ^a	117,27 ± 11,1 ^a	59,87 ± 10,7 ^a	172,83 ± 21,61 ^a	18,08 ± 2,26 ^a
CAS ₁₄	56,77 ± 5,4 ^a	117,62 ± 12,4 ^a	60,85 ± 9,3 ^a	167,20 ± 14,42 ^{a,b}	17,72 ± 1,51 ^a
BARU _L	52,07 ± 6,4 ^{a,b}	83,17 ± 3,8 ^b	31,10 ± 5,1 ^b	146,98 ± 10,81 ^{b,c}	13,89 ± 1,02 ^b
BARU _O	51,67 ± 4,3 ^{a,b}	76,05 ± 6,6 ^b	24,38 ± 5,9 ^b	137,93 ± 9,55 ^c	13,30 ± 0,92 ^b
BARU _S	51,98 ± 3,7 ^{a,b}	82,80 ± 3,1 ^b	30,82 ± 4,1 ^b	146,14 ± 3,84 ^{b,c}	14,29 ± 0,38 ^b
AP	46,42 ± 2,6 ^b	37,80 ± 2,7 ^c	-8,62 ± 1,4 ^c	-	-

¹ Valores constituem médias ± desvios-padrão de seis animais. Médias com letras iguais na mesma coluna não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² CAS₇ – caseína com 7% de lipídios (referência); CAS₁₄ – caseína com 14% de lipídios (controle); BARU_L – amêndoa de baru torrada da região Leste; BARU_O – amêndoa de baru torrada da região Oeste; BARU_S – amêndoa de baru torrada da região Sudeste; AP – aprotéica.

Os grupos experimentais (BARU_L, BARU_O e BARU_S) não diferiram entre si ($p < 0,05$) quanto ao peso final e ganho de peso, o que demonstra que a proteína da amêndoa de baru, independente da região, tem a capacidade de promover ganho de peso em animais

experimentais. Porém, esse ganho de peso não é tão eficiente quanto o promovido pela caseína. Não houve diferenças no peso final e no ganho de peso entre os grupos CAS₇ e CAS₁₄, o que comprova a eficiência do procedimento *pair feeding* no controle da ingestão de energia.

Em relação ao consumo de dieta, os grupos CAS₇ e CAS₁₄ apresentaram os maiores valores e foram estatisticamente semelhantes entre si (Tabela 7), embora o consumo do grupo CAS₁₄ não se diferiu ($p < 0,05$) do consumo dos grupos BARU_L e BARU_S. Todos os grupos experimentais (BARU_L, BARU_O e BARU_S) apresentaram consumo semelhante entre si (Tabela 7). Apesar de não haver diferença entre o consumo de dieta dos grupos BARU_L e BARU_S com o grupo CAS₁₄, o consumo de proteína foi diferente estatisticamente entre todos os grupos experimentais e os grupos com dieta à base de caseína (Tabela 7).

A avaliação biológica realizada por meio do índice NPR mostrou que não houve diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre a qualidade da proteína das amêndoas de baru das três regiões (Tabela 8). O RNPR também foi semelhante entre as três regiões estudadas. Os valores de RNPR encontrados nesse estudo (Tabela 8) foram similares ao relatado por Fernandes (2007) (74%), mas superiores ao referido por Freitas (2009) (45%) e por Togashi e Sgarbieri (1995) (47%, segundo PER relativo – *Relative Protein Efficiency Ratio*), sendo esses os únicos estudos existentes na literatura sobre qualidade protéica da amêndoa de baru.

Não houve diferença na digestibilidade verdadeira (Dv) da proteína entre grupos BARU_L, BARU_O e BARU_S (Tabela 8) e esses valores foram ligeiramente maiores que os relatados por Fernandes (2007), de 79%, e por Freitas (2009), de 75% e bem superiores aos encontrados por Togashi e Sgarbieri (1995), de 66%.

Quanto ao índice PDCAAS, houve diferença estatística entre os valores do grupo BARU_O e BARU_S (Tabela 8). Esta diferença deve-se ao fato de que o EAE da região Oeste (89%) foi superior aos valores das regiões Leste (82%) e Sudeste (77%), refletindo nos valores do PDCAAS. Freitas (2009) encontrou valor de PDCAAS de 52%, sendo, portanto, inferior ao do presente estudo, e Fernandes (2007) relatou valor de PDCAAS (73%) próximo aos encontrados nessa pesquisa.

