

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA

ANA PAULA SILVA SIQUEIRA

**CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E FUNCIONAIS E
AVALIAÇÃO BIOLÓGICA DA FARINHA DA AMÊNDOA DE
BARU PARCIALMENTE DESENGORDURADA**

Goiânia
2013

ANA PAULA SILVA SIQUEIRA

**CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E FUNCIONAIS E
AVALIAÇÃO BIOLÓGICA DA FARINHA DA AMÊNDOA DE
BARU PARCIALMENTE DESENGORDURADA**

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

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

Co-Orientadora: Prof^a Dr^a Maria Teresa Bertoldo Pacheco

Goiânia
2013

AGRADECIMENTOS

À Deus pela força para continuar seguindo em frente e pelo amparo toda vez que foi necessário.

À minha mãe Dália Silva Oliveira em especial, por estar sempre ao meu lado, apoiando todas as minhas decisões e me acompanhando em cada uma delas, dando o suporte necessário, pelo exemplo de perseverança e força que ela é pra mim.

Ao meu tio Fábio Justino da Silva por ter acreditado em mim e por ter me dado o apoio quando nem eu mesma acreditava que era a decisão certa e por sofrer junto comigo, toda vez que algo ia mal.

À minha família de modo geral por me escutar, me amparar e se preocupar comigo em cada momento que passei e se por se alegrar com o meu crescimento.

Ao meu noivo João Paulo Costa por todo apoio, por cada dia de trabalho que perdeu por me acompanhar, por acreditar em mim e sempre me convencer de que sou capaz, e que realmente nasci para seguir a vida acadêmica.

Ao meu primo Marco Antônio pela boa vontade e pelo apoio que foi imprescindível para o início do meu experimento.

Aos meus companheiros de trabalho Poliana, Murillo e Leonardo, que trabalharam muito comigo desde o início para que o projeto fosse realizado.

À professora Mara Reis e ao técnico Tiago Dias, por me permitirem realizar minhas análises no Laboratório de Nutrição e Análise de Alimentos e pela ajuda para realizar minhas análises químicas e interpretar alguns resultados.

À professora Maria Teresa e toda sua equipe do Instituto de Tecnologia de Alimentos pela recepção no ITAL e pelo trabalho que conseguimos realizar juntos.

Ao meu colega Divino Júnior por todo esforço para me ajudar a manter em dia meus prazos e continuar realizando meu trabalho mesmo quando foi necessário me distanciar.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de pós-graduação, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

À minha orientadora Maria Margareth Veloso Naves pelo apoio, por todas as conversas de incentivo e lições que eu precisava, pela infra-estrutura que eu tive para realização do meu experimento e pelo exemplo de seriedade, responsabilidade e honestidade no meio acadêmico que ela tornou para mim.

À todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O objetivo do estudo foi investigar as características nutricionais e funcionais e avaliar a qualidade biológica da farinha da amêndoa de baru parcialmente desengordurada. Foi determinada a composição centesimal, o conteúdo de fenólicos totais, tocoferóis totais e carotenóides totais, e a capacidade antioxidante dessa farinha. Foi realizada análise do antinutriente inibidor de tripsina antes e após autoclavagem da farinha. Foi conduzido um ensaio com 24 ratos Wistar machos para avaliar a qualidade da proteína *in vivo*. A farinha da amêndoa de baru autoclavada apresentou melhor qualidade química e nutricional que a farinha *in natura*, e o inibidor de tripsina foi inativado após a autoclavagem. A farinha de baru autoclavada é um alimento que possui alto teor de proteína de qualidade ($29 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), boa composição de aminoácidos essenciais (Escore de Aminoácidos Essenciais= 114) e boa digestibilidade (70%). Esse coproduto da amêndoa de baru também possui quantidades relevantes de compostos bioativos, como fenólicos totais ($662 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e boa capacidade antioxidante ($130 \mu\text{mol/Trolox eq}$). Além disso, a farinha da amêndoa de baru é rica em cobre, ferro, magnésio e zinco; é fonte de cálcio e possui alto teor de fibras. A farinha da amêndoa de baru autoclavada pode ser utilizada como uma fonte complementar de proteínas, como uma boa opção para dietas saudáveis, e como um ingrediente que apresenta vantagens nutricionais em alimentos.

Palavras-chave: *Dipteryx alata* Vog. Composição química. Aminoácidos. Avaliação biológica. Qualidade da proteína.

ABSTRACT

The objective of the study was to investigate the nutritional and functional characteristics and assess the biological quality of the baru almond flour partially defatted. It was determined the proximate composition, total phenolic content, total tocopherols and carotenoids, and antioxidant capacity of this flour. The proximate composition, total phenolic, total tocopherols and carotenoids contents, and the antioxidant capacity of this flour were determined. The antinutrient trypsin inhibitor was analyzed before and after the processing of the flour. An assay with 24 Wistar male rats was conducted to evaluate the protein quality in vivo. The flour of autoclaved baru almond showed better chemical and nutritional quality than the flour in natura, and the trypsin inhibitor was inactivated after autoclaving. The flour of autoclaved baru almond is a food with high content of quality protein ($29 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) good composition of essential amino acids (Amino Acid Score= 114%), and good digestibility (70%). This coproduct of baru almond also has significant amounts of bioactive compounds, such as phenolics ($662 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) and good antioxidant activity ($130 \mu\text{mol/Trolox eq}$). Moreover, the flour of baru almond is rich in copper, iron, magnesium and zinc, and it is source of calcium and has high content of fiber. The flour of autoclaved baru almond can be used as a complementary source of protein, as a good option for healthy diets and as an ingredient of foods with nutritional advantages.

Key-words: *Dipteryx alata* Vog. Chemical composition. Amino acids. Biological evaluation. Protein quality.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1	BARU.....	8
2.1.1	Aspectos gerais	8
2.1.2	Características nutricionais da amêndoa de baru.....	9
2.1.3	Farinha da amêndoa de baru parcialmente desengordurada.....	10
2.2	COMPOSTOS BIOATIVOS EM NOZES E SEMENTES COMESTÍVEIS.....	10
2.3	FATORES ANTINUTRICIONAIS E QUALIDADE PROTÉICA DA AMÊNDOA DE BARU.....	12
3	OBJETIVOS	13
3.1	OBJETIVO GERAL.....	13
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
4	MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1	OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS.....	14
4.2	OBTENÇÃO DA FAB.....	14
4.3	DETERMINAÇÃO DE MACRONUTRIENTES.....	14
4.4	ANÁLISE DE MINERAIS.....	15
4.5	DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS.....	15
4.5.1	Teor de fenólicos totais.....	15
4.5.2	Teor de tocoferóis totais.....	15
4.5.3	Teor de carotenóides totais.....	16
4.5.4	Teor de taninos.....	16
4.5.5	Teor de fitatos.....	16
4.6	DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE.....	16
4.7	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE PROTEICA.....	17
4.7.1	Análise de aminoácidos.....	17
4.7.2	Inibidor de tripsina.....	17
4.7.3	Ensaio biológico.....	17
4.7.4	Índices de qualidade protéica.....	18
4.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	19
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5.1	COMPOSIÇÃO EM MACRONUTRIENTES.....	20
5.2	COMPOSIÇÃO EM MINERAIS.....	22
5.3	TEOR DE COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE.....	23
5.4	PERFIL DE AMINOÁCIDOS.....	24
5.5	INIBIDOR DE TRIPSINA.....	25
5.6	ENSAIO BIOLÓGICO.....	26
5.6.1	Ensaio biológico.....	26
5.6.2	Qualidade protéica.....	27
6	CONCLUSÃO	29
	REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

O estudo da composição química dos alimentos nativos contribui para um melhor entendimento da relação entre nutrição e biodiversidade, especialmente em termos do processo de produção de alimentos para a nutrição humana. A convenção sobre diversidade biológica recomenda o uso sustentável da biodiversidade em programas relacionados com segurança alimentar e nutricional da população, bem como estimula a preservação e conservação do bioma natural (ALCÁZAR, 2005).

Nozes e sementes comestíveis têm altos teores de lipídios, proteínas, fibra dietética e cinzas (minerais), e têm um bom perfil de aminoácidos essenciais, geralmente com uma ligeira deficiência em lisina. Esses alimentos constituem importantes fontes de proteína e de compostos bioativos para dietas à base de vegetais, bem como para dietas saudáveis, uma vez que a ingestão de nozes e sementes comestíveis está associada com um risco reduzido de doenças crônicas. No entanto, relativamente poucos estudos têm investigado a qualidade da proteína desses alimentos, especialmente de nozes e sementes comestíveis produzidas no Brasil (FREITAS; NAVES, 2010; TOLEDO; BURLINGAME, 2006; VENKATACHALAM; SATHE, 2006; YANG, 2009).

