

MICHELLY MORAIS BARBOSA

**COMPOSIÇÃO EM AMINOÁCIDOS E DIGESTIBILIDADE *IN VIVO* DE
PROTEÍNAS DO ARROZ NATIVO, ESPÉCIE *Oryza latifolia*, DA
REGIÃO DO PANTANAL NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

Campo Grande

2009

MICHELLY MORAIS BARBOSA

**COMPOSIÇÃO EM AMINOÁCIDOS E DIGESTIBILIDADE *IN VIVO* DE
PROTEÍNAS DO ARROZ NATIVO, ESPÉCIE *Oryza latifolia*, DA
REGIÃO DO PANTANAL NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre.

Orientador (a): Dr^a Maria Lígia R. Macedo
Co-orientador (a): Dr^a Priscila Aiko Hiane

Campo Grande

2009

Michelly Morais Barbosa

**COMPOSIÇÃO EM AMINOÁCIDOS E DIGESTIBILIDADE *IN VIVO* DE
PROTEÍNAS DO ARROZ NATIVO, ESPÉCIE *Oryza latifolia*, DA
REGIÃO DO PANTANAL NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr^a. Maria Ligia Rodrigues Macedo – Presidente

Prof. Dr^a. Iandara Schettert Silva

Prof. Dr. José Antonio Braga Neto

Prof. Dr^a. Maria Isabel Lima Ramos – Suplente

Campo Grande (MS), 31 de março de 2009.

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a minha mãe,
pelo exemplo de força e luta. E ao meu esposo,
pelo exemplo de paciência e companheirismo.
Pessoas especiais que fizeram à diferença!*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, à DEUS, por colocar sempre, na hora certa, as pessoas certas no meu caminho, como, meus irmãos sempre presentes, mesmo que indiretamente. E também pela oportunidade e privilégio em proporcionar tamanha experiência na realização deste trabalho.

Agradeço muito ao Osmar Ferreira, Darli C. Costa e Márcio, técnicos de laboratório no DTA/UFMS, pelo apoio na execução de análises, as conversas e risadas que distraíam e davam ânimo para a continuidade na execução das atividades, ou mesmo ao ouvir minhas reclamações.

Especialmente à Prof.^a Dr.^a Priscila Aiko Hiane, pela presteza e dedicação fornecendo o auxílio necessário, colaborando muito nas orientações. Estas também dadas sem nenhuma cobrança pelo Prof. Dr. José Antonio Braga Neto e as dicas e opiniões muitas vezes aproveitada da Prof.^a Dr.^a Maria Isabel Lima Ramos. E não menos, à Prof.^a Dr.^a Maria Lígia Rodrigues Macedo, pelo privilégio e oportunidade concedida.

Ao professor Geraldo Alves Damasceno Júnior, coordenador do projeto “Valorização da produção de alimentos de origem vegetal para o desenvolvimento de três comunidades do Pantanal e Cerrado”, e todos os participantes deste, pelas idas ao Amolar, possibilitando a execução deste trabalho com a coleta do arroz.

A todos os professores e colaboradores do Departamento de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública pelo carinho e atenção.

*O Senhor é meu pastor, nada me faltará.
Em verdes prados ele me faz repousar.
Conduz-me junto às águas refrescantes,
restaura as forças de minha alma.
Pelos caminhos retos ele me leva,
por amor do seu nome.
(Salmo, 22.)*

RESUMO

Composição em aminoácidos e digestibilidade *in vivo* de proteínas do arroz nativo, espécie *Oryza latifolia*, da região do Pantanal, no Estado de Mato Grosso do Sul.