Tabela 8. *Net Protein Ratio (NPR), Relative Net Protein Ratio (RNPR), Digestibilidade verdadeira (Dv) e Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score (PDCAAS) em ratos Wistar mantidos durante catorze dias de experimento¹*

Dieta ²	NPR	RNPR (%)	Dv (%)	PDCAAS (%)
CAS ₇	3,78 ± 0,19 ^a	100,0	94,69 ± 0,66 ^a	-
CAS ₁₄	3,95 ± 0,21 ^a	-	95,73 ± 0,22 ^a	-
BARU _L	2,85 ± 0,19 ^b	75,5 ± 4,9 ^a	84,91 ± 1,75 ^b	69,63 ± 1,44 ^{a,b}
BARU _O	2,47 ± 0,32 ^b	65,3 ± 8,4 ^a	81,93 ± 4,46 ^b	72,92 ± 3,97 ^a
BARU _S	2,76 ± 0,25 ^b	72,9 ± 6,7 ^a	83,82 ± 2,01 ^b	64,54 ± 1,55 ^b

¹ Valores constituem médias ± desvios-padrão de seis repetições para NPR e RNPR e de quatro repetições para Dv e PDCAAS. Médias com letras iguais na mesma coluna não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² CAS₇ – caseína com 7% de lipídios (referência); CAS₁₄ – caseína com 14% de lipídios (controle); BARU_L – amêndoa de baru torrada da região Leste; BARU_O – amêndoa de baru torrada da região Oeste; BARU_S – amêndoa de baru torrada da região Sudeste.

As únicas pesquisas existentes na literatura sobre qualidade protéica da amêndoa de baru haviam sido realizadas com plantas de apenas uma região, o que não permitia a comparação entre regiões, fazendo supor que a qualidade protéica da amêndoa de baru da região Sudeste fosse superior à de outras (FERNANDES, 2007; FREITAS, 2009; TOGASHI; SGARBIERI, 1995). Porém, no ano de 2008, os resultados da avaliação biológica (NPR e RNPR) mostraram não haver diferenças em relação à qualidade protéica das amêndoas de baru em decorrência de sua região de origem. Contudo, os valores do índice PDCAAS foram diferentes entre as três regiões estudadas, sendo que a região Oeste apresentou valor superior ao da região Sudeste. Este foi um reflexo do perfil de aminoácidos, única variável estudada em que a região Oeste se destacou (EAE de 89%). Dessa forma, sugere-se que sejam feitas mais pesquisas sobre a qualidade protéica da amêndoa de baru em regiões distintas e diferentes anos, a fim de entender melhor a influência dessas variáveis nas características da amêndoa de baru.

Em relação ao perfil de aminoácidos, o fato da proteína da amêndoa de baru ser deficiente no aminoácido valina não constitui um problema relevante, uma vez que esse não é um aminoácido tipicamente limitante de nenhum grupo de alimentos fonte de proteínas (FAO, 1970), podendo-se então, incluir a amêndoa de baru na alimentação como complementação da proteína da dieta. Ainda sobre a qualidade protéica da amêndoa de baru, estudo anterior (TOGASHI; SGARBIERI, 1995) havia constatado que a qualidade protéica da amêndoa era ruim (PER relativo de 47%). Entretanto, os resultados desse estudo (RNPR médio de 71%) corroboram com resultado de estudo mais recente (RNPR de 74%) (FERNANDES, 2007) que

mostraram que, apesar de pequenas variações, a proteína da amêndoa de baru apresenta qualidade considerável (entre 70% e 80%).

Assim, tendo em vista a composição nutricional e a qualidade protéica da amêndoa de baru, apresentada nesse estudo, e reforçada por estudos anteriores (FERNANDES, 2007; FREITAS, 2009; FREITAS; NAVES, 2009) percebe-se sua relevante importância nutricional. Dessa forma, sugere-se que a amêndoa de baru faça parte de uma dieta saudável, como complemento energético e protéico de dietas, principalmente de populações carentes, como forma de contribuir para a garantia da segurança alimentar e nutricional.