A região Central do Brasil produz a amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.), uma semente comestível que pertence à espécie de leguminosas (Família *Fabaceae*) nativa do Cerrado brasileiro (SOARES et al., 2008). Embora as características físicas do fruto baru, e de sua amêndoa, tenham sido relatadas com frequência na literatura, existem poucos estudos da composição química da amêndoa do baru. Esta amêndoa é rica em proteínas (25-30 g.100g⁻¹), lipídios (cerca de 40 g.100g⁻¹) e fibras (14 g.100g⁻¹), e é uma boa fonte de ácidos graxos insaturados, principalmente o ácido oléico. Além disso, a amêndoa de baru é fonte de minerais, com destaque para o cálcio, ferro e zinco (SANO; VIVALDI; SEPHAR; 1999; TAKEMOTO et al., 2001; TOGASHI; SGARBIERI, 1994; TOGASHI; SGARBIERI, 1995), e de fibras alimentares (FERNANDES et al., 2010).

O óleo de baru constitui um dos coprodutos da amêndoa de baru de importância social e comercial, sendo inclusive exportado. A extração do óleo da amêndoa de baru é praticamente artesanal, realizada em cooperativas por prensagem mecânica, e o coproduto gerado desta extração (farinha da amêndoa de baru) apresenta relevância nutricional, sobretudo pelos seus elevados teores de proteína (49 g.100g⁻¹) e cinzas (5 g.100g⁻¹) (GUIMARÃES et al., 2012). Não há relatos sobre os teores de fibras desta farinha. Ainda que

tenha relevância nutricional para compor uma dieta saudável, não se conhece o potencial antioxidante dessa farinha, assim como não há estudos mais abrangentes de sua composição química e nutricional. A qualidade proteica da farinha da amêndoa de baru foi avaliada somente em um estudo descrito na literatura, por ensaio *in vitro*, e este coproduto vem sendo comercializado apenas para formulação de ração animal.

O potencial nutricional da amêndoa de baru e da farinha da amêndoa de baru, aliado à tendência de utilizar os coprodutos nutritivos da agroindústria alimentícia para alimentação humana, justificam este estudo. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi investigar as características nutricionais e funcionais e avaliar a qualidade biológica da farinha da amêndoa de baru parcialmente desengordurada

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 BARU

2.1.1 Aspectos gerais

O barueiro (*Dipteryx alata* Vog.) frutifica durante três meses por ano (agosto, setembro e outubro). O fruto, denominado baru (*Dipteryx alata* Vog.), apresenta-se como uma drupa elipsóide de formato oval. É composto por casca, cuja cor varia de bege-escuro a marrom avermelhada, opaca e superfície irregular de textura lisa; polpa fibrosa e macia; e endocarpo duro, formado de fibras lignificadas e amêndoa (ou castanha), levemente ovalada, lisa e brilhante (FERREIRA et al., 1998; TOGASHI; SGARBIERI, 1994).



Figura 1. Barueiro e fruto do barueiro (baru) *in natura*.

O interesse tecnológico pela polpa do baru justifica-se por suas características químicas. A polpa é composta principalmente por fibras, açúcares, vitaminas e sais minerais, como o potássio, cobre, ferro, cálcio, fósforo e magnésio. Quando o fruto está imaturo, a polpa contém elevados teores de taninos, que diminuem com a maturação, tornando o fruto caído no chão mais adequado para consumo (TOGASHI; SGARBIERI, 1994; VALILLO; TAVARES; AUED, 1990).

A polpa e amêndoa do baru são utilizadas na alimentação humana, na forma de doces, geleias e licores (TAKEMOTO et al., 2001). Além disto, a farinha da amêndoa do baru pode ser utilizada como substituta do amendoim, em várias formulações de alimentos, como biscoitos, doces, pães, barra de cereais, entre outras (LIMA et al., 2010; SOARES JÚNIOR et al., 2007). O consumo da amêndoa de baru *in natura* não é recomendado, por conter um antinutriente, denominado inibidor de tripsina (TOGASHI, SGARBIERI, 1994).

2.1.2 Características nutricionais da amêndoa de baru

Em estudo com baru nativo do estado de Goiás, encontrou-se teor médio de umidade nas amêndoas estudadas de 2,93 a 5,07 g.100g⁻¹. Na elaboração de paçocas com amêndoa de baru torrada, encontrou-se nesta última, aproximadamente 2,47 g.100g⁻¹ de umidade (SANTOS et al., 2012; VERA et al., 2009).

A composição química da amêndoa de baru, em termos de lipídeos, proteínas e perfil de aminoácidos é similar à de outras sementes comestíveis e de nozes verdadeiras. O conteúdo elevado de proteínas e lipídeos faz da amêndoa do baru uma boa fonte energética e uma alternativa para o consumo de proteína de boa qualidade (FERNANDES et al., 2010; FREITAS et al., 2012). Segundo Fernandes et al. (2010), a amêndoa de baru é um alimento com proteína de qualidade e boa composição de aminoácidos essenciais, embora existam diferenças no perfil de aminoácidos entre as amêndoas de baru, dependendo da região de origem do fruto.

Vera et al. (2009) relataram que, entre os macrominerais de maior teor na amêndoa de baru, estão o potássio, fósforo e enxofre, e entre os microminerais de maior concentração, está o ferro. Estes autores afirmaram que a ingestão de 20 g de amêndoas de baru supre 53 a 79% da necessidade de ferro de uma criança de 4 a 6 anos. Além do ferro, Freitas e Naves (2010) relataram elevada concentração de zinco na amêndoa de baru, reforçando a capacidade antioxidante desse alimento. Já Fernandes et al. (2010) constataram elevado conteúdo de fibra alimentar na amêndoa de baru (16 g.100g⁻¹), sobretudo fibra insolúvel (11 g.100g⁻¹).

Takemoto et al. (2001), estudando a composição química de amêndoas de baru provenientes de Pirenópolis (GO), constataram que os componentes majoritários da amêndoa de baru foram os lipídios (38,2%), sendo que os ácidos graxos de maior ocorrência foram o oleico (ômega 9) e o linoleico (ômega 6), seguidos pelo ácido palmítico. Esta informação foi complementada por Fernandes et al. (2010), que estudaram a composição nutricional da amêndoa de baru, relatando conteúdo de 40% de lipídeos, considerando esta semente comestível uma boa fonte energética (535 kcal.100g⁻¹).

Com relação à composição em bioativos, Lemos et al. (2012) observaram o elevado teor de compostos fenólicos na amêndoa de baru com película, em relação à amêndoa sem película sugeriram que estes compostos são termolábeis, uma vez que, submetendo a amêndoa sem película à torrefação, esta perde consideravelmente o teor de compostos fenólicos, que está relacionado com sua atividade antioxidante. Estes autores constataram, ainda, que o ácido gálico é o principal composto fenólico da amêndoa de baru, mas que sua atividade antioxidante também está relacionada aos teores de catequina, ácido ferúlico e epicatequina.

2.1.3 Farinha da amêndoa de baru parcialmente desengordurada

A farinha da amêndoa de baru é utilizada na formulação de ração animal ou adubo. Na literatura foram encontrados apenas dois estudos que relataram características químicas e nutricionais desse coproduto. Guimarães et al. (2012), ao estudar a farinha da amêndoa de baru, relataram os seguintes teores de umidade, proteína, lipídeos e cinzas, respectivamente: 4 g.100g⁻¹; 49 g.100g⁻¹; 7 g.100g⁻¹ e 5 g.100g⁻¹. As proteínas mais representativas dessa farinha foram albumina e globulina, apresentando picos de solubilidade em pH ácido e básico. Quanto à digestibilidade *in vitro* da proteína deste coproduto, o valor encontrado foi de 58,42%.

Cruz et al. (2011), ao estudar a solubilidade das proteínas da amêndoa de baru, constataram que 80% das proteínas totais presentes nesta semente foram solubilizadas e recuperadas por meio da técnica de fracionamento. Os resultados obtidos indicaram predominância de globulinas (61,4%), e que a proteína da amêndoa de baru é típica de sementes de leguminosas.

2.2 COMPOSTOS BIOATIVOS EM NOZES E SEMENTES COMESTÍVEIS

Estudos epidemiológicos mostram que muitos compostos fenólicos presentes em frutos, nozes e sementes de leguminosas são parcialmente responsáveis por seus efeitos benéficos à saúde. Os compostos fenólicos são metabólitos secundários com importância fisiológica e metabólica considerável e têm um papel importante no crescimento e reprodução de plantas, proporcionando proteção contra agentes patogênicos e predadores (BRAVO, 1998). Abe, Lajolo e Genovese (2010) encontraram a seguinte ordem decrescente para o conteúdo de fenólicos em nozes e sementes comestíveis: nozes > amendoim > pistache > castanha de caju > amêndoas > castanhas. O principal polifenol encontrado em nozes e sementes comestíveis foi o ácido elágico. Esses compostos agem como antioxidantes, não somente pela sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, mas também em virtude de seus radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento, particularmente de lipídios (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSSET, 1995).

