

MAGALLI COSTA BARBOSA

Composição em aminoácidos e digestibilidade *in vivo* de proteínas de amêndoas do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.), do Estado de Mato Grosso do Sul.

CAMPO GRANDE – MS

2006

MAGALLI COSTA BARBOSA

Composição em aminoácidos e digestibilidade *in vivo* de proteínas de amêndoas do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.), do Estado de Mato Grosso do Sul.

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO
PROGRAMA MULTIINSTITUCIONAL DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA
SAÚDE - CONVÊNIO REDE CENTRO-
OESTE - UNB/UFG/UFMS, PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE
EM CIÊNCIAS DA SAÚDE.**

Orientadora: Prof^a Dra. Maria Lígia Rodrigues Macedo

CAMPO GRANDE – MS

2006

Magalli Costa Barbosa

Composição em aminoácidos e digestibilidade *in vivo* de proteínas de amêndoas do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.), do Estado de Mato Grosso do Sul.

BANCA EXAMINADORA

Dra. Maria Lígia Rodrigues Macedo (DTA/UFMS) – Presidente

Dr. José Antônio Braga Neto (DTA/UFMS)

Dra. Maria Rita Marques (DMF/UFMS)

Dra. Iandara Schettert Silva (UNIDERP) – Suplente

Campo Grande-MS, 12 de dezembro de 2006.

Dedico este trabalho

Aos meus pais, *Elenise e Ubirajara*, pelo amor, incentivo, apoio e oportunidades que me deram ao longo de minha vida.

Ao meu marido *Rafael*, pelo carinho, dedicação e por ter me acompanhado em cada momento da realização desse trabalho, sem jamais deixar-me desistir dos meus objetivos e sonhos.

Agradecimentos

A Deus. Àquele que guia e ilumina minha vida.

À minha família, que é o alicerce da minha vida.

À Prof^a Dr^a Maria Lígia Rodrigues Macedo, pelo privilégio e oportunidade concedida, orientação competente, confiança e incentivo dedicados à realização desse trabalho.

À Prof^a Dr^a Priscila Aiko Hiane, pelo carinho, confiança na minha capacidade, orientação e dedicação constantes.

Ao Prof. Dr. José Antônio Braga Neto pelo apoio e assessoria dedicados à execução desse trabalho.

Aos professores e funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA) pela acolhida, amizade e apoio a mim dedicados.

Aos técnicos do DTA, Osmar Ferreira e Darli Castro Costa, e à estagiária Kelly Cristina Neves, pela contribuição técnica e amizade.

Aos professores e funcionários do Biotério Central da UFMS, pela atenção e assistência permanente.

Ao Prof. Dr. Ricardo Dutra Aydos, pela dedicação à coordenação na UFMS do Programa Multiinstitucional de Pós-graduação em Ciências da Saúde – Convênio rede Centro-Oeste- UNB/UFG/UFMS.

À PROPP/UFMS (Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul) e CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo suporte financeiro nesta pesquisa.

E a todos que não mencionei, mas que estiveram presentes de alguma forma nessa jornada.

RESUMO

Em alimentos, a qualidade nutricional de uma proteína varia conforme a fonte, composição de aminoácidos, digestibilidade, presença de fatores antinutricionais e/ou tóxicos e efeitos do processamento. O objetivo deste trabalho foi avaliar a amêndoa do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.), uma espécie de fruto de palmeira comum no Estado de Mato Grosso do Sul, quanto ao valor nutricional das proteínas. Farinhas cruas e torradas de amêndoas do fruto bacuri foram analisadas quanto à composição centesimal e aspectos nutricionais da proteína. O perfil de aminoácidos das proteínas da amêndoa crua do bacuri mostrou que a treonina foi o aminoácido essencial mais limitante (com escore químico de 0,88), seguido da lisina (com escore químico de 0,99). Na amêndoa torrada, os aminoácidos treonina, histidina, cisteína + metionina e lisina apresentaram valores inferiores aos recomendados pela FAO/WHO. O tratamento térmico diminuiu as concentrações de aminoácidos na amêndoa do bacuri. Fatores antinutricionais, como lectinas e inibidores de proteinases não foram detectados nas amêndoas (crua e torrada) de bacuri. Foram determinados os índices de Digestibilidade Verdadeira (DV), Valor Biológico (VB), Razão da Eficiência Protéica (PER), Razão da Eficiência Líquida Protéica (NPR), Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA) em ensaio biológico protéico com ratos Wistar, durante 23 dias. A digestibilidade protéica apresentou valores com diferenças significativas entre os grupos ($p < 0,01$), sendo que o grupo de ratos alimentados com dieta contendo amêndoa crua apresentou valor de 82,87%, com amêndoa torrada, 72,33% e com padrão caseína, 92,32%. O processamento da amêndoa do bacuri para obtenção de farinha torrada não aumentou a digestibilidade protéica. Os valores biológicos encontrados para proteína da amêndoa crua e

torrada foram, respectivamente, de 91,29% e 91,81% e não apresentaram diferenças significativas entre si e também quando comparados ao padrão caseína (87,82%) ($p > 0,01$). O balanço nitrogenado também não apresentou diferenças significativas entre os grupos. O ganho de peso dos animais alimentados com dieta contendo amêndoa crua (teste 1) e torrada (teste 2) de bacuri apresentou diferença significativa quando comparado ao dos tratados com caseína ($p < 0,01$), mas foi similar entre si. A razão da eficiência protéica, a razão da eficiência líquida protéica e o coeficiente de eficácia alimentar encontrados para os grupos testes 1 e 2 apresentaram diferença significativa ($p < 0,01$) entre si e quando comparados ao grupo controle. A dieta contendo farinha de amêndoa crua de bacuri apresentou melhores índices biológicos do que a contendo farinha de amêndoa torrada.

Palavras-chaves: proteínas, digestibilidade *in vivo*, amêndoa de bacuri, composição em aminoácidos.

SUMMARY

In foods, the nutritional quality of a protein varies according to the source, composition of amino acids, digestibility, presence of anti-nutritional and/or toxic factors and processing effects. The objective of this work was to evaluate the nut of bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.), a species of fruit of common palm in the State of Mato Grosso do Sul, as for the nutritional value of proteins. Raw and toasted nut flours of the bacuri fruit were analyzed as for the proximate composition and nutritional aspects of the protein. The amino acid profile of proteins of the raw nut of bacuri showed that the threonine was the most limiting essential amino acid (chemical score of 0.88), followed by the lysine (chemical score of 0.99). In the toasted nut, the amino acids threonine, histidine, cystine + methionine and lysine presented lower values than the recommended by the FAO/WHO. The thermal treatment reduced the amino acid contents in the nut of bacuri. Anti-nutritional factors, such as lectins and proteinases inhibitors were not detected in nuts (raw and toasted) of bacuri. The indexes of True Digestibility (TD), Biological Value (BV), Nitrogen Balance (NB), Protein Efficiency Ratio (PER), Net Protein Ratio (NPR), Feed Efficiency Ratio (FER) were determined in protein biological assay with Wistar rats, during 23 days. The protein digestibility presented values with significant differences among groups ($p < 0,01$), being that the group of rats fed with diet containing raw nut presented value of 82.7%, with toasted nut, 72.33% and with standard casein, 92.32%. The processing of the nut of bacuri for toasted flour attainment did not increase the protein digestibility. The biological values found for protein of the raw and toasted nut were respectively 91.29% and 91.81% and did not present significant differences between each other and also when compared with the

standard casein (87.82%) ($p > 0,01$). The nitrogen balance also did not present significant differences among the groups. The gain of weight of the animals fed with diet containing nut raw (test 1) and toasted (test 2) of bacuri presented significant difference when compared to the treated with casein ($p < 0,01$) but was similar between each other. The Protein Efficiency Ratio, Net Protein Ratio, Feed Efficiency Ratio found to the group tests 1 and 2 presented significant difference between each other ($p < 0,01$) and when compared to the control group. The diet containing raw nut flour of bacuri presented improved biological indexes than the containing toasted nut flour.