6 CONCLUSÕES

- A região de procedência não influenciou nas características físicas e no rendimento em amêndoa, porém essas variáveis foram afetadas pela planta de origem dos frutos, em uma mesma região.
- A região de procedência do baru não influenciou na composição nutricional das amêndoas.
- A estratificação da amostra por árvores, em uma mesma região, foi suficiente para representar as diferenças de composição nutricional existentes na amêndoa de baru, procedente de plantas de diferentes regiões do estado de Goiás.
- A amêndoa de baru, das três regiões, constitui um alimento rico em proteínas e lipídios, com elevado teor energético. Apresenta um alto teor de fibras alimentares, com maior proporção de fibras insolúveis, além de conter alto teor de ferro e zinco e muito baixo teor de sódio.
- A região de procedência influenciou no perfil de aminoácidos essenciais da proteína da amêndoa de baru e, em todas as regiões, a valina foi o aminoácido essencial mais limitante.
- A qualidade protéica da amêndoa de baru é cerca de 70% em relação à proteína de referência e diferenças discretas na qualidade, entre regiões, foram determinadas por diferenças no perfil de aminoácidos.
- O consumo da amêndoa de baru torrada e seu emprego em produtos industrializados devem ser incentivados, como parte de uma alimentação saudável.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R. **Moratória para os cerrados**: elementos para uma estratégia de agricultura sustentável. 1999. Disponível em: < http://www.econ.fea.usp.br/abramovay/outros_trabalhos/1999/Moratoria_para_os_cerrados.pdf>. Acesso em: 21 set. 2008.
- ALMEIDA, S. P. **Cerrado**: aproveitamento alimentar. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 188 p.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington: AOAC, 1990.
- AVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. Frutos do cerrado: preservação gera muitos frutos. **Biociência**, Brasília, v. 3, n. 15, p. 36 – 41, 2000.
- BATISTA FILHO, M.; RISSIN, A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, supl. 1, p. 181 – 191, 2003.
- 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.
- 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.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=97#>>. Acesso em: 29 set. 2009.
- CARAMORI, S. S.; LIMA, C. S.; FERNANDES, K. F. Biochemical characterization of select plant species from Brazilian savannas. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 2, p. 253 – 259, 2004.
- CENTRAL DO CERRADO. **Baru**. Disponível em: < <http://www.centraldocerrado.org.br/comunidades/cenesc/>>. Acesso em: 21 set. 2008.
- CORRÊA, G. C.; NAVES, R. V.; ROCHA, M. R.; ZICA, L. F. Caracterização física de frutos de baru (*Dipteryx alata* Vog.) em três populações nos cerrados do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 30, n. 2, p. 5 – 11, 2000.
- COSTA, E. P.; LIMA, J. C. R. **Processamento e valor nutricional de barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru**. 2009. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.
- ENGSTROM, E. M.; CASTRO, I. R. R.; PORTELA, M.; CARDOSO, L. O.; MONTEIRO, C. A. Efetividade da suplementação diária ou semanal com ferro na prevenção da anemia em lactentes. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 42, n. 5, p. 786 – 795, 2008.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Amino-acid content of foods and biological data on proteins**. Rome: FAO, 1970. 285 p. (FAO Nutritional Studies, 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).

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.

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

FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 22, 2009. (no prelo)

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de orçamentos familiares 2002-2003: primeiros resultados Brasil e grandes regiões**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 276 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, ANVISA, 2005. 1018p.

IOM - Institute of Medicine. **Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D and fluoride**. Washington (DC): National Academy Press, 1997. 431p.

IOM - Institute of Medicine. **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, 2001. 773p.

IOM - Institute of Medicine. **Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride and sulfate**. Washington (DC): National Academy Press, 2005. 617p.

LIMA, A.; SILVA, A. M. O.; TRINDADE, R. A.; TORRES, R. P.; MANCINI-FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 695 – 698, 2007.

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

MARCHIONI, C. M. L.; ZACCARELLI, E. M. Transição nutricional. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 16, n. 96, p. 16 – 22, 2002.