Os tocoferóis podem agir, da mesma maneira que os compostos fenólicos, como antioxidantes e são componentes importantes na fração de óleos vegetais e nozes. Ao longo dos últimos anos, seus efeitos benéficos à saúde resultaram em um grande interesse em quantificá-los em diferentes alimentos. A proporção de tocoferóis varia com a natureza do óleo e tam-

bém com outros fatores, tais como a origem de cultivo e tempo, entre outros. As nozes e sementes comestíveis são boas fontes de vitamina E para a alimentação humana, com destaque para o α -tocoferol. A composição em selênio e zinco das nozes verdadeiras e sementes comestíveis reforça o potencial antioxidante desses alimentos (FREITAS; NAVES, 2010; ORTIZ; MOYA; NAVARRO, 2006). Em estudo com sementes comestíveis, Maguire et al. (2004) constataram que o α -tocoferol foi o tocoferol predominante em amêndoa, amendoim, avelã e macadâmia.

Os carotenoides são antioxidantes por sua capacidade de sequestrar formas altamente reativas de oxigênio e desativar radicais livres. Segundo Almeida et al. (1998), grande parte das frutas nativas em regiões típicas de clima tropical são ricas em carotenoides, como castanhas e algumas sementes comestíveis, que geram óleo de coloração amarela intensa. Aproximadamente 600 carotenoides são encontrados na natureza, constituindo o maior grupo de corantes naturais, cuja coloração pode variar entre o amarelo claro, o alaranjado e o vermelho. Alguns podem ser convertidos em vitamina A (carotenoides provitamina A) e outros estão associados à capacidade antioxidante *in vivo*, podendo reduzir o risco de câncer e de outras doenças crônico-degenerativas, sem que estes sejam primeiro convertidos em vitamina A. O betacaroteno, o licopeno e a luteína são os carotenoides mais estudados na literatura, por suas propriedades benéficas: o primeiro, por sua atuação como provitamina A, e os dois últimos, por apresentarem atividade antioxidante.

Nas leguminosas, os taninos têm recebido atenção por causa de alguns efeitos prejudiciais à dieta, como cor do alimento, devido às reações de escurecimento enzimático e diminuição da sua palatabilidade, devido à adstringência. Seu conteúdo pode variar de acordo com as condições climáticas, geográficas e maturação. Podem apresentar uma composição química variada e pouco conhecida. Os taninos podem ser considerados como antinutrientes por causa do efeito adverso na digestibilidade da proteína e na absorção de nutrientes como nitrogênio e fósforo. Por outro lado, os taninos podem ter efeito antioxidante que trazem benefícios para a saúde (GILANI; COCKELL; SEPEHR, 2005).

Os fitatos são conhecidos por causar a deficiência de minerais em populações que têm as dietas à base de grãos, e também é uma preocupação em grupos específicos que têm ingestão mineral marginal, como crianças, adolescentes, mulheres grávidas e idosos. A razão molar de fitato : mineral parece ser importante para estimar a absorção, especialmente de ferro e de zinco. Apesar de seus possíveis efeitos deletérios sobre a nutrição humana, o fitato também pode ser um antioxidante eficaz (WEAVER ; KANNAN, 2002).

2.3 FATORES ANTINUTRICIONAIS E QUALIDADE PROTÉICA DA AMÊNDOA DE BARU

Os fatores antinutricionais presentes em alimentos podem provocar efeitos fisiológicos adversos ou diminuir a biodisponibilidade de nutrientes. A maior questão sobre os riscos à saúde provocados por antinutrientes é o desconhecimento dos níveis de tolerância, do grau de variação do risco individual e da influência de fatores ambientais sobre a capacidade de detoxificação do organismo humano. Dentre os fatores antinutricionais, os inibidores de proteases e as lectinas são considerados instáveis ao tratamento térmico. A hipertrofia pancreática causada pelos inibidores de tripsina tem sido relatada em alguns estudos com animais (SILVA; SILVA, 2000). Na literatura há apenas um estudo que avaliou os teores de lectina e inibidor de proteases em amêndoa de baru, crua e torrada. No referido estudo, o teor de lectina não foi relevante na amêndoa (crua ou torrada), ao passo que o teor de inibidor de tripsina encontrado foi de $3 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para a amêndoa crua, que foi inativado após processo de torrefação (200°C por 15 min) (TOGASHI; SGARBIERI, 1994).

No caso de sementes comestíveis, é muito importante determinar os fatores antinutricionais antes e após o processamento térmico, pois, além de sua provável toxicidade, estes antinutrientes podem afetar a digestibilidade das proteínas. O valor proteico dos alimentos depende, primeiramente, da composição em aminoácidos de suas proteínas, entretanto, é a digestibilidade dessa proteína que vai determinar o quanto esses aminoácidos estarão disponíveis para absorção. A digestibilidade proteica pode ser avaliada por meio de ensaios *in vitro* e *in vivo*, contudo, os ensaios com animais fornecem resultados mais fidedignos e reproduzíveis para a nutrição humana (FAO, 1991; FAO, 2007; YOUNG; PELLETT, 1994).

Diante da importância do perfil de aminoácidos para determinar a qualidade protéica da amêndoa de baru, Fernandes et al. (2010) constataram pequena deficiência em lisina e/ou aminoácidos sulfurados nas amostras analisadas. Segundo os referidos autores, esta proteína satisfaz, em média, 92% das necessidades de aminoácidos essenciais para escolares. Em estudos realizados para avaliar a qualidade da proteína da amêndoa de baru, foi constatada boa qualidade proteica, conforme valores de PDCAAS, que variaram de 66 a 79% em relação à proteína padrão. Ressalta-se, nestes estudos, que a amêndoa de baru foi recomendada como fonte alternativa de proteína de boa qualidade, em uma alimentação saudável (CZEDER et al., 2012; FERNANDES, et al., 2010).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Investigar as características nutricionais e funcionais e avaliar a qualidade biológica da farinha de amêndoa de baru parcialmente desengordurada.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a composição centesimal, os teores de fenólicos totais, carotenoides totais, tocoferóis totais, teor de taninos e teor de fitatos e a capacidade antioxidante da farinha da amêndoa de baru, *in natura* e autoclavada.
- Investigar a presença de fatores antinutricionais na farinha da amêndoa de baru, *in natura* e autoclavada.
- Estimar a qualidade proteica *in vivo* da farinha da amêndoa de baru, *in natura* e autoclavada.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS

Os frutos foram colhidos na região de Urutaí - GO, cidade pertencente a mesorregião sul do estado de Goiás (coordenadas: 17°27'51.83" S e 48°12'12.51" W, e elevação de 779 m) na época de safra, entre os meses de agosto e setembro de 2012. Para obter representatividade, os frutos foram colhidos de oito árvores, distantes entre si mais de 200 m. Foram coletados 150 frutos, em três lotes com cinquenta frutos cada, por árvore, e em dias diferentes, por lote. No total, foram 1200 frutos coletados e armazenados em câmara fria (temperatura média entre 5 e 10 °C), mantidos em sacos codificados com pequenos orifícios que permitissem a respiração do fruto, até o início do experimento.

4.2 OBTENÇÃO DA FARINHA PARCIALMENTE DESENGORDURADA DA AMÊNDOA DE BARU

Os frutos sadios foram selecionados e destes foram extraídas as amêndoas, utilizando uma foice – sistema guilhotina. As amêndoas foram prensadas em prensa hidráulica (Caver Laboratory Press, model C, n° série 24000-415) sem aquecimento com controle de pressão (9 ton) para remoção do óleo. No óleo extraído foram realizadas as análises de tocoferóis totais e de carotenoides totais. A torta que restou do processo de extração do óleo foi triturada em moinho(processador PA- 7SE com frequência de 60Hz, potência 0,33 CV/ 245w) e peneirada (10 mesh). A farinha obtida foi dividida em dois lotes sendo que um passou por um processo de autoclavagem 131°C por 30 min (em frasco de vidro Pyrex com tampa, autoclavável) e o outro foi mantido *in natura*, ambos os lotes foram analisados quimicamente (composição centesimal, fenólicos e carotenóides totais, capacidade antioxidante, inibidor de tripsina, perfil de aminoácidos e micronutrientes) e foram avaliados biologicamente (EAE, PDCAAS, NPR, RNPR).