Keywords: Proteins, *in vivo* digestibility, nut of bacuri, amino acid composition.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Proporção do consumo de fontes de proteínas na dieta de países em desenvolvimento e países desenvolvidos..... 18
- Tabela 2** - Composição em aminoácidos essenciais de diferentes fontes protéicas comparada com o padrão estabelecido pela FAO/WHO (mg/g)..... 24
- Tabela 3** - Digestibilidade de algumas fontes protéicas em humanos 28
- Tabela 4** - Formulação das rações Aprotéica, Controle (caseína), contendo amêndoa crua de bacuri (Teste 1) e contendo amêndoa torrada de bacuri (Teste 2), expressa em g/100g de ração 41
- Tabela 5** - Características físicas do fruto e da amêndoa do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.) do Estado de Mato Grosso do Sul..... 50
- Tabela 6** - Composição centesimal da farinha integral, farinha desengordurada crua, farinha desengordurada torrada da amêndoa do bacuri, espécie (*Scheelea phalerata* Mart.), expressa na base úmida e seca (g/100g) . 51
- Tabela 7** - Composição em aminoácidos (mg/g de proteína) da amêndoa do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.), crua e processada termicamente (torrada), em comparação ao padrão estabelecido pela FAO/WHO e a um alimento de origem animal (ovo integral) 52
- Tabela 8** - Escore químico de aminoácidos essenciais e escore químico corrigido pela digestibilidade protéica (PDCAAS) das proteínas dos grupos Caseína, Teste 1 (contendo amêndoa crua de bacuri) e Teste 2 (contendo amêndoa torrada de bacuri), comparados com um alimento de origem vegetal (soja) 54

Tabela 9 - Composição centesimal das dietas utilizadas no ensaio biológico com ratos Wistar, expressa em g/100g na base seca.....	56
Tabela 10 - Dieta Ingerida, proteína ingerida, nitrogênio ingerido e ganho de peso durante o experimento com ratos alimentados com dieta Controle (caseína), Teste 1 (proteínas da amêndoa crua do bacuri), Teste 2 (proteínas da amêndoa torrada do bacuri).....	57
Tabela 11 - Razão da eficiência protéica (PER) e razão da eficiência líquida protéica (NPR) em ratos submetidos às dietas Controle (caseína), Teste 1 (dieta contendo amêndoa crua de bacuri) e Teste 2 (dieta contendo amêndoa torrada de bacuri) durante 23 dias	60
Tabela 12 - Fezes (g), Nitrogênio fecal (%), Nitrogênio fecal (g), Nitrogênio urinário(g), Balanço nitrogenado (BN), dos animais alimentados com dietas Aprotéica, Controle (caseína), Teste 1 (dieta contendo amêndoa de bacuri crua) e Teste 2 (dieta contendo amêndoa de bacuri torrada) durante 23 dias	61
Tabela 13 - Digestibilidade verdadeira (DV), Valor biológico (VB), Coeficiente de eficácia alimentar (CEA) da proteína da amêndoa do bacuri (<i>Scheelea phalerata</i> Mart.) crua (Teste 1) e torrada (Teste 2) comparada com a proteína padrão (Caseína).....	63

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Rações Aprotéica, Controle (caseína), Teste 1 (amêndoa crua do bacuri), Teste 2 (amêndoa torrada do bacuri) recém preparadas em bandejas na estufa ventilada 42
- Figura 2** - Rações Aprotéica, Controle (caseína), Teste 1 (amêndoa crua do bacuri), Teste 2 (amêndoa torrada do bacuri) embaladas em sacos plásticos e identificadas..... 42
- Figura 3** - Ensaio biológico protéico da amêndoa do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.) no Biotério Central da UFMS..... 44
- Figura 4** - Frutos verdes (cacho) e maduros do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.) 49
- Figura 5** - Amêndoas do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.)..... 50
- Figura 6** - Variação de pesos dos ratos tratados durante 23 dias com dieta Aprotéica, dieta controle (Caseína), dieta contendo a amêndoa do bacuri crua (Teste1) e dieta contendo a amêndoa do bacuri torrada (Teste 2) 58
- Figura 7** - Ratos machos Wistar representando o peso médio dos animais de cada grupo utilizados no ensaio biológico protéico da farinha da amêndoa do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.). Padrão/Controle = rato alimentado com ração de caseína; Teste 1 = rato alimentado com ração de amêndoa crua de bacuri; Teste 2 = rato alimentado com ração de amêndoa torrada de bacuri; Aprotéico = rato alimentado com ração isenta de proteína... 59

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Cálculo do escore químico de aminoácidos essenciais (EAE).....	38
Equação 2 - Cálculo do escore químico corrigido pela digestibilidade protéica (PDCAAS).....	39
Equação 3 - Cálculo da Digestibilidade Verdadeira (DV)	45
Equação 4 - Cálculo do Valor Biológico (VB)	46
Equação 5 - Cálculo do Balanço Nitrogenado (BN).....	47
Equação 6 - Cálculo da Razão da Eficiência Protéica (PER).....	47
Equação 7 - Cálculo da Razão da Eficiência Líquida Protéica (NPR).....	48
Equação 8 - Cálculo do Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA)	48

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	17
1.1 - Considerações Gerais	17
1.2 - Aspectos Nutricionais das Proteínas	20
1.2.1 - Avaliação Química da Qualidade das Proteínas	20
1.2.1.1 - Composição em Aminoácidos e Escore Químico	21
1.2.2 - Fatores Antinutricionais	24
1.2.2.1 - Lectinas ou Hemaglutininas	26
1.2.2.2 - Inibidores de Proteinases	27
1.2.3 - Avaliação Biológica da Qualidade das Proteínas	27
1.2.3.1 - Digestibilidade Protéica	27
1.2.3.2 - Valor Biológico	31
1.2.3.3 - Balanço Nitrogenado	31
1.2.3.4 - Razão da Eficiência Protéica	32
1.2.3.5 - Razão da Eficiência Líquida Protéica	33
1.2.3.6 - Coeficiente de Eficácia Alimentar	33
2 - OBJETIVOS	34
2.1 - Objetivo Geral	34
2.2 - Objetivos Específicos	34
3 - MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1 - Matéria Prima	36
3.2 - Preparo das Farinhas das Amêndoas do Bacuri	36
3.3 - Composição Centesimal	37
3.4 - Composição e Escore Químico de Aminoácidos	37
3.5 - Escore de Aminoácidos Corrigido pela Digestibilidade Protéica (PDCAAS)	38
3.6 - Fatores Antinutricionais	39
3.6.1 - Atividade de Hemaglutinação	39
3.6.2 - Atividade Inibitória de Tripsina e Quimiotripsina	39
3.7 - Avaliação Nutricional	40
3.7.1 - Dietas	40
3.7.2 - Ensaio Biológico	43

3.7.3 - Índices de Avaliação da Qualidade Protéica	45
3.7.3.1 - Digestibilidade Verdadeira (DV)	45
3.7.3.2 - Valor Biológico (VB)	46
3.7.3.3 - Balanço Nitrogenado (BN)	46
3.7.3.4 - Razão da Eficiência Protéica (PER).....	47
3.7.3.5 - Razão da Eficiência Líquida Protéica (NPR).....	47
3.7.3.6 - Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA).....	48
3.8 - Análise Estatística	48
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1 - Características Físicas do Fruto e Amêndoa do Bacuri.....	49
4.2 - Composição Centesimal da Farinha Integral, Farinha Desengordurada Crua e Farinha Desengordurada Torrada da Amêndoa do Bacuri	50
4.3 - Composição em Aminoácidos, Escore Químico de Aminoácidos e PDCAAS	51
4.4 - Fatores Antinutricionais	55
4.5 - Composição Centesimal das Dietas.....	55
4.6 - Ensaio Biológico	56
4.6.1 - Ganho de Peso dos Animais e Consumo de Ração	56
4.6.2 - Razão da Eficiência Protéica (PER) e Razão da Eficiência Líquida Protéica (NPR)	59
4.6.3 - Balanço Nitrogenado (BN)	61
4.6.4 - Digestibilidade Verdadeira (DV)	62
4.6.5 - Valor Biológico (VB)	63
4.6.6 - Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA).....	64
5 - CONCLUSÕES	65
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
ANEXO I.....	79
Certificado de Aprovação pela Comissão de Ética no Uso de Animais/ CEUA/UFMS	80

1 – INTRODUÇÃO

1.1 – Considerações Gerais

A busca de fontes alternativas de nutrientes, principalmente de proteínas, se faz necessária à medida que há um constante aumento da desnutrição. A desnutrição protéico-calórica (PEM) é um termo que se refere a distúrbios clínicos que resultam da carência de proteínas e energia no organismo, acompanhadas por lesões adicionais fisiológicas e ambientais e estresse (Mahan; Escott-Stump, 1998). Indivíduos afetados pela ingestão inadequada de proteína e/ou energia apresentam o sistema imune deprimido levando a morte por infecções secundárias (Champe; Harvey, 2000).