O arroz *Oryza latifolia*, de cor vermelha e tamanho pequeno, é uma espécie selvagem encontrada em diferentes regiões de terrenos alagados, como às margens dos rios do Pantanal Sul Mato-Grossense. Este trabalho teve por objetivo estudar a composição centesimal e qualidade protéica, dos grãos deste arroz, através de ensaio biológico e *in vitro*, comparando-o com sua mistura com o feijão. As análises de composição centesimal foram realizadas de acordo com métodos do Instituto Adolfo Lutz, Association of Official Analytical Chemists e Van Soest e Wine, para as amostras preparadas a partir do arroz e do feijão, determinando a quantidade dos ingredientes para a formulação das rações utilizadas no ensaio biológico. A composição em aminoácidos foi determinada conforme Henrikson e Meredith, com analisador de aminoácidos Pico Tag (Waters), encontrando como aminoácidos mais limitantes, a metionina + cistina, com escore químico de 0,32. Já os aminoácidos em maior concentração foi a combinação de fenilalanina+tirosina, com escore químico de 3,01, em relação ao padrão da FAO/WHO. Apresentou 9,83% de proteínas, concentração maior que o arroz branco (*Oryza sativa*) normalmente consumido, que é de cerca de 7,2%. Com os resultados da composição centesimal e dos aminoácidos, foram formuladas as rações de forma que fossem isocalóricas e isoprotéicas para a realização do ensaio biológico. Este ensaio foi realizado com 32 ratos machos da raça Wistar, durante 29 dias, divididos em 4 grupos (Aprotéico, Padrão, Teste 1 e Teste 2). Após o ensaio biológico foi possível determinar para os Grupos Padrão (caseína), Teste 1 (arroz) e Teste 2 (arroz e feijão), o Valor Biológico (respectivamente, 95,47%, 96,15% e 97,65%), a Digestibilidade Verdadeira (respectivamente, 92,18%, 65,53% e 81,33%), o Coeficiente Líquido Protéico (respectivamente, 3,58, 2,57 e 2,27), o Coeficiente de Eficiência Alimentar (respectivamente, 56,00%, 30,98% e 29,57%) e a Razão de Eficiência Protéica (respectivamente, 3,00, 1,52 e 1,14). Verificou-se valor biológico próximos entre os grupos Caseína (95,47%), Teste 1 (96,15%) e Teste 2 (97,65%) e que a mistura de arroz *O. latifolia* e feijão apresentou uma melhor digestibilidade (81,33%) em relação a digestibilidade da mistura do arroz branco *O. sativa* e feijão (57,67%). Assim, a qualidade nutritiva do arroz nativo da espécie *Oryza latifolia* observada indica que o mesmo poderá ser fonte complementar da dieta da população e como fonte informativa sobre a riqueza nutricional do arroz.

Palavras-chave: qualidade protéica, arroz nativo, ensaio biológico, *Oryza latifolia*.

ABSTRACT

Amino acid composition and *in vivo* protein digestibility of native rice, specie *Oryza latifolia*, from Pantanal region of the state of Mato Grosso do Sul

The rice *Oryza latifolia*, red and small grains, is a wild species found in different regions of the flooded areas, as to the margins of the rivers of the Pantanal sul-mato-grossense. The objective of this work was to study the proximate composition and protein quality, in the grains of this rice, through biological assay and *in vitro* assay, comparing your mixture with bean. The analysis of the proximate composition were realized according to the methods of the Instituto Adolfo Lutz, Association of Official Analytical Chemists and Van Soest & Wine, on the samples prepared with the rice and with the bean, determining the amount of ingredients to the formulation of diet used in biological assay. The amino acid composition was performed according to Henrikson and Meredith, on a Pico Tag amino acid analyzer (Waters), meeting as the most limiting amino acids, the methionine+cystine, with chemical score of the 0.32. Already the amino acids in more concentration were the combination of the phenylalanine+tyrosine, with chemical score of the 3.01, if compared with FAO's reference standards. It presented 9.83% protein contents, concentration more elevated than the white rice (*O. sativa*) usually consumed, approximately 7.2%. With the obtained results in the proximate and amino acid composition, test rice, rice+bean combination and casein formulations were prepared to be isoprotein and isocaloric diets in the biological assay. The assay was conducted with 31 Wistar male rats, during 29 days, divided in 4 groups (Aproteic, Standard, Test 1 and Test 2). After the biological assay were determined to the Standard (casein), Test 1 (rice) and Test 2 (rice and bean) groups, the Biological Value (respectively, 95.47%, 96.15% and 97.65%), True Digestibility (respectively, 92.18%, 65.53% and 81.33%), Nitrogen Balance (respectively, 3.30, 1.67 and 1.52), Net Protein Ratio (respectively, 3.58, 2.57 and 2.27), Feed Efficiency Ratio (respectively, 56.00%, 30.98% and 29.57%) and Protein Efficiency Ratio (respectively, 3.00, 1.52 and 1.14). Showed biological value next between the groups Casein (95.47%), Test 1 (96.15%) and Test 2 (97.65%) and what the mixture in the rice *O. latifolia* and bean presented the best digestibility (81.33%) related the digestibility of the mixture of the white rice *O. sativa* and bean (57.67%). So, the nutritional quality of the wild rice in specie *O. latifolia* observed indicate that the rice will can to go source supplementary in diets of the population and as source of information about the nutritional rich of the rice.