4.3 DETERMINAÇÃO DE MACRONUTRIENTES

A composição centesimal foi determinada, em replicatas, por meio das análises de umidade, conforme técnica descrita pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC,

2010); nitrogênio total, segundo o método de micro-kjeldahl AOAC (2010); lipídios totais, por Soxhlet (AOAC, 2010); fibra alimentar total, conforme técnica enzimática gravimétrica descrita por Prosky et al. (1985), e resíduo mineral fixo, por incineração em mufla a 550°C (AOAC, 2010). Os carboidratos foram estimados por diferença, subtraindo-se de cem por cento (100%) os valores obtidos para umidade, proteínas, lipídios, resíduo mineral fixo e fibra alimentar total. A partir dos dados da composição centesimal, foi estimado o valor energético (calórico) das amostras, considerando-se os fatores de conversão de Atwater de 4, 4 e 9 para proteína, carboidrato e lipídio, respectivamente (MERRIL; WATT, 1973).

4.4 ANÁLISE DE MINERAIS

Os minerais foram determinados mediante digestão da matéria orgânica com ácido nítrico e peróxido de hidrogênio em chapa de aquecimento, e quantificados usando as intensidades de luz emitidas pelos elementos, em espectrômetro de emissão e plasma de argônio indutivamente acoplado (ICP OES) (SLAVIN; PETERSEN; LINDHAL, 1975).

4.5 DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS

4.5.1 Teor de compostos fenólicos totais

Para a determinação de fenólicos totais adotou-se o método de Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Genovese et al. (2008). Primeiramente, uma alíquota dos extratos foi diluída em metanol para a elaboração de uma solução de concentração 0,5 mg/mL. Uma alíquota de 0,5 mL dessa solução foi adicionada a 1 mL de reagente de Folin-Ciocalteu e 10 mL de solução de carbonato de sódio (Na_2CO_3). A absorvância da solução foi medida em espectrofotômetro (marca Varian, modelo Cary 50 scan) a 750 nm. O ácido gálico foi usado como padrão espectrofotométrico e o conteúdo de fenólicos totais foi expresso como equivalentes de ácido gálico (GAE/100g de amostra fresca).

4.5.2 Teor de tocoferóis totais

Os tocoferóis foram analisados como descrito a seguir: 1,0 g do óleo (extraído das amostras) foi pesado num frasco de vidro e, em seguida, completou-se com 10 mL de hexano. A mistura foi filtrada em membrana de celulose regenerada, depois foi homogeneizada e

injetada no sistema de HPLC (marca Shimadzu, modelo Luna/Phenomenex 4.6 x 250 mm). Os picos de tocoferóis foram identificados por comparação dos tempos de retenção com os de padrões autênticos, e comparando os espectros de absorção obtidos por DAD (Detector de Arranjo de Diodos). A quantificação foi realizada por calibração externa (FIRESTONE, 2009).

4.5.3 Teor de carotenoides totais

Os carotenoides totais foram extraídos com KOH (hidróxido de potássio), e o extrato foi lavado com água destilada, em funil de separação, segundo o método descrito por Higby (1962). Filtrou-se em membrana. Logo após, realizou-se a leitura em HPLC (marca Shimadzu, modelo Luna/Phenomenex 4.6 x 250 mm) (RAMOS et al., 2001).

4.5.4 Teor de taninos

Os taninos foram quantificados através de elaboração do extrato das farinhas com água deionizada e reação deste extrato com Folin- Denis e carbonato de sódio. A absorbância foi determinada a 760 nm em espectrofotômetro (marca Varian, modelo Cary 50 scan). O padrão espectrofotométrico foi o ácido tânico (HORWITZ, 2010).

4.5.5 Teor de fitatos

Os fitatos foram quantificados através da elaboração do extratos com HCl 2,4%, em coluna cromatográfica com adição de NaCl 0,1M e 0,7 M. A reação é realizada com reagente Wade e lida em espectrofotômetro (marca Varian, modelo Cary 50 scan) a 500 nm. O padrão espectrofotométrico foi o ácido fítico (LATTA; ESKIN, 1980).

4.6 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

A captura do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH) foi baseada na metodologia de Blois (1958) e Brand-Williams, Curvelier e Berset (1995), utilizando o radical estável DPPH, que sofre redução pelos antioxidantes com mudança de coloração violeta para amarela, proporcional à concentração da substância redutora da amostra. Uma alíquota dos extratos foi diluída em metanol para a elaboração de uma solução de concentração 0,5 mg/mL. Foi adicionado 0,1 mL de DPPH. A leitura foi realizada em espectrofotômetro UV (marca Varian, modelo Cary 50 scan) em 515 nm.

4.7 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE PROTÉICA

4.7.1 Análise de aminoácidos

As amostras foram submetidas à hidrólise ácida de proteínas e peptídeos por meio de solução aquosa de ácido clorídrico bidestilado a 104 °C, contendo 0,1% de fenol (m/v), para a quantificação dos aminoácidos lisina, histidina, arginina, ácido aspártico, treonina, serina, ácido glutâmico, prolina, glicina, alanina, cisteína, valina, metionina, isoleucina, leucina, tirosina e fenilalanina. Após a hidrólise ácida em solução, as amostras foram secas em concentrador rotativo e ressuspensas em solução tampão de citrato de sódio 0,17M, pH 2,2, contendo polietilenoglicol 400 a 15% (v/v) e tioglicol 0,4% (v/v) (MOORE; SPACKMAN; STEIN, 1958). Em seguida, as amostras submetidas à hidrólise foram aplicadas em analisador automático e após eluição nas colunas e reação com ninidrina, os aminoácidos foram detectados colorimetricamente e quantificados. A partir dos resultados das análises de aminoácidos, foi estimado o escore de aminoácidos essenciais (EAE), que corresponde à proporção do aminoácido mais limitante (primeiro limitante) do alimento-teste em relação às necessidades de aminoácidos essenciais de crianças em idade escolar, usadas como padrão de referência, de acordo com FAO (2007).

4.7.2 Inibidor de tripsina

A FAB *in natura* e a FAB autoclavada foram diluídas com NaOH 50%, filtradas, diluídas em água e filtradas novamente. Uma alíquota de 1 mL da amostra foi pipetada em tubo de ensaio, em banho-maria, e foi adicionado à amostra, 2 mL de tripsina, 5 mL de BAPA (Benzoil-l-arginina-p-nitroanilida) e 1 mL de TCA (ácido tricloroacético) para completar o volume. Após centrifugação, o sobrenadante foi coletado e foi realizada leitura em espectrofotômetro a 410 nm (FIRESTONE, 2009).

4.6.3 Ensaio biológico

Para conduzir o experimento, o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Goiás (Protocolo n° 153/2008).

Para avaliar a qualidade proteica da farinha da amêndoa de baru (FAB), foi conduzido um ensaio biológico com 24 ratos machos (linhagem Wistar), recém-desmamados. Os animais foram distribuídos em três grupos de seis ratos. Os ratos foram mantidos em gaiolas individuais, recebendo água e alimento *ad libitum*, por um período de 14 dias. A iluminação foi mantida em ciclos de claro/escuro de 12 horas.

As dietas foram preparadas segundo a AIN-93G (REEVES; NIELSEN; FAHEY, 1993). Foram formuladas quatro dietas: padrão (com caseína); dieta sem proteína (aproteica) e duas dietas experimentais - FAB *in natura* e FAB autoclavada (Tabela 1). As dietas foram preparadas em quantidades suficientes para todo o ensaio, de acordo com o consumo estimado para ratos em fase de crescimento (15g/dia). Essas dietas foram analisadas química e estatisticamente para confirmar a formulação isolipídica e isoproteica.