MARIN, A. M. F. **Pela valorização do Cerrado.** Disponível em: <<http://www.unb.br/noticias/bcopauta/index2.php?i=275>>. Acesso em: 10 dez. 2009.

MARTINS, M. C.; FROTA, M. A. Fatores que interferem na utilização de alimentos regionais na cidade de Maranguape, Ceará. **Cadernos de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p.169-182, 2007.

MATTOS; L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, n.1, p. 50 – 55, 2000.

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

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Saúde resgata hábitos alimentares regionais saudáveis.** Disponível em: < http://portal.saude.gov.br/portal/aplicacoes/noticias/noticias_detalhe.cfm?co_seq_noticia=39618>. Acesso em: 20 set. 2008.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Atenção à Saúde. **Política Nacional de Alimentação e Nutrição.** 2. ed. rev. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2003. 48 p. (Textos Básicos de Saúde, Série B).

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Políticas de Saúde. Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Alimentos regionais brasileiros.** Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2002. 140 p. (Comunicação e Educação em Saúde, Série F).

MOLINA, M. D. C. B.; CUNHA, R. S.; HERKEMHOFF, L. F.; MILL, J. G. Hipertensão arterial e consumo de sal em população urbana. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 6, p. 743 - 750, 2003.

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.

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.

NRC - National Research Council. **Manual sobre cuidados e usos de animais de laboratório.** Goiânia: Association for the Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care International (AAALACI); Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), 2004. 162 p. (Tradução de *Guide for the care and use of laboratory animals*).

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

PERSON, O. C.; BOTTI, A. S.; FÉRES, M. C. L. C. Repercussões clínicas da deficiência de zinco em humanos. **Arquivos Médicos do ABC**, Santo André, v. 31, n. 1, p. 46 - 52, 2006.

REEVES, P. G.; NIELSEM, F. H.; FAHEY JÚNIOR, G. C. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc Writing

Committee on formulation of the AIN-76A rodent diet. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 123, n. 11, p. 1939-1951, 1993.

RIBEIRO, R. A.; RODRIGUES, F. M. Genética da conservação em espécies vegetais do cerrado. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, Salvador, v. 5, n. 3, p. 253 – 260, 2006.

SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. **Baru**: biologia e uso. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 52 p.

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

SILVA, A. K.; EGITO, M. Rede de comercialização solidária de agricultores familiares e extrativistas do cerrado: um novo protagonismo social. **Agriculturas**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 14 - 16, 2005.

SILVA, A. P. P.; MELO, B.; FERNANDES, N. **Fruteiras do cerrado**. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/fruteirasdocerrado.html>>. Acesso em: 21 set. 2008.

SILVA, J. A.; SILVA, D. B.; JUNQUEIRA, N. T.; ANDRADE, L. R. M. **Frutos nativos dos cerrados**. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1994. 166 p.

SILVA, M. R.; SILVA, M. S.; MARTINS, K. A.; BORGES, S. Utilização tecnológica dos frutos de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 176 – 182, 2001.

SLOW FOOD BRASIL. **Fortaleza da castanha de baru**. Disponível em: <<http://www.slowfoodbrasil.com/content/view/106/70/>>. Acesso em: 21 set. 2008.

SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; TORRES, M. C. L.; VERA, R.; TEIXEIRA, J. S.; ALVES, L. C. Qualidade de biscoitos formulados com diferentes teores de farinha de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 1, p. 51-56, 2007.

SOARES, T. N.; CHAVES, L. J.; TELLES, M. P. C.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Landscape conservation genetics of *Dipteryx alata* (“baru” tree: Fabaceae) from Cerrado region of central Brazil. **Genetica**, Dordrecht, v. 132, n. 1, p. 9 – 19, 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.

TAVARES, M.; AUED-PIMENTEL, S.; LAMARDO, L. C. A.; CAMPOS, N. C.; JORGE, L. I. F.; GONZALEZ, E. Composição química e estudo anatômico dos frutos de buriti do município de Buritizal, estado de São Paulo. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 62, n. 3, p. 227 – 232, 2003.

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.

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.