Key words: protein quality, native rice, biological assay, *Oryza latifolia*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características físicas do arroz (<i>Oryza latifolia</i>) nativo da região do Pantanal no Estado de Mato Grosso do Sul.....	50
Tabela 2 – Composição centesimal do arroz (<i>Oryza latifolia</i>) cru e cozido e do feijão.....	51
Tabela 3 – Composição em aminoácidos do arroz <i>Oryza latifolia</i> e da mistura do arroz + feijão (A+F) e os respectivos escores químicos (EQ).....	54
Tabela 4 – Comparação da quantidade de aminoácidos na mistura do Arroz <i>O. latifolia</i> com o Feijão (mg/g proteína) e escore químico (EQ) em diferentes proporções comparados com padrão da FAO/WHO.....	54
Tabela 5 – Composição centesimal e valor calórico das dietas utilizadas no ensaio biológico protéico	55
Tabela 6 – Variação de peso, Consumo de ração, Nitrogênio (N) ingerido, Nitrogênio Fecal e Nitrogênio Urinário (g/ animal), em ratos submetidos à dieta Aprotéica, Padrão (caseína), Teste 1 (arroz) e Teste 2 (arroz+feijão), durante 29 dias	56
Tabela 7 – Balanço Nitrogenado (BN), Valor Biológico (VB), Digestibilidade Verdadeira (DV), Quociente de Eficiência Protéica (PER), Quociente de Eficiência Líquida da Proteína (NPR) e Utilização Líquida da Proteína (NPU) da fração protéica do arroz <i>O. latifolia</i> (Teste 1) e da mistura arroz+feijão (Teste 2) , em comparação com a caseína padrão	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Arroz <i>O. latifolia</i> , com casca	22
Figura 2 – Arroz <i>O. latifolia</i> integral, descascado	22
Figura 3 – Estrutura geral dos aminoácidos.....	24
Figura 4 – Fluxograma demonstrativo do processamento do arroz durante o estudo.....	40
Figura 5 – Demonstração visual das rações utilizadas nas dietas durante a realização do ensaio biológico: 01 - Ração para Grupo Aprotéico; 02 - Ração para Grupo Teste 1 (arroz); 03 - Ração Grupo Padrão (Caseína); 04 - Ração Grupo Teste 2 (arroz + feijão)	46
Figuras 6 – (A) Gaiolas metabólicas utilizadas no ensaio biológico. (B) Ratos da linhagem Wistar	47
Figura 7 – Ensaio Biológico Protéico do arroz (<i>O. latifolia</i>) realizado no Biotério Central da UFMS, processo de pesagem das rações (A) e dos animais (B)	48
Figura 8 – Corante natural do arroz <i>O. latifolia</i> , com elevada solubilidade em água.....	52
Figura 9 – Diferença de crescimento dos Grupos de ratos alimentados com ração Padrão (caseína), Teste 1 (arroz <i>O. latifolia</i>) , Teste 2 (arroz + feijão) e Aprotéica, respectivamente, observado no ensaio biológico protéico	57