Tabela 1. Formulação das dietas experimentais e teores de lipídeos e proteínas destas dietas

Formulação g.100g ⁻¹	Dieta ¹			
	Caseína (padrão)	FAB ² <i>in natura</i>	FAB autoclavado	Aproteica
Caseína ³	12,50	-	-	-
FAB	-	36,20	35,08	-
Óleo de soja	6,70	2,33	2,30	7,00
Mistura mineral	3,50	3,50	3,50	3,50
Mistura vitamínica	1,00	1,00	1,00	1,00
Bitartarato de colina	0,25	0,25	0,25	0,25
Amido de milho	70,87	56,72	57,87	83,25
L-cistina	0,18	-	-	-
Fibra (celulose)	5,00	-	-	5,00
Composição (g.100g ⁻¹)				
Proteína	10,72±0,26 ^a	10,39±1,24 ^a	11,65±0,06 ^a	0,24±0,03 ^b
Lipídeos	7,53±0,58 ^a	7,16±0,51 ^a	7,68±0,32 ^a	7,49±0,52 ^a

¹Dietas elaboradas segundo AIN-93G (REEVES; NIELSEN; FAHEY, 1993), contendo 10% de proteína, exceto a aprotéica. ²Farinha da amêndoa de baru. ³Proteína padrão (80 g.100g⁻¹ de proteína e 3 g.100g⁻¹ de lipídeos). Médias com letras iguais na mesma linha não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.7.4 Índices de qualidade proteica

Para avaliar a eficiência proteica das farinhas (*in natura* e autoclavada) foi utilizado o método NPR (Net Protein Ratio), segundo Pellett e Young (1980). O NPR foi determinado no 14º dia do experimento, considerando o ganho de peso do grupo-teste mais a perda de peso do grupo com dieta aprotéica, em relação ao consumo de proteína do grupo teste, correspondendo à fórmula:

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

A partir dos dados de NPR, foi calculado o valor de NPR relativo (Relative Net Protein Ratio, RNPR), que mede a porcentagem do NPR do grupo-teste em relação ao da proteína padrão (caseína).

Além do NPR, a qualidade protéica foi avaliada pelo método *Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score* (PDCAAS), preconizado pela FAO (1991). O PDCAAS considera dois parâmetros na avaliação da qualidade proteica: a digestibilidade e a capacidade da proteína de suprir as necessidades de aminoácidos essenciais de humanos. A digestibilidade é avaliada pelo quociente do nitrogênio absorvido pelo nitrogênio ingerido na dieta, expresso em porcentagem. Para a determinação do nitrogênio fecal, as fezes foram coletadas durante sete dias de experimento, acondicionadas em recipientes individuais para cada animal, e mantidas sob refrigeração. Posteriormente ao período de coleta, as fezes foram secas em estufa a 100 °C, por 24 horas, depois resfriadas em dessecador, pesadas e então trituradas para determinação do teor de nitrogênio, pelo método de micro-Kjeldahl (AOAC, 2010). A partir do resultado dessa análise, a digestibilidade verdadeira (Dv) das fontes proteicas foi determinada pela obtenção da quantidade de nitrogênio ingerido pelos ratos (I), a quantidade de nitrogênio excretado nas fezes pelo grupo de ratos com dieta proteica (F), e a quantidade de nitrogênio fecal metabólico (endógeno) excretado nas fezes pelo grupo de ratos com dieta aprotéica (Fe). Assim, a digestibilidade foi calculada pela seguinte fórmula, conforme FAO (1991):

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

O Escore de Aminoácidos Essenciais (EAE) foi calculado a partir do resultado da análise de aminoácidos, que corresponde à proporção do aminoácido mais limitante do alimento-teste em relação às necessidades de aminoácidos essenciais de crianças em idade escolar (FAO, 2007). A partir desses dados, o PDCAAS foi determinado por meio do produto do EAE pela Dv da proteína FAO (1991), isto é:

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

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados das análises químicas e nutricionais foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparação de médias (Tukey, a 5% de probabilidade), exceto no caso de comparações entre dois grupos de dados (Teste t). Foi realizada análise de regressão linear do peso dos animais em relação ao tempo de experimento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 COMPOSIÇÃO EM MACRONUTRIENTES

Os teores de umidade da amêndoa de baru integral e da FAB *in natura* e autoclavada foram baixos. O processo de autoclavagem (131 °C por 30 minutos) manteve o teor de umidade da FAB autoclavada, em relação ao teor de umidade da amêndoa de baru integral. Em geral, sementes e nozes comestíveis possuem baixa atividade de água (BRUFAU; BOATELLA; RAFECAS, 2006). Baixos teores de umidade e baixa atividade de água podem contribuir para aumentar a vida de prateleira do produto.

De forma geral, a FAB, tanto *in natura* quanto autoclavada, concentrou os teores de macronutrientes da amêndoa de baru integral, reafirmando a otimização do uso da amêndoa de baru na indústria de alimentos e a possibilidade de inserção dessa farinha na alimentação humana (Tabela 2). O teor de cinzas encontrado na FAB foi elevado, conforme reportado na literatura (TAKEMOTO et al., 2001; TOGASHI; SGARBIERI, 1994).

A amêndoa de baru integral apresentou alto teor de proteína (20%), mais elevado que os teores encontrados na literatura para nozes, como avelã, castanha-de-caju, amêndoa, macadâmia e pistache (7%-19%). Contudo, os teores de proteína da amêndoa de baru integral relatados na literatura (26-28%) foram superiores ao encontrado no presente estudo. Esta variabilidade de resultados pode ocorrer pela variação genética existente entre frutos nativos de regiões diferentes, ou mesmo por variações ambientais (FERNANDES et al., 2010; FREITAS et al., 2012; LIMA et al., 2010; VENKATACHALAM E SATHE, 2006; VERA et al., 2009). Apesar de ser deficiente em alguns aminoácidos essenciais, a amêndoa e a farinha da amêndoa de baru constituem alimentos fonte de proteína, e podem fazer parte de dietas saudáveis, e de alimentos processados à base de vegetais.

Quanto ao teor lipídico residual na FAB (13%), este foi praticamente o dobro do teor lipídico encontrado na literatura (7%). Este alto teor lipídico que restou na amêndoa de baru prensada não foi retirado por método complementar por solventes, porque o objetivo foi reproduzir o método de extração realizado por cooperativas, no estado de Goiás, que é somente físico. Este conteúdo residual de óleo agrega valor nutricional à FAB, uma vez que o óleo de baru é rico em ácidos graxos insaturados, sobretudo em ácidos graxos monoinsaturados, tocoferóis e traços de carotenoides (Tabela 2) (GUIMARÃES et al., 2012; TAKEMOTO et al., 2001). Os teores lipídico e proteico da FAB conferem vantagem a esta

matéria-prima na elaboração de produtos com alta densidade de nutrientes. um teor reduzido de valor energético em relação à amêndoa de baru integral (LORDA; RANGIL; SALVADÓ, 2003; SABATÉ, 2003).

Tabela 2. Composição centesimal, compostos bioativos e inibidor de tripsina da amêndoa de baru integral e do farinha da amêndoa de baru (FAB) *in natura* e autoclavada

Componente	Amêndoa de baru integral	FAB <i>in natura</i>	FAB autoclavada
Macronutriente (g.100g⁻¹)			
Umidade	7,38 ± 0,19 ^b	9,95 ± 0,21 ^a	7,16 ± 0,00 ^b
Cinzas	2,46 ± 0,43 ^b	3,81 ± 0,16 ^a	3,82 ± 0,05 ^a
Proteína ¹	19,72 ± 0,11 ^c	27,83 ± 0,58 ^b	29,05 ± 0,15 ^a
Lipídeos	38,37 ± 0,07 ^a	12,59 ± 0,28 ^b	12,97 ± 0,13 ^b
Fibras	12,60 ± 0,30 ^b	16,12 ± 0,39 ^a	17,36 ± 0,07 ^a
Carboidratos	19,47 ± 0,22 ^b	30,15±0,32 ^a	29,64 ± 0,08 ^a
VET ²(kcal).100g⁻¹			
VET ² (kcal).100g ⁻¹	502,09 ± 0,22 ^a	345,23 ± 0,32 ^b	351,49 ± 0,08 ^b
Composto bioativo			
Fenólicos (mg.100g ⁻¹)	388,04 ± 47,61 ^c	588,11 ± 63,45 ^b	662,04 ± 34,43 ^a
Taninos (mg.100g ⁻¹)	562,87 ± 3,57 ^c	992,51 ± 3,95 ^a	648,26 ± 3,15 ^b
Fitatos (mg. 100g ⁻¹)	312,68 ± 0,12 ^b	447, 87 ± 0,11 ^a	254,43 ± 0,15 ^c
Tocoferol (mg.100g ⁻¹)	11,61± 0,08 ^a	1,46 ± 0,08 ^b	1,50 ± 0,08 ^b
Carotenoide (µg.100g ⁻¹)	11,40 ± 0,40 ^a	1,43 ±0,40 ^b	1,47 ± 0,40 ^b
Capacidade antioxidante (µmol/Trolox eq)	67,00 ± 6,31 ^b	130,93 ± 13,27 ^a	130,46 ± 7,18 ^a
Antinutriente			
Inibidor de tripsina (UTI/mg)	12,84 ± 0,10 ^a	12,89 ± 0,24 ^a	0,46 ± 0,44 ^b

¹Fator de conversão de nitrogênio total para proteína bruta: 6,25. ² Valor energético total. Médias com letras iguais na mesma linha não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A FAB *in natura* e autoclavada apresentaram altos teores de fibra alimentar. Segundo os parâmetros estabelecidos pela Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998 da ANVISA (BRASIL, 1998), o conteúdo de 6 g.100 g⁻¹ de fibra define um alimento sólido como sendo de alto teor de fibra alimentar. O teor de fibra da FAB chega a quase três vezes o valor mínimo preconizado pela ANVISA o que contribui com a sensação de saciedade quando o alimento é ingerido. Na literatura, relata-se que a maior parte das fibras de nozes e sementes comestíveis é insolúvel. Isso reforça o uso potencial desses alimentos, sobretudo por causa dos efeitos fisiológicos da fibra insolúvel, como o aumento do volume fecal e a redução do tempo de trânsito intestinal (ROBERFROID et al., 2010).