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.; SOARES JÚNIOR, M. S.; NAVES, R. V.; SOUZA, E. R. B.; FERNANDES, E. P.; CALIARI, M.; LEANDRO, W. M. Características químicas de amêndoas de barueiros (*Dipteryx alata* Vog.) de ocorrência natural no Cerrado do estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p.112 – 118, 2009.

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).

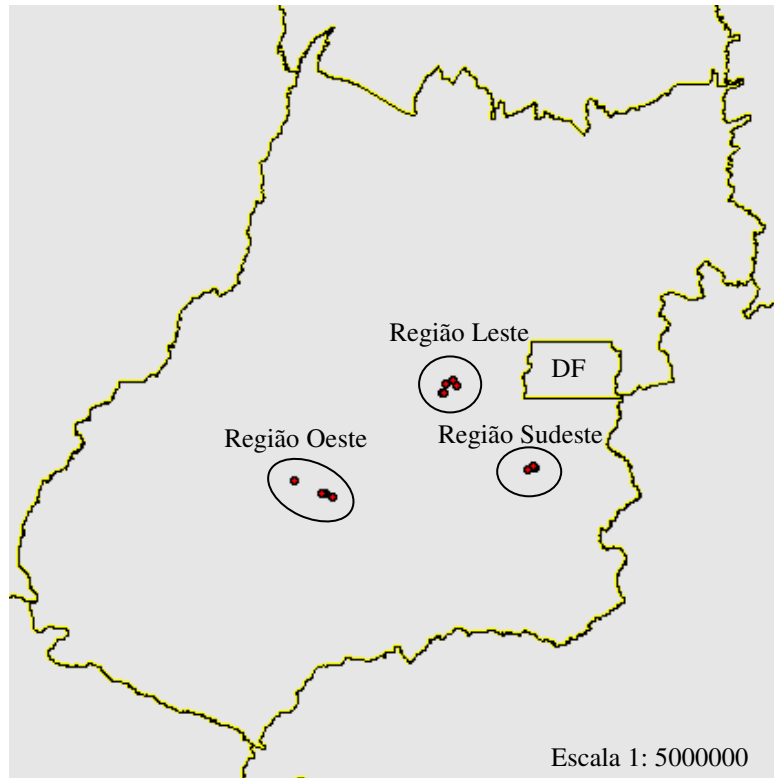
YANG, J. Brazil nuts and associated health benefits: a review. **Food Science and Technology**, London, v. 42, n. 10, p. 1573 – 1580, 2009.