Segundo Waitzberg (2001), nos últimos 20 anos várias publicações científicas em todo mundo apontaram a desnutrição como a responsável direta por maiores índices de morbidade e mortalidade. A Organização Mundial de Saúde estima que 300 milhões de crianças no mundo tenham retardamento de crescimento devido à desnutrição (Mahan; Escott-Stump, 1998).

O estudo do valor protéico de alimentos de origem vegetal se faz importante, pois pode servir como suplemento alimentar na dieta das populações mais carentes (Madruga et al., 2004), principalmente devido à falta de acesso dessas populações aos alimentos de origem animal pelo alto custo (Galland-Irmouli et al., 1999).

No contexto de nutrição protéica vegetal, os grupos mais importantes de alimentos são os cereais e leguminosas. Sessenta e cinco por cento de proteína comestível em todo mundo advêm de fontes vegetais (Young; Pellett, 1994), e

oitenta por cento dessas proteínas são consumidas pela população de países em desenvolvimento (Friedman, 1996b; Galland-Irmouli et al., 1999).

A **Tabela 1** apresenta a proporção do consumo de diferentes fontes protéicas em países em desenvolvimento e desenvolvidos.

Tabela 1 – Proporção do consumo de fontes de proteínas na dieta de países em desenvolvimento e países desenvolvidos*.

Fonte	Países em desenvolvimento (%)	Países desenvolvidos (%)
Cereais	58,8	29,1
Carne Bovina	8,6	26,4
Sementes oleaginosas	7,4	1,7
Leite e derivados	5,6	16,7
Peixe e frutos do mar	4,1	7,3
Óleos vegetais	3,8	1,9
Vegetais	3,5	3,5
Raízes e tubérculos	3,1	3,2
Ovos	1,6	4,3
Miúdos de carnes	1,2	2,2
Frutas	1,0	1,1

*USDA, 1993 – United States Department of Agriculture

Os cereais representam uma porção significativa de alimento rico em proteína e energia (Young; Pellett, 1994) e são ingeridos principalmente na forma de pães, macarrão, arroz e cereais do desjejum (Volatier, 2000).

Dentre as leguminosas, a soja é excelente fonte de nutrientes e sua utilização vem sendo estimulada pelos países em desenvolvimento (Vieira; Bion, 1998), pois apresenta um alto conteúdo protéico além de um custo relativamente baixo (Olguin et al., 2003; Monteiro et al., 2004).

O Brasil possui um grande número de espécies florestais nativas, sendo que os frutos de algumas delas revelaram-se boas fontes de nutrientes (Serruya et al., 1980; Tavares et al., 1990; Hiane et al., 1992; Takemoto et al., 2001).

As populações nativas colhem frutos, sementes, nozes e amêndoas extraídas de plantas nativas da região, que são utilizadas na alimentação humana e animal. (Togashi; Sgarbieri, 1995; Vieira; Bion, 1998).

Sementes de plantas contribuem significativamente para a dieta humana e animal (Araújo et al., 2002) e são fontes potenciais de proteínas, carboidratos como a castanha de caju (Mello et al., 1998) e óleos como o de amêndoa de palma (Tavares et al., 1990), baru (Togashi; Sgarbieri, 1995), algaroba (Vieira; Bion, 1998) e sapucaia (Vallilo et al., 1999; Denadai, 2006).

As principais nozes comestíveis nativas e comercializadas no Brasil são a castanha do caju (*Anacardium occidentale* L.) e a castanha do Pará (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) (Chaves et al., 2004).

Frutos de palmeiras têm sido estudados amplamente quanto ao conteúdo lipídico das polpas (Trujilo et al., 1992) e das amêndoas as quais demonstram uma alta qualidade nutricional (Hiane et al., 2005).

Na região amazônica, muitos estudos quanto ao teor e composição lipídica dos frutos de palmáceas (polpa e amêndoa) vêm sendo realizados como o buriti (*Mauritia vinifera* Mart.), dendê (*Elaeis guineensis* L.) e inajá (*Maximiliana regia* Mart.) (Serruya et al., 1980).

No Estado de Mato Grosso do Sul, o piqui (*Caryocar brasiliense* Cambess) e a bocaiúva (*Acrocomia mokayayba* Barb. Rodr.) se destacam como frutos da região considerados fontes de nutrientes, por apresentarem alto conteúdo protéico e lipídico quando comparados a alguns frutos nativos estudados (Hiane et al., 1992).

O bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.), pertencente à família Palmae, também conhecido como "acuri" ou "acurizeiro", é um fruto amplamente distribuído nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Encontra-se fruto verde o ano todo nessas regiões. Tanto a polpa quanto a semente são comestíveis (Pott; Pott, 1994). A polpa do fruto apresenta cor que varia do amarelo ao laranja pela presença de carotenóides sendo alguns desses, precursores de vitamina A. Além disso, o óleo da polpa é rico em ácidos graxos saturados, insaturados e polinsaturados, em destaque o ácido oléico que é encontrado em maior quantidade (Hiane et al., 2003).

Estudos sobre a composição química, valor nutricional e presença de fatores antinutricionais ainda não foram determinados nas amêndoas do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.).

1.2 – Aspectos Nutricionais das Proteínas

1.2.1 – Avaliação Química da Qualidade das Proteínas

A proteína é um polímero de elevado peso molecular, composto de nitrogênio, carbono e oxigênio e, algumas vezes, enxofre, fósforo, ferro e cobalto; e difere de carboidratos e gorduras pelo seu conteúdo de nitrogênio (Waitzberg, 2001).

As proteínas são constituídas de 20 aminoácidos dentre os quais apenas nove são considerados essenciais na dieta humana (histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina) enquanto os outros são sintetizados pelo organismo humano (Henley; Kuster, 1994; Sgarbieri, 1996).

Da qualidade da proteína resulta o seu valor nutricional (Sgarbieri, 1996; Mcanuff et al, 2005), ou seja, a qualidade nutricional de uma proteína está relacionada à sua capacidade de satisfazer as necessidades do organismo humano:

promover um crescimento normal em crianças e de manutenção no adulto (Oliveira; Marchini, 1998).

As proteínas são indispensáveis para o crescimento e manutenção da vida. Exercem funções catalíticas, estruturais, hormonais, contrátil, de regulação gênica, de defesa e de transporte nos fluídos biológicos (Murray et al., 2002).

As proteínas da dieta estão envolvidas na síntese das proteínas teciduais e outras funções metabólicas essenciais (Mahan; Escott-Stump, 1998). Os aminoácidos contidos nas proteínas da dieta são os compostos mais importantes que levam o nitrogênio para o corpo (Champe; Harvey, 2000) e devem estar presentes em quantidades e proporções definidas requeridas pelo organismo (Sgarbieri, 1996).

O valor nutritivo de uma proteína irá depender dos seguintes aspectos: composição, digestibilidade, biodisponibilidade dos aminoácidos essenciais, ausência de toxicidade e/ ou propriedades antinutricionais (Sgarbieri, 1996).

1.2.1.1 – Composição em Aminoácidos e Escore Químico

Nos alimentos, as proteínas podem ser classificadas conforme a qualidade, que depende da proporção e perfil de aminoácidos, da biodisponibilidade e da susceptibilidade à hidrólise durante a digestão (Sgarbieri, 1987).