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Cálculo do Balanço Nitrogenado (BN).....	32
Equação 2 – Cálculo da Digestibilidade Verdadeira (DV)	33
Equação 3 – Nitrogênio Fecal alimentar (NFa)	33
Equação 4 – Cálculo do Valor Biológico (VB)	34
Equação 5 – Cálculo da Razão da Eficiência Protéica (PER)	35
Equação 6 – Cálculo da Razão da Eficiência Líquida Protéica (NPR)	35
Equação 7 – Cálculo da Utilização Líquida da Proteína (NPU)	36
Equação 8 – Cálculo do escore químico de aminoácidos essenciais	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 Arroz	18
2.1.1 Aspectos Gerais	18
2.1.2 Arroz nativo, espécie <i>Oryza latifolia</i>	21
2.2 Proteínas	24
2.2.1 Fontes de Proteínas.....	25
2.3 Valor Nutritivo dos Alimentos	27
2.3.1 Método Biológico para Determinação da Qualidade da Proteína.....	31
2.3.1.1 Balanço Nitrogenado.....	31
2.3.1.2 Digestibilidade da Proteína	32
2.3.1.3 Valor Biológico (VB)	34
2.3.1.4 Quociente de Eficiência Protéica (PER)	34
2.3.1.5 Quociente de Eficiência Líquida da Proteína (NPR)	35
2.3.1.6 Utilização Líquida da Proteína (NPU)	36
2.3.2 Método Químico para Determinação da Qualidade da Proteína.....	37
2.3.2.1 Escore Químico.....	37
3 OBJETIVOS	38
3.1 Objetivo Geral	38
3.2 Objetivos Específicos	38
4 MATERIAIS E MÉTODOS	39
4.1 Material	39
4.1.1 Arroz (<i>Oryza latifolia</i>).....	39
4.1.2 Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	39
4.2 Métodos	39
4.2.1 Preparo das Amostras	40

4.2.1.1 Arroz (<i>Oryza latifolia</i>)	41
4.2.1.2 Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	41
4.2.2 Características Físicas do Arroz	42
4.2.3 Análise da Composição Centesimal	42
4.2.4 Análise de Corantes Naturais	43
4.2.4.1 Carotenóides	43
4.2.4.2 Flavonóides	43
4.2.5 Análise da Composição em Aminoácidos	44
4.2.5 Ensaio Biológico para Determinar a Qualidade Nutricional da Proteína.....	44
4.2.6.1 Preparo das Rações	44
4.2.6.2 Ensaio Biológico Protéico	46
4.2.7 Análise Estatística	49
5 RESULTADOS	50
5.1 Preparo da Amostra	50
5.2 Características Físicas do Arroz	50
5.3 Análise da Composição Centesimal das Amostras	51
5.4 Análise de Corantes Naturais	52
5.4.1 Carotenóides	52
5.4.2 Flavonóides	53
5.5 Análise da Composição em Aminoácidos	53
5.6 Ensaio Biológico para Determinar a Qualidade Nutricional da Proteína	55
5.6.1 Composição Centesimal das Rações	55
5.6.2 Ensaio Biológico	56
5.6.2.1 Dados Coletados	56
5.6.2.2 Dados Calculados	57
6 DISCUSSÃO	59
7 CONCLUSÕES	66
REFERÊNCIAS	67

ANEXO A - Certificado de Aprovação pela Comissão de Ética no Uso de Animais /CEUA/UFMS	76
ANEXO B – Artigo da Dissertação de Mestrado com título “Composição em aminoácidos e qualidade nutricional <i>in vivo</i> de proteínas do arroz nativo, espécie <i>Oryza latifolia</i>, da região do Pantanal no Estado de Mato Grosso do Sul”	79

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, várias publicações científicas em todo mundo apontam a desnutrição como responsável direta dos maiores índices de morbidade e mortalidade (MONTEIRO, 2003; MONTEIRO, CONDE, 2000; VASCONCELOS *et al.*, 2001). A desnutrição protéica é um termo que descreve uma classe de distúrbios clínicos resultantes da deficiência de proteína e energia, normalmente acompanhadas por lesões fisiológicas, ambientais e estresse. A Organização Mundial de Saúde estima que 300 milhões de crianças no mundo têm retardamento de crescimento como resultado da desnutrição (MAHAN, ESCOTT-STUMP, 1998).

A escolha dos alimentos é determinada pela preferência e hábitos, mas também pelo sistema de produção e possibilidade de aquisição dos alimentos. O acesso à informação sobre alimentação saudável é de grande importância, possibilitando a escolha e adoção de práticas alimentares saudáveis. Os princípios de uma alimentação saudável indicam a necessidade de todos os grupos de alimentos (água, carboidratos, proteínas, lipídios, vitaminas, fibras e minerais) diariamente, os quais são insubstituíveis e indispensáveis ao bom funcionamento do organismo. Pressupõe-se que nenhum alimento, isoladamente, é suficiente para fornecer todos os nutrientes necessários a uma boa nutrição e conseqüente manutenção da saúde (STRINGHETA *et al.*, 2007).