Ainda que os resultados da composição química sejam representados em 100g entende-se que essa porção é superior ao que poderia ser consumido diariamente dessa farinha. No entanto, se for consumida a porção indicada de 20 a 30g conforme previsto na pirâmide alimentar para farelos e cereais integrais, a FAB ainda contribuiria de forma relevante para a composição de uma dieta saudável, com alto teor de fibras, por exemplo.

Os teores de tanino e fitato foram reduzidos com a autoclavagem da farinha, melhorando a disponibilidade de alguns minerais para absorção. O baru maduro possui teor de taninos inferior ao baru ainda verde. Não foram detectados teores relevantes de taninos e fitatos em trabalho com amêndoa de baru crua e torrada. No entanto, os fitatos foram reduzidos a teores ainda mais irrelevantes com a torrefação (TOGASHI; SGARBIERI, 1994).

5.2 COMPOSIÇÃO EM MINERAIS

A FAB *in natura* é rica em cobre, ferro, magnésio e zinco (Tabela 3), pois satisfazem no mínimo, 30% da ingestão dietética recomendada (RDA) de referência. Além disso, a FAB *in natura* é fonte de cálcio, pois satisfaz 15% da RDA de referência (BRASIL, 1998). Essa composição em minerais é bastante relevante para a saúde, como por exemplo, o zinco, que atua como cofator de enzimas antioxidantes, impedindo e/ou controlando a formação de radicais livres e espécies não-radicalares envolvidas no estresse oxidativo (VINCENT; INNES; VINCENT, 2007). Ainda, o baixo teor de sódio, constatado na amêndoa de baru (0,3 mg.100g⁻¹) e na FAB, é uma boa característica, pois o consumo elevado de sódio constitui fator de risco para o desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas (Tabela 3).

Os valores de minerais encontrados na literatura para amêndoa de baru integral foram próximos aos resultados deste estudo. A FAB *in natura* apresentou teores de minerais mais elevados que a amêndoa de baru integral, confirmando que a extração lipídica da amêndoa de baru resultou na concentração dos minerais no seu coproduto (FERNANDES et al., 2010; TAKEMOTO et al., 2001; VALLILO; TAVARES; AUED, 1990). Outras sementes comestíveis, como amêndoa, amendoim e castanha-do-pará também são fontes de minerais, sobretudo cálcio, ferro e zinco (FERNANDES et al., 2010).

Tabela 3. Composição em minerais da amêndoa de baru integral e da farinha da amêndoa de baru (FAB) *in natura*, e relação com a EAR

Mineral (mg.100g ⁻¹)	EAR ¹ (mg/dia)	Amêndoa de baru integral	FAB <i>in natura</i>	% EAR da- FAB
Cálcio	800	88 ± 3,00 ^b	122 ± 7,00 ^a	15
Cobre	0,7	1 ± 0,04 ^a	1 ± 0,04 ^a	185
Ferro	7	3 ± 0,20 ^b	5 ± 0,30 ^a	71
Magnésio	300	107 ± 3,00 ^b	136 ± 6,00 ^a	45
Potássio	4700	678 ± 18,00 ^b	1052 ± 38,00 ^a	22
Sódio	1500	2 ± 0,02 ^a	0,3 ± 0,04 ^b	0,02
Selênio	45	0,1 ± 0,01	-	-
Zinco	8,1	2 ± 0,10 ^b	4 ± 0,20 ^a	48

¹EAR- Necessidade média estimada em mg/dia, para homens e mulheres na faixa etária de 19-50 anos. Fonte: IOM (1997, 2001, 2011). Médias com letras iguais na mesma linha não apresentam diferenças significativas pelo Teste t a 5% de probabilidade.

5.3 TEOR DE COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

Quanto aos compostos bioativos (Tabela 2), a FAB *in natura* apresentou teor de fenólicos (588 g.100g⁻¹) superior à amêndoa de baru integral (388 g.100g⁻¹), e também superior aos teores de fenólicos apresentados na literatura para castanha-de-caju crua e castanha-do-Brasil (106 a 381 g.100g⁻¹). O alto teor de fenólicos nos alimentos está relacionado com boa atividade antioxidante (ABE; LAJOLO; GENOVESE, 2010). Este aumento no teor dos compostos fenólicos pode ter como causa a remoção da umidade por calor úmido e pressão e ou/ remoção dos lipídios da FAB em relação a amêndoa de baru integral.

O α -tocoferol também é um antioxidante importante, pois protege os lipídios contra a peroxidação lipídica, por meio da reação com os radicais alcóxila e peróxila, convertendo-os em álcoois e hidroperóxidos, e formando o radical cromanoxila, que é pouco reativo (FERRAZ; STELUTI; MARCHIONI, 2010). Assim como consta na literatura, o α -tocoferol e o γ -tocoferol representam a maior proporção entre os tipos de tocoferóis encontrados na amêndoa de baru integral (JONNALA; DASHIHELL; DUNFORD, 2006). No caso da amêndoa de baru, foi encontrado apenas um estudo na literatura que relata o teor de alfa-tocoferol desta amêndoa, cujo valor (5 mg.100g⁻¹) é inferior ao encontrado neste estudo (7 mg.100g⁻¹). Segundo o Instituto Americano de Medicina (IOM, 2000), a ingestão diária recomendada (RDA) para vitamina E, expressa por alfa-tocoferol, é de 15 mg/dia, o que implica no consumo de 129 g de FAB para obter a quantidade necessária de vitamina E por dia (TAKEMOTO et al., 2001).

O teor de carotenoides encontrado no óleo de baru foi baixo em relação a produtos como óleo de pequi, por exemplo. No entanto, este grupo de compostos bioativos, bem como os fenólicos e os tocoferóis contribuem com a relevante capacidade antioxidante encontrada na farinha da amêndoa da baru *in natura* e autoclavada (130 $\mu\text{mol/Trolox eq}$).

5.4 PERFIL DE AMINOÁCIDOS

Segundo os resultados do perfil de aminoácidos, as proteínas da amêndoa de baru atendem às necessidades de aminoácidos essenciais de escolares, resultando em um EAE superior a 100% (Tabela 4).

Há cerca de duas décadas, as proteínas da amêndoa de baru eram qualificadas como bastante deficientes em aminoácidos sulfurados (EAE= 35%) (TOGASHI; SGARBIERI, 1994). Entretanto, em estudos recentes, com frutos procedentes de diferentes regiões do Cerrado, observaram-se valores de EAE da proteína da amêndoa de baru de 75% a 89,2% (CZEDER et al., 2012; FREITAS et al., 2012), sendo que em dois outros trabalhos constatou-se valores de EAE acima de 100% (FERNANDES et al., 2010; SOUSA et al., 2011), conforme observado no presente estudo. O perfil de aminoácidos para a FAB autoclavada é considerado semelhante ao da FAB *in natura* uma vez que os perfil aminoacídico não se altera de forma relevante com aquecimento (torrefação/ autoclavagem) (TOGASHI; SGARBIERI, 1994; FREITAS, 2012).

Tabela 4. Composição em aminoácidos da farinha desengordurada da amêndoa de baru (FAB) *in natura* em comparação com o padrão WHO/FAO/UNU

Aminoácido (mg.g ⁻¹ de proteína)	Padrão WHO/FAO/UNU ¹ para escolar	FAB <i>in natura</i>
Essenciais		
His	16,0	29,07
Ile	31,0	41,92
Leu	61,0	85,37
Lys	48,0	59,36
Met + Cys	24,0	27,36
Phe + Tyr	41,0	89,35
Thr	25,0	36,72
Trp	6,6	20,20 ²
Val	40,0	47,74
TOTAL	292,6	416,89
EAE (%) ³	100	114
Não Essenciais		
Asp	-	116,59
Glu	-	250,61
Ala	-	41,00
Arg	-	100,98
Gly	-	43,15
Pro	-	40,70
Ser	-	48,65
TOTAL	-	641,68

¹FAO (2007). ² Fonte: Fernandes et al. (2010). ³ EAE: Escore de Aminoácidos Essenciais.