O escore químico estabelece uma comparação entre o teor de cada aminoácido, dieteticamente indispensável, da proteína teste com o aminoácido correspondente de uma proteína ou padrão tomado como referência. O padrão de referência mais utilizado é o padrão de referência da FAO/WHO de 1985 (FAO/WHO, 1991). O aminoácido que apresenta o menor escore químico é considerado o limitante (Waitzberg, 2001) e uma proteína que apresenta escore

químico maior que o valor 1,0 para todos os aminoácidos é considerado de alto valor nutricional (Pires et al., 2006).

A determinação da concentração de aminoácidos na proteína ou no alimento por métodos químicos não oferecem garantia de que esses aminoácidos são biologicamente disponíveis (Sgarbieri, 1996).

Os aminoácidos são considerados biodisponíveis quando são absorvidos em sua forma ativa, podendo desempenhar suas funções específicas nos vários órgãos e tecidos (De Angelis, 1977).

Proteínas de origem animal apresentam alto valor nutritivo e melhor balanço de aminoácidos, como as encontradas no ovo, do que as proteínas de origem vegetal. Mas, mesmo proteínas de origem animal como as proteínas da carne e leite são deficientes (em menor proporção) em aminoácidos sulfurados, ou seja, a qualidade varia com as diferentes composições de aminoácidos (Sgarbieri, 1996; Hernandez et al., 1996).

Os alimentos de origem vegetal principalmente os grãos, oferecem proteínas de alto valor nutricional, mas deficientes em aminoácidos essenciais (Silva; Demonte, 1997; Oliveira et al, 1999). Por exemplo, triptofano e lisina são limitantes no milho, a lisina é limitante no trigo e outros cereais e metionina na soja e outras leguminosas (Friedman, 1996b).

Mesmo apresentando um balanceamento de aminoácidos deficientes, não há evidências que proteínas de origem vegetal tenham uma limitação do seu valor nutricional. O que proporcionaria essa limitação seria uma ineficiente suplementação de aminoácidos (Young; Pellet, 1994).

Vários pesquisadores têm proposto a combinação de alimentos de consumo habitual, na qual os aminoácidos limitantes de uma proteína são complementados

por outros, objetivando o aumento do valor biológico do alimento (Vieira; Bion, 1998; Oliveira; Marchini, 1998), da digestibilidade verdadeira (Pires et al., 2006), da razão da eficiência protéica e do índice de utilização líquida protéica (Joseph; Swanson, 1993; Batthy et al., 2000).

Da mesma maneira, quando é feita a combinação de proteínas de origem animal e vegetal, os índices que avaliam a qualidade protéica, como a razão da eficiência protéica (PER), se igualam ou aumentam quando comparadas ao consumo de apenas proteínas de origem animal (Hernandez et al., 1996).

A soja constitui uma excelente fonte de proteína para a alimentação humana e animal. Contém cerca de 40% de proteína em seus grãos sendo esta, de alto valor nutritivo (Sgarbieri, 1996), mas a deficiência do aminoácido essencial metionina tem levado pesquisadores a elucidarem meios de suplementação desse aminoácido limitante com o intuito de aumentar seu valor nutritivo (Friedman; Brandon, 2001).

Extratos, concentrados e isolados de soja foram suplementados com aminoácidos como a metionina e são amplamente utilizados como fonte de proteína para alimentos enterais (Waitzberg, 2001).

Na **Tabela 2**, são apresentados alguns alimentos de origem animal e vegetal e as composições em aminoácidos nas quais se observa a deficiência de aminoácidos sulfurados nos alimentos de origem vegetal.

Tabela 2 – Composição em aminoácidos essenciais de diferentes fontes protéicas* comparada com o padrão estabelecido pela FAO/WHO (mg/g).

Aminoácidos	Caseína	Carne Bovina	Soja	Trigo	FAO/WHO
Treonina	43,22	48,23	51,34	24,67	34
Cisteína+Metionina	30,14	35,59	18,65	18,12	25
Valina	54,95	43,00	48,16	27,89	35
Isoleucina	46,91	39,43	45,71	23,81	28
Leucina	93,05	92,24	81,34	81,48	66
Tirosina+Fenilalanina	109,71	83,86	96,99	92,85	63
Histidina	18,99	38,10	32,88	23,41	19
Lisina	78,66	95,28	82,69	25,87	58
Triptofano	ND	ND	ND	ND	11

*Aminoácidos essenciais de diferentes fontes protéicas (Pires et al, 2006).

FAO/WHO (1991) – Padrão teórico estabelecido de aminoácidos indispensáveis para crianças de 2 a 5 anos de idade.

1.2.2. – Fatores Antinutricionais

Fatores antinutricionais são aqueles que atuam no sentido de diminuir a eficiência do metabolismo interferindo com a eficiência de utilização dos nutrientes (Sgarbieri, 1996).

Algumas proteínas de sementes de plantas, como lectinas, inibidores de proteinases e vicilinas, são bastante estudadas em sementes de leguminosas (feijão, soja e amendoim) e grãos de cereais (trigo, centeio e cevada). Estas proteínas estão associadas ao mecanismo de defesa de plantas como inseticidas, bactericidas e fungicidas (Macedo; Damico, 2000; Freire et al., 2002;). Na dieta

humana e animal, são consideradas antinutricionais e/ou tóxicas (Burns, 1987; Lierner, 1994; Mcanuff et al., 2005).

Esses fatores quando encontrados em sementes de algumas leguminosas e em cereais podem levar a um decréscimo da digestibilidade da proteína e seu uso como alimento fica restrito. Além disso, causa hipertrofia e hiperplasia pancreática, inibe o crescimento de animais em condições experimentais (Lierner, 1994), causa aumento do fígado e diminui massa muscular (Oliveira et al., 1988).

A soja é um alimento de origem vegetal importante na dieta humana e animal por apresentar um alto teor protéico, mas apresenta alguns fatores antinutricionais (Ritt, 2001; Olguin et al., 2003) como inibidores de enzimas e lectinas que apresentam a possibilidade de alterar o metabolismo de quem a consome (Lierner, 1994; Armour et al., 1998; Vasconcelos et al., 2001). Além disso, apresenta uma digestibilidade protéica baixa e deficiência de metionina (Friedman; Brandon, 2001).

Muitos dos fatores antinutricionais são sensíveis ao calor e podem ser inativados por diferentes tratamentos (Akpapunan; Sefa-Dedeh, 1997; Qin et al., 1998; Olguin, et al., 2003; Seena et al., 2005b), melhorando a qualidade nutricional das proteínas vegetais.

Processamento térmico de derivados de soja pode aumentar o coeficiente de eficácia protéica e da digestibilidade com a diminuição dos fatores antinutricionais (Burns, 1987; Macedo et al., 2000b; Trugo et al., 2000; Vadivel; Janardhan, 2001). Além disso, elimina ou atenua as alterações intestinais em animais de experimento observadas na presença desses fatores antinutricionais (Grant, 1989; Vasconcelos et al., 2001).

Os fatores antinutricionais residuais, ou seja, os não inibidos pelo tratamento térmico, são responsáveis pela baixa qualidade das proteínas mesmo que estas apresentem um alto escore de aminoácidos (Seená et al., 2005b).

Por outro lado, a inativação de fatores antinutricionais através do tratamento térmico leva a uma perda significativa da qualidade nutricional da proteína (Monsoor; Yusuf, 2002), possibilitando a alteração e/ ou destruição de importantes aminoácidos (Vasconcelos et al., 2001; Ferreira et al., 2006) como a perda da lisina disponível (Olguin et al., 2003; Araújo; Menezes, 2005). O excesso de calor pode destruir e reduzir a biodisponibilidade de outros nutrientes (Qin et al., 1998).

1.2.2.1 – Lectinas ou Hemaglutininas

As lectinas são glicoproteínas amplamente distribuídas na natureza, incluindo vegetais consumidos como parte da dieta humana, e tem a capacidade de se combinar reversível e especificamente com açúcares e glicoconjugados, levando à inúmeros efeitos fisiológicos como a interferência na absorção de nutrientes (Armour et al., 1998; Lajolo; Genovese, 2002).

Nos alimentos, as lectinas têm sido encontradas principalmente em leguminosas (feijão, soja e amendoim), em grãos de cereais (trigo, centeio e cevada) e em tomate (Sgarbieri, 1996).