A dieta da população brasileira é considerada deficiente quanto a qualidade nutritiva, o que pode indicar muitas vezes, a origem de diferentes problemas de saúde (MADRUGA *et al.*, 2004). A alimentação deficiente tanto em quantidade, como em qualidade atinge grande parte da população, como, por exemplo, as comunidades ribeirinhas da região do Pantanal do Estado de Mato Grosso do Sul. Estas vivem em regiões afastadas da cidade, com dificuldade de acesso aos alimentos pela distância e meio de transporte (somente de barco). Moradores dessas comunidades vivem de atividades agrícolas de subsistência e da criação de animais domésticos, da pesca e coleta de iscas para venda ao turismo de pesca (FARIAS, CRUZ, OLIVEIRA, 2007).

Vários estudos já foram realizados com frutos nativos da região de Mato Grosso do Sul, em destaque a semente e polpa do piqui (*Caryocar brasiliense* Cambess.) e da bocaiúva (*Acrocomia aculeata* Jacq Lodd.) (HIANE *et al.*, 2006b).

Além da determinação da composição química e avaliação nutricional de frutos diversificados, como as amêndoas da bocaiúva (HIANE *et al.*, 2006a) e do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.) (BARBOSA, 2006). Estes estudos foram importantes ao demonstrar a riqueza da região do Pantanal, não apenas em variedade de frutos, mas também quanto ao valor nutritivo destes, o que possibilita a população melhorar a sua alimentação, ou mesmo comercializar produtos na busca de renda alternativa.

Apesar de ser considerado um alimento importante à alimentação humana, o arroz ainda é pouco reconhecido pelas suas características funcionais. É um alimento essencialmente energético, pela riqueza em carboidratos, mas pode ser também uma importante fonte de proteínas, sais minerais (principalmente fósforo, ferro e cálcio) e vitaminas do complexo B, como a B1 (tiamina), B2 (riboflavina) e B3 (niacina) (MONTEIRO *et al.*, 2004, WALTER, MARCHEZANLL, AVILAI, 2008). Segundo a FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the World Health Organization – 1991), o arroz fornece 20% da energia e 15% das proteínas necessárias ao homem e se destaca pela sua fácil digestão. Considera ainda que seja o alimento mais importante para a segurança alimentar do mundo, pois, além de fornecer um excelente balanceamento nutricional, é uma cultura extremamente rústica.

Devido ao problema da desnutrição, faz-se necessário o estudo e desenvolvimento de produtos como fonte alternativa de nutrientes, principalmente de proteínas. Nesse sentido o estudo do valor protéico de alimentos de origem vegetal é importante, pois os alimentos de origem animal que geralmente possuem maior valor nutricional são de alto custo (SCHULTE, LOPEZ, 2007).

O estudo do arroz nativo, espécie *Oryza latifolia*, de grão pequeno e cor avermelhada, coletado na região da Serra do Amolar, no Pantanal é importante para despertar interesse quanto à utilização deste na alimentação ou como fonte de renda, devido a importância dos alimentos considerados nativos, ecológicos (obtido a partir da produção ecológica, sistema de produção que promove e melhora a saúde do agrossistema) e/ou orgânicos (livres de fertilizantes químicos, antibióticos, hormônios e outras drogas usualmente utilizadas - Qualifood), uma vez que o uso destes produtos na alimentação conquista cada vez mais a preferência dos consumidores (BARATA, 2005). Diferente do esperado, as comunidades próximas às áreas onde a espécie do arroz nativo do Pantanal pode ser encontrada, não o

consomem, mesmo com as dificuldades visíveis das famílias (DAMASCENO JUNIOR, 2006).