APÊNDICES

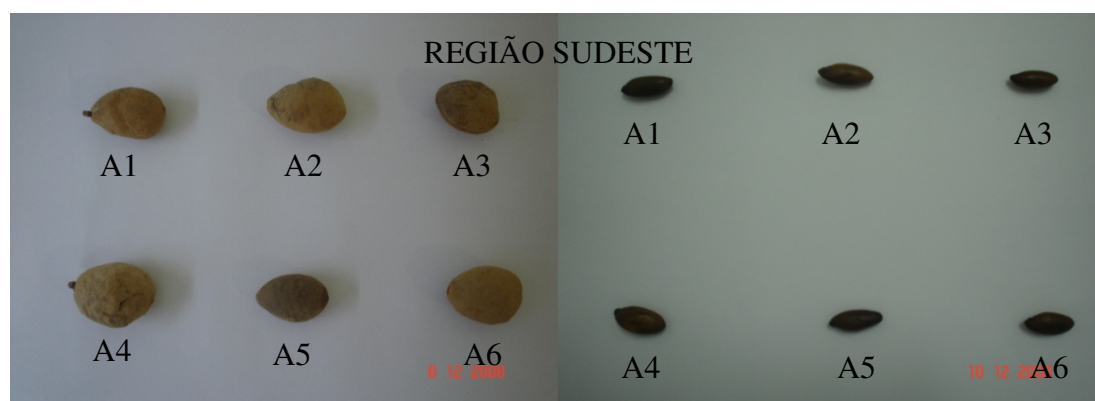
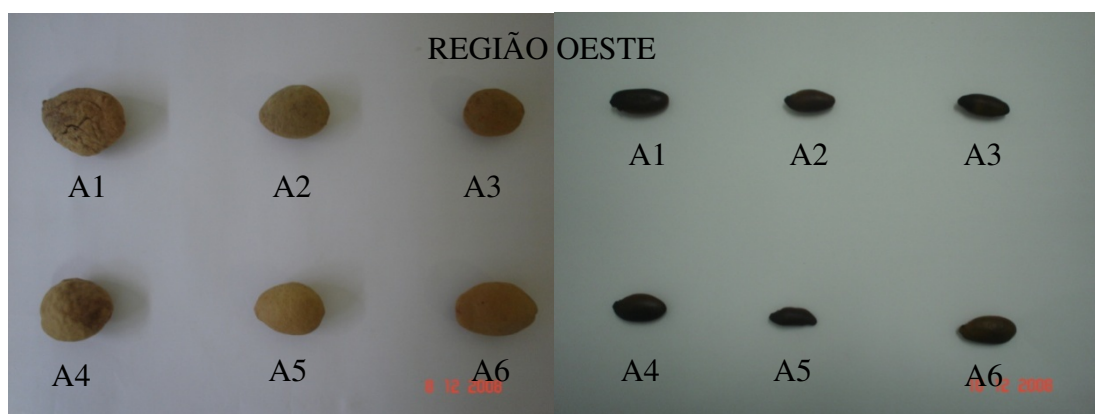
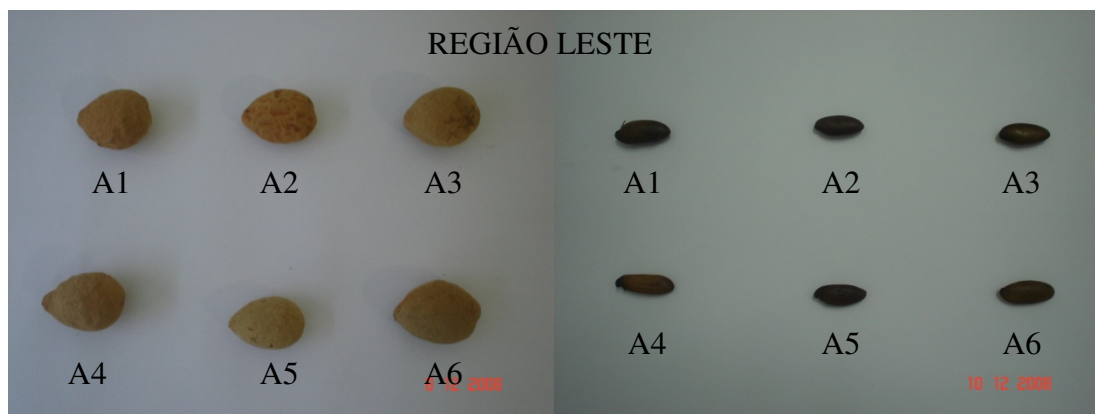
APÊNDICE A - Coordenadas geográficas das plantas de barueiro (*Dipteryx alata* Vog.) estudadas nas regiões Leste, Oeste e Sudeste do estado de Goiás, no ano de 2008

Região	Planta	Coordenadas geográficas		
		Latitude (Sul)	Longitude (Oeste)	Altitude (m)
Leste	1	15°55'56''	48°56'44''	865
	2	15°52'21''	48°58'11''	818
	3	15°54'32''	49°02'21''	786
	4	15°54'33''	49°02'24''	796
	5	15°59'22''	49°04'25''	805
	6	16°00'09''	49°04'15''	758
Oeste	1	17°01'22''	50°09'43''	624
	2	16°59'02''	50°14'00''	628
	3	16°58'59''	50°14'09''	614
	4	16°58'39''	50°15'17''	582
	5	16°58'32''	50°16'06''	568
	6	16°51'32''	50°32'14''	726
Sudeste	1	16°45'25''	48°13'46''	802
	2	16°44'54''	48°13'51''	832
	3	16°44'50''	48°14'05''	823
	4	16°47'58''	48°12'10''	960
	5	16°44'13''	48°10'21''	783
	6	16°42'41''	48°10'53''	863