A ingestão de lectinas pode acarretar alterações macroscópicas de vários órgãos importantes e no metabolismo dos animais. A hiperplasia e hipertrofia do intestino é uma das alterações mais significantes da ingestão de certas lectinas. (Oliveira, 1988; Grant et al., 1989; Vasconcelos et al., 2001; Seená et al., 2005a).

1.2.2.2 – Inibidores de Proteinases

Os inibidores de enzimas são proteínas ou peptídeos capazes de inibir a atividade catalítica de enzimas hidrolíticas, tais como proteases, α - amilases lipases, glicosidases e fosfatases (Macedo et al., 2000a; Freire et al., 2002).

Inibidores de tripsina e quimiotripsina são os inibidores de proteases mais encontrados em alimentos de origem vegetal, principalmente em leguminosas (Vadivel; Janardhan, 2001; Lajolo; Genovese, 2002), onde se mostram capazes de inibir diferencialmente algumas enzimas envolvidas na cascata de coagulação ou outras serino-proteinases de importância fisiológica (Ritt, 2001) e também atuam provocando uma perda de nutrientes essenciais, ou interferindo em sua utilização e função metabólica (Cruz et al., 2004).

Quando presentes na dieta de animais, os inibidores de proteases diminuem o consumo de alimento, influenciam na digestão reduzindo a absorção e retenção de nitrogênio no organismo (Armour et al., 1998).

O tratamento térmico é eficaz na inativação de grande parte dos inibidores de tripsina (Vasconcelos et al., 2001; Cruz et al., 2004), mas as condições de tratamento térmico devem ser criteriosamente observadas (Qin et al., 1998).

1.2.3 – Avaliação Biológica da Qualidade das Proteínas

1.2.3.1 - Digestibilidade Protéica

Digestibilidade é a medida da porcentagem das proteínas que são hidrolisadas pelas enzimas digestivas e absorvidas na forma de aminoácidos ou de qualquer outro composto nitrogenado (Sgarbieri, 1996).

A digestibilidade da proteína é um fator importante na determinação do valor nutritivo de uma proteína. É um determinante da qualidade protéica da dieta (Pires et al., 2006).

Diferenças na digestibilidade de proteínas advêm da natureza protéica do alimento. As proteínas, no organismo, não são digeridas, absorvidas e utilizadas de maneira semelhante como conseqüência da presença de constituintes do próprio alimento que interferem nesses processos e pelas condições de processamento desse alimento (FAO/WHO, 1991).

A **Tabela 3** apresenta valores de digestibilidade de algumas fontes protéicas comuns na alimentação humana.

Tabela 3 – Digestibilidade de algumas fontes protéicas em humanos*.

Fonte Protéica	Digestibilidade (%)
Ovo	97
Leite e queijo	95
Carne e peixe	94
Arroz beneficiado	88
Farinha de trigo refinada	96
Aveia	86
Farinha de soja	86

* Valores descritos por Mahan e Escott - Stump, 1998.

Vários fatores contribuem para a menor digestibilidade das proteínas nos alimentos vegetais, tais como: compostos fenólicos, componentes da fibra alimentar, pigmentos, produtos da oxidação de ácidos graxos insaturados, açúcares redutores e também inibidores de enzimas digestivas (Sgarbieri, 1996).

A digestibilidade e biodisponibilidade de aminoácidos são fatores que diferem entre si. Enquanto a digestibilidade se refere à susceptibilidade dos peptídeos à hidrólise, a biodisponibilidade se refere à integridade química dos aminoácidos, a sua resistência ao processamento térmico, oxidação e pH (Friedman, 1996b).

Os fatores que afetam a digestibilidade da proteína comprometem também, em maior ou menor proporção a biodisponibilidade dos aminoácidos (Sgarbieri, 1996). Esta última, por sua vez, varia com a fonte protéica, tratamento térmico e interação com outros componentes da dieta (Friedman, 1996b).

As fibras dietéticas (celulose, hemicelulose) estão presentes tipicamente nos vegetais e variam tanto na quantidade como na sua digestibilidade (Franco, 1999), ou seja, interagem com as proteínas reduzindo o acesso das enzimas digestivas às proteínas (Galland - Irmouli et al., 1999) e conseqüentemente diminuem o valor nutricional da proteína (Hughes et al., 1996).

A desnaturação das proteínas produz efeitos que podem ser considerados positivos (aumento da digestibilidade e inativação da ação de proteínas naturalmente tóxicas que possam estar presentes nos alimentos) ou negativos (alterações de funcionalidade e de valor nutritivo) (Sgarbieri, 1996; Friedman, 1996a; Armour et al., 1998; Trugo et al., 2000; Vasconcelos et al., 2001; Seena et al., 2005b).

As condições de tratamento térmico são cruciais para aumentar os aspectos positivos ou negativos. O processo de cozimento de um alimento geralmente aumenta a qualidade da proteína enquanto um alimento submetido ao calor seco na maioria das vezes apresenta uma qualidade protéica reduzida. (Young; Pellet, 1994; Seena et al., 2005b).

Estudos realizados com seis variedades de feijão demonstraram que o tratamento térmico, tanto de grãos inteiros como processados, comprovou um aumento significativo na digestibilidade *in vitro* (Oshodi et al. 1995).

Já o processo de tostagem de um alimento afeta consideravelmente a qualidade do valor nutricional como conseqüência da destruição de aminoácidos essenciais, inibição de enzimas proteolíticas e glicolíticas, formação de fatores antinutricionais e tóxicos, além de diminuir a digestibilidade protéica (Friedman, 1996a).

As alterações principais no processo de tostagem se dão no primeiro momento de reações entre aminoácidos e açúcares redutores (Jayalekshmy; Mathew, 1990; Jinap et al., 1997).

A lisina é um aminoácido essencial muito susceptível a degradação durante o processamento térmico. A lisina é um indicador importante do valor nutricional das proteínas (Araújo; Menezes, 2005) e a perda da lisina disponível, e conseqüentemente do valor biológico da fração protéica do produto é atribuída à formação irreversível do complexo entre o aminoácido e os glicídios no mecanismo da reação de Maillard (Jayaleskshmy; Mathew, 1990; Mao; Erbersdobler, 1993; Örmense et al., 1998) a qual envolve a condensação do grupamento carbonila do açúcar redutor com o grupamento amino do aminoácido seguido de uma degradação do produto condensado gerando diferentes compostos (Jinap et al., 1998).

Muitos estudos têm avaliado as perdas de lisina durante o processamento de alimentos (Dexter et al., 1984; Pagani et al., 1986; Kruger et al., 1996). O tratamento térmico pelo calor é determinante sobre o teor de lisina (Qin et al., 1998). O tempo de exposição excessivo ao calor mesmo em temperaturas amenas provoca um

decréscimo muito maior nos teores de lisina do que um tempo menor de exposição em temperaturas mais elevadas (Ormenese et al., 1998; Oliveira; Marchini, 1998; Özdemir et al., 2001).

1.2.3.2 - Valor Biológico

A determinação do valor biológico (VB) de uma proteína é um dos métodos mais antigos e perfeitos da avaliação biológica de proteínas, porém não leva em consideração a digestibilidade da proteína (Sgarbieri, 1996).

O valor biológico é a relação entre o nitrogênio absorvido e o retido pelo organismo para crescimento e manutenção (Waitzberg, 2001) e, quanto maior o nitrogênio retido, melhor será a qualidade da proteína experimental (Oliveira; Marchini, 1998).

1.2.3.3 - Balanço Nitrogenado

Através da determinação do balanço nitrogenado é possível estudar a movimentação do nitrogênio e, portanto o destino da proteína no organismo (Waitzberg, 2001).

O valor do balanço nitrogenado pode ser positivo, negativo ou igual à zero representando equilíbrio. Um valor positivo significa que o nitrogênio ingerido é superior à soma do nitrogênio excretado nas fezes e urina. Essa situação se verifica tanto em indivíduos em crescimento como também em determinados estados fisiológicos (gravidez, lactação, período de recuperação após ferimentos).