5.5 INIBIDOR DE TRIPSINA

A FAB *in natura* apresentou teor considerável de inibidor de tripsina, mas quando ela foi autoclavada, este antinutriente foi desativado, restando apenas traços desse composto na FAB (Tabela 2). Na literatura, foi relatado que a amêndoa de baru crua apresentou cerca de 40 UTI/mg de inibidor de tripsina, e quando torrada, este teor reduziu consideravelmente, à 0,63 UTI/mg amostra (TOGASHI; SGARBIERI, 1994). É importante ressaltar que a inativação térmica de antinutrientes foi o motivo pelo qual a FAB passou pela autoclavagem, o que anulou seu provável efeito redutor da digestibilidade proteica. No entanto, há um impasse no que se refere à falta de valores limite para antinutriente em alimentos. De forma geral, tem-se como valor para comparação o teor de antinutriente da soja, que é considerado alto (105,5 UTI/mg de amostra) e é referência para grande parte de estudos, podendo oscilar de acordo com a variedade de soja (KAKADE; RACKIS; MCGHEE, 1974).

No presente estudo, a inativação térmica realizada por autoclavagem 131°C por 30 min, foi suficiente para reduzir o teor de antinutriente e manter e/ou melhorar as

características químicas e nutricionais do produto, que poderiam ser prejudicadas, por exemplo, em um processo de torrefação utilizando calor seco, a altas temperaturas (200°C). A autoclavagem é um processo térmico em que se pode controlar a temperatura e a pressão do ambiente em um sistema completamente fechado, conferindo maior confiabilidade ao experimento, além de trabalhar com calor úmido. Esse fator pode melhorar as características nutritivas do alimento, por exemplo, melhorar a digestibilidade da proteína.

5.6 ENSAIO BIOLÓGICO

5.6.1 Evolução de peso

Durante os quatorze dias de experimento, os pesos dos animais apresentaram uma tendência linear positiva de evolução em função do tempo, exceto para o grupo que recebeu dieta aprotéica, que apresentou tendência linear negativa, pois a falta de proteína impediu o crescimento e induziu à perda de peso dos animais. Os valores do coeficiente de determinação (R^2) variaram entre 0,69 e 0,97 entre as retas de evolução de peso. O grupo de animais que recebeu a FAB *in natura* cresceu menos que o grupo que recebeu FAB autoclavada, que teve crescimento similar ao padrão (Figura 2). Estes resultados indicam que houve inativação com a autoclavagem, de antinutrientes na farinha da amêndoa de baru, tornando-a mais apropriada para o consumo humano. Isto sugere também boa qualidade e biodisponibilidade da proteína da FAB autoclavada.

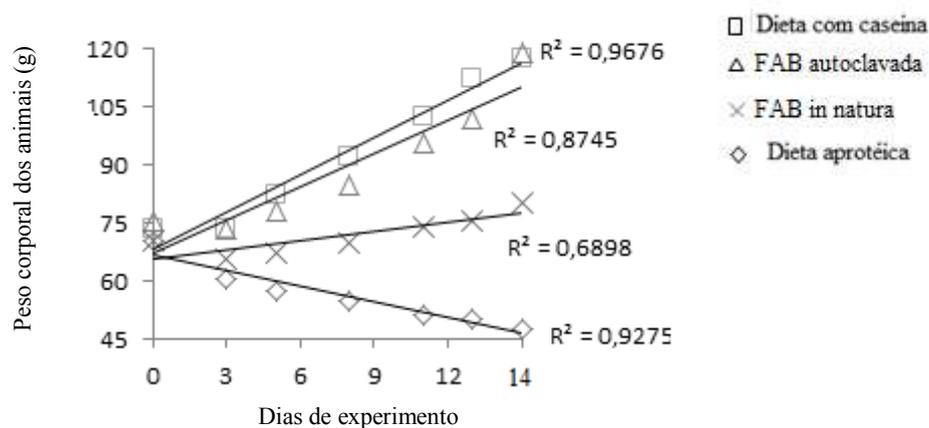


Figura 2. Evolução de peso de ratos submetidos a diferentes tratamentos durante quatorze dias de experimento.

5.6.2 Qualidade protéica

A eficiência protéica da amêndoa da FAB *in natura* foi menor que a encontrada para a FAB autoclavada (Tabela 4). A FAB autoclavada apresentou uma eficiência proteica de cerca de 70% (RNPR), com um acréscimo de eficiência de aproximadamente 30% em relação à amêndoa crua. Pesquisa com amêndoa de baru integral torrada procedente da mesma região que a amêndoa utilizada neste estudo, apresentou uma eficiência proteica semelhante (NPR=2,76) (CZEDER et al., 2012), que a encontrada neste trabalho para a FAB autoclavada (Tabela 4).

A digestibilidade da FAB *in natura* foi cerca de 50%, e conforme esperado, a FAB autoclavada melhorou a digestibilidade de sua proteína em, aproximadamente, 50%. Este resultado é inédito, uma vez que não foi encontrado na literatura nenhum estudo que avaliou a digestibilidade *in vivo* da proteína da farinha da amêndoa de baru. Pesquisas desta natureza devem ser estimuladas, uma vez que a amêndoa de baru é fonte de proteína, e seu perfil de aminoácidos pode variar muito em decorrência de sua variabilidade genética e da região de procedência do fruto.

A FAB autoclavada apresentou uma qualidade proteica, avaliada pelo PDCAAS, de aproximadamente 50% maior que a da FAB *in natura*, conforme também constatado por meio dos resultados de NPR (Tabela 4), comprovando *in vivo* a inativação dos antinutrientes na FAB autoclavada. O valor de PDCAAS da FAB autoclavada foi superior aos resultados encontrados na literatura, de 65% (CZEDER et al., 2012) e 73% (FERNANDES et al., 2010), para amêndoas de baru integral torradas e com película procedentes da mesma região do fruto usado no presente estudo. Os resultados da qualidade proteica, de forma geral, sugerem maior benefício em se consumir a amêndoa de baru prensada (coproduto) e autoclavada em relação à amêndoa de baru integral, como fonte proteica.

Tabela 5. Ganho de peso, consumo de dieta e índices biológicos de animais mantidos durante quatorze dias de experimento

Variáveis	Dieta			
	Aproteica	Caseína	FAB <i>in natura</i>	FAB autoclavada
Varição de peso (g)	-22,48 ± 1,31 ^c	44,00 ± 11,71 ^a	9,80 ± 1,72 ^b	36,73 ± 3,70 ^a
Consumo da dieta (g)	-	150,30 ± 13,84 ^b	137,20 ± 7,82 ^c	179,10 ± 21,96 ^a
Proteína consumida (g)	-	16,11 ± 1,23 ^b	14,25 ± 0,81 ^c	20,86 ± 2,55 ^a
Digestibilidade verdadeira	-	95,38 ± 1,91 ^a	47,95 ± 31,16 ^b	71,24 ± 3,53 ^{a,b}
NPR ¹	-	4,00 ± 0,48 ^a	2,27 ± 0,17 ^c	2,87 ± 0,41 ^b
RNPR ²	-	100	54,96 ± 0,17 ^b	69,52 ± 0,41 ^a
PDCAAS ³	-	51,00 ± 0,48 ^a	55,00 ± 0,17 ^c	81,00 ± 0,41 ^b

¹ NPR- Net Protein Ratio. ² RNPR- Relative Net Protein Ratio. ³ PDCAAS- Protein Digestibility Corrected Amno Acid Score. Médias com letras iguais na mesma linha não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

6 CONCLUSÃO

Apesar da farinha da amêndoa de baru crua conter elevada concentração de proteína e fibra e teores consideráveis de cobre, ferro, magnésio, zinco e cálcio, a qualidade de sua proteína é inferior à da farinha da amêndoa de baru autoclavada. A farinha da amêndoa de baru autoclavada pode ser utilizada como uma fonte complementar de proteínas para humanos, bem como uma boa opção para compor dietas saudáveis, ou como ingredientes de alimentos elaborados com propósito de obtenção de vantagens nutricionais ou funcionais por causa do teor elevado de fenólicos e concentração insignificante de inibidor de tripsina.