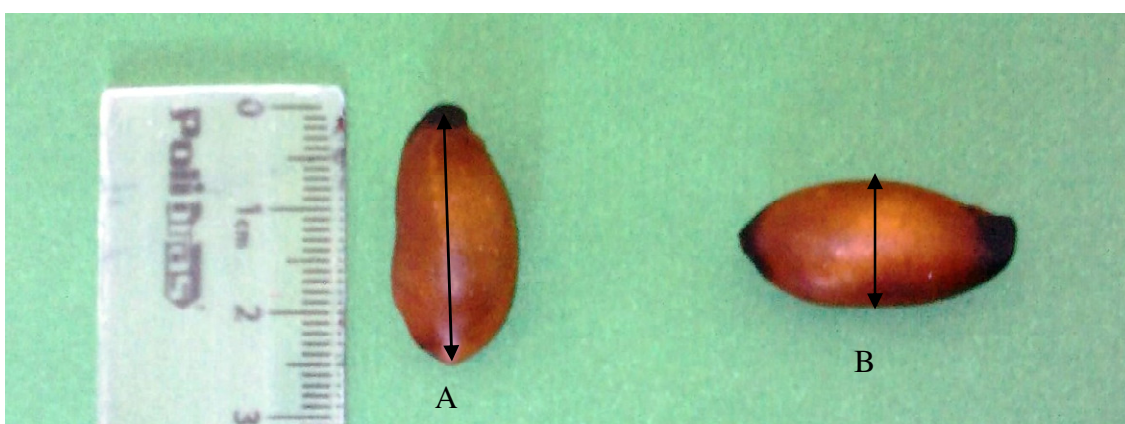
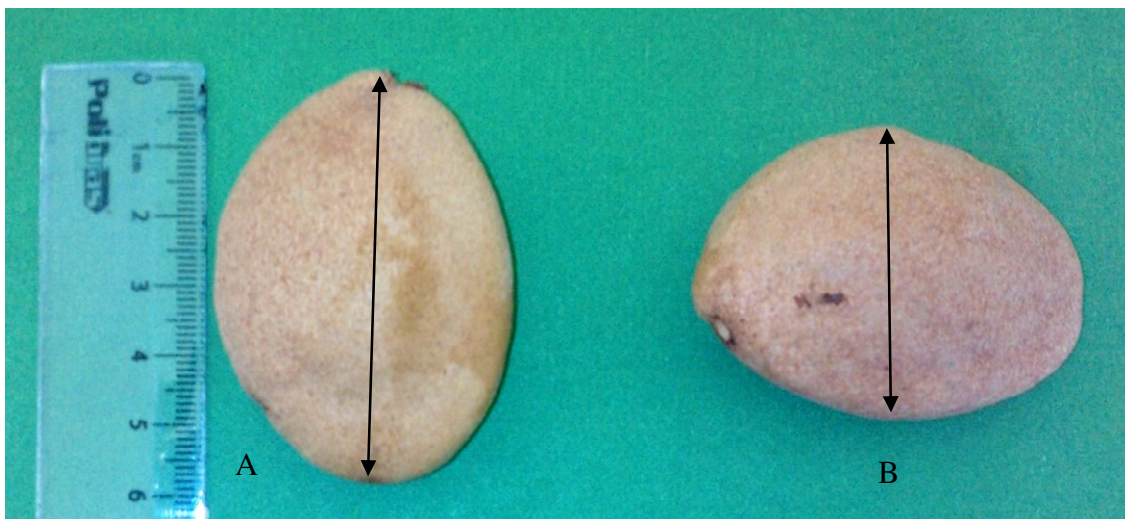
APÊNDICE B - Mapa indicativo das plantas de barueiro (*Dipteryx alata* Vog.) estudadas nas regiões Leste, Oeste e Sudeste do estado de Goiás.



APÊNDICE C - Fotos com exemplos de frutos e amêndoas de baru, das seis árvores (A), de cada uma das três regiões estudadas.



APÊNDICE D - Localização dos pontos de obtenção das medidas de comprimento (A) e largura (B) dos frutos e amêndoas de baru.



APÊNDICE E - Fotos da amêndoa de baru torrada (A), torrada descascada (B) e triturada(C).