Um valor negativo significa que o nitrogênio está sendo ingerido em quantidade menor do que o necessário, ou seja, há deficiência ou ausência de ingestão de aminoácidos essenciais na dieta (nitrogênio ingerido é menor que a

soma do nitrogênio excretado nas fezes e urina) (Waitzberg, 2001), levando à perda de peso, crescimento menor em crianças e pré-escolares e sintomatologia clínica (Oliveira; Marchini, 1998). Essa situação ocorre em estados mórbidos ou patológicos e em indivíduos com idade avançada. Também pode ser observado após ingestão contínua de uma dieta desbalanceada, contendo proteínas de má qualidade (Sgarbieri, 1996).

Um balanço igual à zero significa que a quantidade de nitrogênio ingerido é igual à soma do nitrogênio excretado nas fezes e urina. Essa situação é encontrada em indivíduos adultos e sadios recebendo uma dieta balanceada em relação aos nutrientes nitrogenados (Sgarbieri, 1996).

1.2.3.4 – Razão da Eficiência Protéica

A razão da eficiência protéica (PER) mede o quociente do ganho de peso em gramas pela quantidade de proteína ingerida também em gramas. A PER varia com a concentração de proteína na dieta e para cada proteína deve ser determinada a concentração ideal (Pellet; Young, 1980). Muitas proteínas apresentam valores de PER que diminuem à medida que aumenta a concentração dessas proteínas na dieta muito acima de 10%; porém outras, só alcançam o seu valor máximo em concentrações superiores a 10%. A PER deve ser calculada para cada animal para se ter o controle da homogeneidade do grupo (Sgarbieri, 1996). Geralmente a PER abaixo de 1,5 significa uma proteína de baixa qualidade, entre 1,5 a 2,0 significa uma proteína de qualidade média e acima de 2,0 uma proteína de alta qualidade (Friedman, 1996b).

1.2.3.5 – Razão da Eficiência Líquida Protéica

É uma modificação do PER e consiste em somar ao ganho de peso do grupo que recebeu a dieta protéica, a perda de peso de um grupo equivalente que recebeu dieta aprotéica. A vantagem desse índice sobre o PER consiste em eliminar a variabilidade dos valores do PER em resposta a diferentes concentrações de proteína na dieta. Portanto, a razão da eficiência líquida protéica (NPR) é menos sensível às variações nas concentrações de proteína na dieta experimental (Sgarbieri, 1996).

1.2.3.6 – Coeficiente de Eficácia Alimentar

O Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA) avalia o ganho de peso corporal do animal alimentado com uma dieta específica, durante um período de teste.

Este índice avalia a eficiência com que a dieta promove o ganho de peso corporal, portanto, avalia o alimento como um todo e não só a eficiência e qualidade das proteínas. Se uma dieta está nutricionalmente equilibrada, os valores encontrados para o CEA vão ser elevados quando comparados à proteína padrão (Pellet; Young, 1980; Sgarbieri, 1987).

2 - OBJETIVOS

2.1 – Objetivo Geral

O estudo das amêndoas do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.) teve por objetivo determinar o teor protéico através da análise da composição centesimal e avaliar a qualidade protéica através da caracterização e composição em aminoácidos, fatores antinutricionais e ensaio biológico. Com os dados obtidos, avaliar o valor nutricional da amostra, fornecendo subsídios para o aproveitamento de matérias-primas regionais como fonte complementar de nutrientes em dietas com baixo valor nutricional.

2.2 – Objetivos Específicos

Determinar a composição centesimal na farinha integral, farinha desengordurada crua e na farinha desengordurada torrada preparadas a partir das amêndoas de bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.).

Determinar a composição e o escore químico dos aminoácidos das amostras em estudo.

Verificar a presença de fatores antinutricionais (lectinas e inibidores de tripsina e quimiotripsina) nas farinhas (crua e torrada) preparadas com a amêndoa do bacuri.

Verificar as possíveis alterações macroscópicas dos órgãos dos animais de experimento pela presença de fatores antinutricionais.

Avaliar a qualidade das proteínas de amêndoas do bacuri, determinando os índices de Digestibilidade Verdadeira (DV), Valor Biológico (VB), Balanço Nitrogenado (BN), Razão da Eficiência Protéica (PER), Razão da Eficiência Líquida

Protéica (NPR), Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA); e avaliando o ganho de peso nos animais em experimento através da ingestão de ração previamente estabelecida.

Comparar a qualidade das proteínas das amêndoas cruas e torradas do bacuri.

5 – CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na avaliação protéica da amêndoa do bacuri permitem concluir que:

1 - A farinha desengordurada da amêndoa do bacuri apresenta alto teor de proteínas e fibras.

2 - A amêndoa crua apresentou deficiência de aminoácidos essenciais treonina e lisina, e a amêndoa torrada apresentou deficiência de aminoácidos essenciais histidina, treonina, metionina + cisteína e lisina.

3 - Nas amostras estudadas, não foram encontrados fatores antinutricionais, como lectinas e inibidores de proteinases.

4 - Tanto a amêndoa crua quanto a torrada apresentaram valor da digestibilidade protéica inferior ao do encontrado para o padrão caseína, mas superior a dos vários alimentos de origem vegetal.

5 - Foi observada no ensaio *in vivo*, uma retenção de nitrogênio/ nitrogênio absorvido (valor biológico) pelos animais alimentados com dietas contendo amêndoas de bacuri, estatisticamente igual ao verificado em animais tratados com caseína.

6 - O balanço nitrogenado calculado a partir dos dados obtidos no experimento com ratos mostrou que não houve, estatisticamente, diferenças significativas entre os grupos alimentados com amêndoa de bacuri (crua e torrada) e quando comparados ao padrão (caseína).

7 - Os índices de PER, NPR e CEA das amostras estudadas mostraram-se significativamente mais baixo do que os encontrados para a proteína padrão (caseína).

8 - Foi evidenciada menor capacidade de promover crescimento nos animais de experimento alimentados com proteínas de amêndoas de bacuri (crua e torrada) quando comparados com os tratados com caseína padrão.

9 - A amêndoa do bacuri crua apresentou valor nutricional protéico superior ao encontrado na amêndoa do bacuri torrada.

10 - O tratamento térmico aplicado não foi eficaz no aumento da digestibilidade protéica e, além disso, reduziu os teores de quase todos os aminoácidos essenciais.

11 - Portanto, a amêndoa do bacuri pode ser utilizada *in natura* como fonte alternativa de proteínas em dietas com baixo valor nutricional, mas deve ser estudada em relação às possibilidades de suplementação dos aminoácidos deficientes, já que não apresenta fatores antinutricionais que podem comprometer, sob o ponto de vista de nutrição, a sua utilização e aproveitamento como fonte de nutrientes.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akrapunam MA, Sefa-Dedeh S. Some physicochemical properties and anti-nutritional factors of raw, cooked and germinated Jack bean (*Canavalia ensiformis*). Food Chemistry 1997; 59:121-125.

Association of Official Analytical Chemists, AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International, 12 ed. Washington; 1992. 1115 p.

Armour JC, Perera RLC, Bucham WC, Grant G. Protease inhibitors and lectins in soya beans and effects of aqueous heat treatment. Journal of the Science of Food Agriculture 1998; 78: 225-231.

Araujo AH, Cardoso, CB, Pereira EA, Lima LM, Oliveira AS, Miranda, MRA, Xavier J Filho, Sales MP. In vitro digestibility of globulins from cowpea (*Vigna unguiculata*) and xerophitic algaroba (*Prosopis juliflora*) seeds by mammalian digestive proteinases: a comparative study. Food Chemistry 2002; 78: 143-147.

Araújo M, Menezes HC. Composição centesimal, lisina disponível e digestibilidade *in vitro* de proteínas de fórmulas para nutrição oral e enteral, Ciência e Tecnologia de Alimentos (Campinas) 2005; 25(4): 768 - 771.

Bhatty N, Gilani AH, Nagra SA. Effect of cooking and supplementation on nutritional value of gram (*Cicer arietinum*). Nutritional Research 2000; 20(2): 297-307.

Burns RA. Protease inhibitors in processed plant foods. Journal of Food Protection 1987; 50(2):161-165.