REFERÊNCIAS

- ABE, L. T.; LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I. Comparison of phenol content and antioxidant capacity of nuts. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.1, p.256-257, 2010.
- ALCÁZAR, E. Protecting crop genetic diversity for food security: political, ethical and technical challenges. **Nature Reviews Genetics**, London, v. 6, n.12, p. 946-953, 2005.
- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M. e RIBEIRO, J. F. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA - CPAC, 1998. 464p.
- AOAC-Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. Gaithersburg: AOAC, 2010.
- BLOIS, M. S. Antioxidant determination by the use of stable free radical. **Nature**, London, v. 181, p. 1199-2000, 1958.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- 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://legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=97>>. Acesso em: 1 jul.2013
- BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. **Nutrition Reviews**, New York, v. 56, n. 11, p. 317-333, 1998.
- BRUFAU, G.; BOATELLA, J.; RAFECAS, M. Nuts: source of energy and macronutrients. **British Journal of Nutrition**, London, v. 96, suppl. 2, p. S24-S28, 2006.
- CRUZ, K.S.; SILVA, M.A.; FREITAS, O.; NEVES, V.A. Partial characterization of proteins from baru (*Dipteryx alata* Vog) seeds. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v.91, n.11, p. 2006–2012, 2011.
- CZEDER, L.P.; FERNANDES, D.C.; FREITAS, J.B.; NAVES, M.M. V. Baru almonds from different regions of the Brazilian Savanna: Implications on physical and nutritional characteristics. **Agricultural Sciences**, v. 3 n. 5 p. 745-754, 2012.
- FAO- Food and Agriculture Organization of The United Nations. **Protein quality evaluation**. Rome: FAO, 1991. 66p. (FAO Food and Nutrition Paper, 51).
- FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Protein and amino acid requirements in human nutrition**. Geneva: WHO/FAO/UNU, 2007. (WHO Technical Report Series, 935).

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

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

FERREIRA, R. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Caracterização morfológica de fruto, semente, plântula e muda de *Dipteryx alata* Vogel – (*Leguminosae papilionoideae*). **Cerne**, Lavras, v. 4, n.1, p.73-87, 1998.

FIRESTONE, D. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society**. Urbana: AOCS, 2009. (Section T, Met. CE 8-89, p. 1-6).

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

FREITAS, J. B.; FERNANDES, D. C.; CZEDER, L. P.; LIMA, J. C.; SOUSA, A. G. O.; NAVES, M. M. V. Edible seeds nuts grown in brazil as sources of protein for human nutrition. **Food and Nutrition Sciences**, Wuhan, v.3, n.6, p. 857-862, 2012.

GENOVESE, M. I.; PINTO, M. S.; GONÇALVES, A. E. S. S.; LAJOLO, F. M. Bioactive compounds and antioxidante capacity of exotic fruits and commercial frozen pulps from Brasil. **Food Science and Technology International**, London, v.14, n.3, p.207-214, 2008.

GILANI GS, COCKELL KC, SEPEHR E. **Effects of antinutritional factors on protein digestibility and amino acid availability in foods**. Journal of Agricultural Official Analytical Chemists, 2005, v.88, n.3, p 967-87.

GUIMARÃES, R.C.A.; FAVARO, S.P.; VIANA, A.C.A.; NETO BRAGA, J.A.; NEVES, V.A.; HONER, M.R. Study of the proteins in the defatted flour and protein concentrate of baru nuts (*Dipteryx alata* Vog.) **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.32, n.3, p.466, 2012.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some aspects of the carotenoid distribution in natural and carotene fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 27, n. 1, p. 42-49, 1962.

HORWITZ, W. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th Ed. 2005. Current Through Revision 3, 2010 Gaithersburg, Maryland, AOAC, 2010. Chapter 26. Met. 952.03, p. 17.

IOM- Institute of Medicine. Calcium. In: _____. **Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D and fluoride**. Washington (DC): National Academy Press, 1997. cap. 4, p. 71-145.

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

IOM- Institute of Medicine . Comittee on Quality of Health Care in América. **Crossing the Quality Chasm: a new health system for the 21st century,** 2001.

IOM- Institute of Medicine. **Dietary Reference Intakes: for Calcium and Vitamin D,** Food and Nutrition Board, National Academy Press, Washington, D.C., November 30, 2010. Final report to be published in 2011.

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

KAKADE, M.L.; RACKIS, J.J.; MCGHEE, J.E. et al. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: a collaborative analysis of an improved procedure. **American Association of Cereal Chemistry,** Michigan, v.51, p.376-382, 1974.

LATTA, M.; ESKIN, M. A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** Washington, v. 28, n. 6, p. 1313-1315, 1980.

LEMOS, M. R. B.; SIQUEIRA, E. M. A.; ARRUDA, S. F.; ZAMBIAZI, R. C. The effect of roasting on the phenolic compounds and antioxidant potential of baru nuts [*Dipteryx alata* Vog.] **Food Research International,** Essex, v. 48, n.2, p. 592–597, 2012.

LIMA, J. C. R.; FREITAS, J. B.; CZEDER, L. P.; FERNANDES, D. C.; NAVES, M. M. V. Qualidade microbiológica, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru. **Boletim CEPPA,** Curitiba, v.28, n.2, p.331-343, 2010.

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

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

MAGUIRE L.S; O’SULLIVAN, S.M.; GALVIN K.; O’CONNOR, T.P.; O’BRIEN, N.M. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut. **Internacional Journal of Food Science and Nutrition,** Basingstoke, v. 55, n. 3, p.171-178, 2004.

MERRIL, A. L.; WATT, B. K. **Energy value of foods: basis and derivation.** Washington, DC: US Department of Agriculture, 1973 (Agriculture Handbook, 74).

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.

ORTÍZ, L. C. M.; MOYA, P. M. S.; NAVARRO, B.V. A rapid chromatographic method for simultaneous determination of β -sitosterol and tocopherol homologues in vegetable oils. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v.19, n. 2, p.141–149, 2006.

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

PROSKY L.; ASP, N- G.; FURDA, I.; DEVRIES, J.W.; SCHWEIZER, T.F.; HARLAND, B.F. Determination of total dietary fibers in foods, food products collaborative study. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**. Arlington, v.68, n.4, p.667–669, 1985.

RAMOS, M. I. L.; UMAKI, M. C. S.; HIANE, P. A.; RAMOS FILHO, M. M. Efeito do cozimento convencional sobre os carotenóides pró-vitamínicos “A” da polpa de piqui (Caryocar brasiliense Camb.). **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 23-32, 2001.

REEVES, P. G.; NIELSEN, F. H.; FAHEY, G. C. J. AIN-93 Purified diets for laboratory rodents: final report of the american institute of nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the ain-76A rodent diet. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 123, n. 11, p. 1939-1951, 1993.

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

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

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.

SANTOS, G. G.; SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; MARTINS, D. M. O.; ALMEIDA, R. A.; Aceitabilidade e qualidade físico-química de paçocas elaboradas com amêndoa de baru. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 159-165, 2012.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 13, n.1, p. 3-9, 2000.

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. **Genética**, The Hague, v. 132, n. 1, p. 9-19, 2008.

SOARES JÚNIOR, M.S.; CALIARI, M.; TORRES, M.C.L.; VERA, R.; TEIXEIRA, J.S.; ALVES, I.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.

- SOUSA, A. G. O. et al. Nutritional quality and protein value of exotic almonds and nut from the Brazilian Savanna compared to peanut. **Food Research International**, Barking, v. 44, n. 7, p. 2319-2325, 2011.
- SLAVIN, S.; PETERSEN, G.E; LINDHAL, P.C Determination of heavy metals in meats by atomic absorption spectroscopy. **Atomic Absorption Newsletter**, Norwalk, v.14, n.3, p. 57-59, 1975.
- 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.
- TOGASHI, M.; SGARBIERI, V. C. Proximate chemical characterizations of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) fruit. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.14, n.1, p.85-96, 1994.
- TOGASHI, M.; SGARBIERI, V.C. Avaliação nutricional da proteína e do óleo de sementes de baru (*Dipteryx alata*, Vog.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.15, n.1, p.66–69, 1995.
- TOLEDO, A.; BURLINGAME, B. Biodiversity and nutrition: a common path toward global food security and sustainable development. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v.19, n. 6-7, p.477- 483, 2006.
- 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 JUNIOR, 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.
- VINCENT, H. K.; INNES, K. E.; VINCENT, K. R. Oxidative stress and potential interventions to reduce oxidative stress in overweight and obesity. **Diabetes, Obesity and Metabolism**, Oxford, v. 9, n. 6, p.813-839, 2007.
- WEAVER, C. M.; KANNAN, S. Phytate and mineral bioavailability. In: REDDY, N. R.; SATHE, S. K. (Eds.). **Food phytates**. Florida, 2002. p. 211-223.
- YANG, J. Brazil nuts and associated health benefits: a review. **Food Science and Technology**, London, v. 42, n. 10, p.1573-80, 2009.
- YOUNG, V. R.; PELLET, P. L. Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 59, n.5, p. 1203S- 1212S, 1994.