Champe PC, Harvey RA. Bioquímica. Trad. AR Bolner. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora Ltda; 2000.

Chaves MH, Barbosa AS, Moita JM Neto, Aued-Pimenta S, Lago JHG. Caracterização química do óleo da amêndoa de *Sterculia striata* St Hill et Nauda. Química Nova 2004; 27(3): 404-408.

Cruz GADR, Oliveira MGA, Pires CV, Pilon AM, Cruz RS, Brumano MHN et al. Avaliação da digestibilidade protéica, inibidor de protease e fibras alimentares de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Brazilian Journal of Food Technology 2004; 7(2): 103-109.

De Angelis RC. In Fisiologia da Nutrição: fundamentos para nutrição e desnutrição. São Paulo: Edart Editora da Universidade de São Paulo;1977. 320p.

Dexter JE, Tkachuk R, Matsuo, RR. Amino acid composition of spaghetti: Effect of drying conditions on total and available lysine. Journal of Food Science 1984; 49: 225- 228.

Denadai, SMS. Estudo nutricional *in vivo* e *in vitro*, com ênfase em proteínas antinutricionais e tóxicas, de amêndoa de sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) [Tese]. Campo Grande-MS: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2006.

Ferreira ACP, Brazaca SGC, Arthur V. Alterações químicas e nutricionais do grão de bico (*Cicer arietinum* L.) cru irradiado e submetido à cocção. Ciência e Tecnologia de Alimentos (Campinas) 2006; 26(1): 80-88.

Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. The Amino Acid Content of Foods and Biological Data on Proteins. Italy (Rome): Nutritional Study; 1970.

Food Agriculture Organization and the World Health Organization FAO/WHO. Protein quality evaluation. Report of a joint FAO/WHO expert consultation. Italy (Rome): Food and Nutrition; 1989.

Food Agriculture Organization and the World Health Organization FAO/WHO. Evaluation of protein quality. Report of the Joint FAO/WHO expert consultation on protein quality evaluation. Rome: FAO, Food Nutrition; 1991.

Franco, G. Tabela de composição química dos alimentos. 9^a ed, Editora Atheneu; 1999. 177p.

Freire MGM, Gomes VM, Corsini RE, Machado OLT, De Simone SGS, Novello JC, Marangoni S, Macedo MLR. Isolation and partial characterization of a novel lectin from *Talisia esculenta* seeds that interferes with fungal growth. Plant Physiology and Biochemistry 2002; 40: 61-68.

Friedman, M. Food browning and its prevention: an overview Journal of Agriculture Food Chemistry 1996; 44 (3): 631- 653.

Friedman, M. Nutritional value of proteins from different food sources. Journal of Agriculture and Food Chemistry 1996; 44: 6-29.

Friedman M, Brandon DL. Nutritional and health benefits of soy proteins. *Journal of Food Chemistry* 2001, 49 (3): 1069-1086.

Galland-Irmouli AVG, Fleurence J, Lamghari R, Luçon M, Rouxel C, Barbaroux O et al. Nutritional value of proteins from edible seaweed *Palmaria palmate* (Dulse). *Journal of Nutritional Biochemistry* 1999; 10: 353-359.

Grant G. Antinutritional effects of soybean: a review. *Progress in Food Nutrition Science* 1989;13: 317-348.

Henley EC, Kuster JM. Protein quality evaluation by protein digestibility - corrected amino acid scoring, *Food Technology* 1994; 48:74-77.

Henrikson RL, Merdeith SC. Amino analysis by reverse phase high performance liquid chromatography: precolumn derivatization with phenylisothiocyanate. *Analytical Biochemistry* 1984; 136: 65-71.

Hernandez M, Montalvo I, Sousa V, Sotelo A. The protein efficiency ratios of 30:70 mixtures of animal: vegetable protein are similar or higher than those of the animal foods alone. *Journal of Nutrition* 1996; 126: 574-581.

Hiane PA, Ramos MIL, Ramos MM Filho, Pereira JG. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos de alguns frutos nativos do Estado de Mato Grosso do Sul. *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos* 1992; 10(1): 35-42.

Hiane PA, Ramos MIL, Ramos MM Filho. Carotenóides pró-vitamínicos A e composição em ácidos graxos do fruto e farinha do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos (Campinas)* 2003; 23(2): 206-209.

Hiane PA, Ramos MM Filho, Ramos MIL, Macedo ML. Bocaiúva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd., pulp and kernel oils: characterization and fatty acid composition. *Brazilian Journal of Food Technology* 2005; 8(3): 256-259.

Hiane PA, Macedo MLR, Silva GM, Braga JA Neto. Avaliação nutricional das proteínas de amêndoas de bacaiúva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd, em ratos Wistar em crescimento. *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (Curitiba)* 2006; 24(1): 191-206.

Hughes JS, Acevedo E, Bressani R, Swanson BG. Effects of dietary fiber and tanins on protein utilization in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). *Food Research International* 1996; 29(3-4): 331-338.

Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 3° ed. São Paulo; 1985.1:533p.

Jayalekshmy A, Mathew, AG. Changes in the carbohydrates and proteins of coconut during roasting. *Food Chemistry* 1990; 37(2): 123-134.

Jinap S, Wan Rosli WI, Russly AR, Nordin LM. Effect of roasting time and temperature on volatile component profile during nib roasting of cocoa beans (*Theobroma cacao*) . *Journal of the Science of Food Agriculture* 1998; 77: 441-448.

Joseph E, Swanson BG. Growth and nitrogen retention of rats fed bean (*Phaseolus vulgaris*) and bean and rice diets. *Food Research International* 1993; 26(4): 261-269.

Kruger JE, Matsuo RB, Dick JW. *Pasta and Noodle Technology*. St Paul, American Association of Cereal Chemists; 1996. 356p.

Lajolo FM, Genovese MI. Nutritional significance of lectins and enzyme inhibitors from legumes. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 2002; 50: 6592- 6598.

Lierner IE. Implications of antinutritional components in soybean foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 1994; 34(1): 31-67.

Macedo MLR, Coelho MB, Freire, MGM, Machado, OLT, Marangoni S, Novello JC. Effects of toxic protein isolated from *Zea mays* seeds on the development and survival of the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus*. *Protein and Peptides letters* 2000; 7(4): 225-231.

Macedo MLR, Damico DCS. Effects of protein fractions from *Zea mays* L. on development and survival of mexican bean weevil *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). *Insect Science Application* 2000; 20: 135-139.

Macedo MLR, Freire MGM, Cabrini, EC, Toyama MH, Novello JC, Marangoni S, Matos DGG. A trypsin inhibitor from *Peltophorum dubium* seeds active against pest proteases and its effects on the survival of *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Biochimica et Biophysica Acta* 2003; 1621: 170-182.

Macedo MLR, Matos DGG, Machado OLT, Marangoni S, Novello JC. Trypsin inhibitor from *Dimorphandra mollis* seeds: purification and properties. *Phytochemistry* 2000; 54: 553-558.

Madruga MS, Santos HB, Antunes NLM. Avaliação nutricional de uma dieta suplementada com multimistura: estudo em ratos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos (Campinas)* 2004; 24(1): 129-133.

Mahan LK, Escott-Stump S. Krause: Alimentos, nutrição & dietoterapia. Trad. A Favano, 9ª ed, São Paulo: Roca; 1998.

Mao LC, Lee KH, Erbersdobler HF. Effect of heat treatment on lysine in soya protein. *Journal of the Science of Food Agriculture* 1993; 62: 307-309.

Mcanuff MA, Omoruyi FO, Solelo-Lopez A, Asemota HN. Proximate analysis and some antinutritional factor constituents in selected varieties of jamican yams (*Discorea and Rajana spp.*). *Plant Foods for Human Nutrition* 2005; 60: 93-98.

Mello MLP, Maia GA, Silva APV, Oliveira GSF, Figueiredo RW. Caracterização físico-química da amêndoa da castanha de caju (*Anacardium occidentale*) crua e tostada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos (Campinas)* 1998; 18(2): 184-187.

Monteiro JBR, Costa NMB, Esteves EA, Milagres KH. Avaliação da qualidade protéica de dois formulados em pó, à base de soja enriquecidos com zinco, selênio e magnésio para utilização em nutrição enteral. *Ciência e Tecnologia de Alimentos (Campinas)* 2004; 24(1): 6-10.

Monsoor MA, Yusuf HKM. *In vitro* protein digestibility of lathyrus pea (*Lathyrus sativus*), lentil (*Lens culinaris*) and chickpea (*Cicer arietinum*). International Journal of Food Science and Technology 2002; 37(1): 97-99.

Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell WW. Harper: Bioquímica. 9ª ed., São Paulo: Atheneu Editora São Paulo Ltda; 2002.

National academy of Science NAS. National research Council. Evaluation of protein quality. Washington, 1963. 74p.

Olguin MC, Hisano N, D' Ottavio AE, Zingale MI, Revelant GC, Calderari SA. Nutritional and antinutritional aspects of an Argentinian soy flour assessed on weanling rats. Journal of Food Composition and Analysis 2003; 16(4): 441-449.

Oliveira JED, Marchini JS. Ciências Nutricionais. São Paulo: Sarvier Editora de Livros Médicos Ltda; 1998.

Oliveira JTA; Puzstai A; Grant G. Changes in organs and tissue a induced by feeding of purified kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) lectins. Nutrition Research 1988; 8(8): 943-947.

Oliveira JTA, Silveira SB, Vasconcelos IM, Cavada BS, Moreira RA. Compositional and nutritional attributes of seeds from multiple purpose tree *Moringa oleifera*, Lamarck. Journal of the Science of Food and Agriculture 1999; 79: 815-820.

Ormenese RCSC, Leitão RFF, Silveira NFA, Baldini VLS. Influência da secagem à alta temperatura nas características das massas com ovos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos (Campinas)* 1998; 18(1).

Oshodi AA, Ipinmoroti KO Adeyeye EI, Hall GM. *In vitro* multienzyme digestibility of protein of six varieties of African yam bean flours. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 1995; 69: 373 -377.

Özdemir M, Açkurt F, Yildiz M, Biringen G, Gürcan T, Löker M. Effect of roasting on some nutrients of hazelnuts (*Corylus Avellena* L.). *Food Chemistry* 2001; 73(2): 185-190.

Pagani MA, Resmini P, Fiorino A, Dalbon G. L'essiccazione ad alta temperatura nella produzione di paste all' uovo: effetti su alcune caratteristiche organolettiche e nutrizionali. *Tecnica Molitoria* 1986; 37(3): 177-190.

Pellet PL, Young VR. Nutritional evaluation of protein foods. Tokyo: The United Nations University, 1980. 62p.

Pimentel-Gomes, F. Curso de estatística experimental. 14 ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 468p.

Pires CV, Oliveira MGA, Rosa JC, Costa NMB. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos (Campinas)* 2006 26(1): 179-187.

Pott A, Pott VJ. Plantas do Pantanal. Embrapa-CPAP, 1994. 233p.

Qin GX, Verstegen MWA, Van der Poel AFB. Effect of temperature and time during steam treatment on the protein quality of full-fat soybeans from different origins. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 1998; 77: 393-398.

Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC Jr. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition and HocWriting Committee on the reformulation of the AIN-76 A rodent diet. *The Journal of Nutrition* 1993; 123(11): 1939-1951.

Ritt ABB. Proteínas Tóxicas e/ou Fatores antinutricionais presentes em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Comparação entre cultivares da região sul do Brasil. [dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2001.

Seena S, Sridhar KR, Jung K. Nutritional and antinutritional evaluation of raw and processed seeds of a wild legume, *Canavalia cathartica* of coastal sand dunes of Índia. *Food Chemistry* 2005; 92(3): 465-472.

Seena S, Sridhar KR, Ramesh SR. Nutritional and protein quality evaluation of thermally treated seeds of *Canavalia maritima* in the rat. *Nutrition Research* 2005; 25(6): 587-596.

Serruya H, Bentes MHS, Simões JC, Lobato JE, Muller AH, Rocha GN Filho. Análise dos óleos dos frutos de 3 palmáceas da região amazônica. *Anais da Associação Brasileira de Química*; 1980; Belém; 31: 93-96.

Sgarbieri, VC. Proteínas em Alimentos Protéicos: propriedades – degradações - modificações. São Paulo: Varela; 1996. 337-342p.

Sgarbieri, VC. Métodos de avaliação da qualidade nutricional dos alimentos. In: Sgarbieri, VC. Alimentação e nutrição - fator de saúde e desenvolvimento. São Paulo: Almed; 1987. 250-261p.

Silva SI Jr, Demonte A. Avaliação da qualidade nutricional da proteína do “leite de soja” e do leite integral em pó. Ensaio experimental e discussão metodológica. Alimentos e Nutrição 1997; 8: 105-120.

Takemoto E, Okada IA, Garbelotti ML, 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 Instituto Adolfo Lutz 2001; 60(2): 113-117.

Tavares M, Badolato ESG, Carvalho JB, Aued S. Óleo de amêndoa de palma (palmiste) brasileiro: caracterização e composição em ácidos graxos. Revista Instituto Adolfo Lutz 1990; 50(1/2): 307-312.

Togashi M, Sgarbieri VC. Avaliação nutricional da proteína e do óleo de sementes de baru (*Dypteryx alata* Vog.). Ciência e Tecnologia de Alimentos (Campinas) 1995; 15(1): 66-69.

Trugo LC, Donangelo CM, Trugo NMF, Bach Knudsen KE. Effect of heat treatment on nutritional quality of germinated legume. Journal of Agriculture and Food Chemistry 2000; 48(6): 2082-2086.

Trujillo-Quijano JA, Esteves W, Plonis GF, Rodriguez-Amaya DA. Variação do perfil de ácidos graxos do óleo de polpa de frutos de diferentes palmeiras oleaginosas. Ciência e Tecnologia de Alimentos (Campinas) 1992; 12(1): 91-96.

U.S.Department of Agriculture USDA. Nutrition–Eating for Good Health. Washington, DC, 1993; Agriculture Information Bulletin 685.

Vadivel V, Janardhan K. Nutritional and anti-nutritional attributes of the under-utilized legume, *Cassia floribunda* Cav. Food Chemistry 2001; 73: 209-215.

Vallilo MI, Tavares M, Aueda-Pementel S, Campos NC, Moita JM Neto. *Lecythis pisonis* Camb. Nuts: oil characterization, fatty acids and minerals. Food Chemistry 1999; 66(2): 197-200.

Vasconcelos IM, Maia AAB, Siebra EA, Oliveira JTA, Carvalho AFFU, Melo VMM *et al.* Nutritional study of two Brazilian soybean (*Glycine max*) cultivars differing in the contents of antinutritional and toxic proteins. The Journal of Nutritional Biochemistry 2001; 12(1): 55-62.

Vieira RL, Bion FM. Valor biológico de dieta à base de soja (*Glycine hispida*) e algaroba (*Prosopis juliflora*). Boletim de Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (Curitiba) 1998;16(1): 85-98.

Volatier JL. INCA national survey of individual dietary intakes. Paris: Editions Tec et Doc. 2000.

Waitzberg DL. Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica. 3ª ed, São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte: Editora Atheneu; 2001.

Young VR, Peelet PL. Plant Proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. American Journal for Clinical Nutrition 1994; 59:1203S - 1212S.


ANEXO**Certificado de Aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais**



C E R T I F I C A D O

Certificamos que o Protocolo nº. 91/2005 da Mestranda **Magalli Costa Barbosa**, sob a Orientação da Profª Maria Lígia Rodrigues Macedo , para uso de animais em experimentação, referente ao projeto de pesquisa **“Composição em aminoácidos e digestibilidade in vivo de proteínas de amêndoas do Bacuri (*Scheelea Phalerata Mart.*) do Estado do Mato Grosso do Sul”**, está de acordo com os princípios éticos adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), com a legislação vigente e demais disposições da ética em investigação que envolvem diretamente os animais e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS/CEUA/UFMS, em reunião de 23 de junho de 2005.

Campo Grande (MS), 23 de junho de 2005.


Drª Maria Araújo Teixeira
Presidente da CEUA