O ato da alimentação deve estar inserido no cotidiano das pessoas, como um evento agradável e de socialização. A promoção da alimentação saudável deve levar em consideração modificações históricas importantes como o crescente consumo de alimentos industrializados, pré-preparados ou prontos (STRINGHETA *et al.*, 2007). Fatores culturais, envolvendo hábitos e padrões alimentares, refletem normalmente um processo histórico de adaptação às realidades geográficas, sócio-econômicas e culturais, constituindo verdadeiros tabus (BARATA, 2005). Além disso, os estudos mais freqüentes com *O. latifolia* referem-se ao cultivo e combinações genéticas, polimorfismo, cultivo, entre outros (LIU, LAFITTE, GUAN, 2004), nada foi encontrado referente a sua composição ou qualidade nutricional.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade protéica do arroz da espécie *Oryza latifolia*, por ser encontrado em grande quantidade nas margens dos rios na região do Pantanal sul-mato-grossense, e por não haver consumo deste, podendo constituir em um alimento para a população ribeirinha (DAMASCENO JUNIOR, 2006). Considerada espécie de maior potencial de aumento de produção para o combate da fome no mundo, evidenciou-se então, a importância em conhecer das variedades de arroz, além da já consumida, a composição centesimal e composição em aminoácidos, qualidade nutricional e qualidade protéica (através de experimento *in vivo*).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Arroz

2.1.1 Aspectos Gerais

O arroz constitui, o principal componente da dieta básica da população mundial (AGOSTINETTO *et al.*, 2001), é uma fonte importante de nutrientes, particularmente de carboidratos, como fonte de energia, embora os cereais possam fornecer também quantidades significativas de proteína, minerais e vitaminas. A composição em aminoácidos, conseqüentemente a qualidade nutricional das proteínas de cereais, é bastante variável (BARATA, 2005; SGARBIERI, 1996).

Na Grécia Antiga, o arroz era usado como alimento medicinal em: doenças dos intestinos; doenças dos rins; doenças ginecológicas: hemorragias, cólicas menstruais e sintomas da menopausa; doenças da pele; moderador do apetite em dietas de emagrecimento. E usado também em produtos de beleza, para obtenção da “Flor de Lótus” referencial de beleza no Japão (NASCIMENTO, 2007).

Existe um grande número de variedades de arroz, devido ao processo evolutivo e de domesticação, adaptadas geneticamente às condições agroecológicas, sendo por isso, um dos cereais mais cultivados (Brasil é o maior produtor da América Latina – FAO/WHO, 1991) e consumidos no mundo. No Brasil, são encontradas quatro espécies selvagens, *O. glumaepatula*, *O. alba*, *O. grandiglumix* e *O. latifolia* e crescem em áreas altamente isoladas ainda livres da intervenção humana, como a floresta Amazônica e o Pantanal (SILVA, *et al.* 2007).

A agroindústria classifica o arroz de diferentes formas, uma delas relaciona-se a sua dimensão: longo fino, longo, médio, curto e misturado (BARATA, 2005; MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2008). Pode ser classificado também conforme o processamento submetido para o consumo, da seguinte forma:

a) arroz integral: consiste apenas na retirada da casca. Menos consumido pela população brasileira, em função do preço elevado, pequena vida de prateleira e sabor diferenciado, apesar de ser mais rico em nutrientes. Não resiste tanto quanto o arroz branco ao armazenamento, por possuir lipases muito ativas, que hidrolisam rapidamente os triglicérides, provocando a rancidez (STORCK, 2004);

b) arroz polido: obtido pelo polimento do grão integral. Mais consumido no Brasil, principalmente na forma de grãos inteiros (CASTRO *et al.*, 1999). O arroz branco consta quase que exclusivamente do endosperma do grão, uma vez que o pericarpo, o embrião e boa parte das camadas e aleurona, que é a parte mais rica do endosperma, são removidos pelo beneficiamento.

c) arroz parboilizado: a parboilização consiste no aquecimento do arroz ainda em casca, provocando a gelatinização total ou parcial do amido. Sabe-se que esse processo melhora a qualidade nutricional do arroz em relação ao grão polido. Durante o processo, grande parte das vitaminas e minerais do grão migram da camada mais externa para o seu interior, havendo uma redução das perdas nutricionais decorrentes do polimento do grão (ALMEIDA, 2002).

O arroz no Brasil é consumido principalmente na forma de grãos inteiros, descascados e polidos, tendo os aspectos ligados à qualidade amplos e complexos, relacionados à preferência da população (CASTRO *et al.*, 1999).

As vitaminas e sais minerais concentram-se na película e no germe do arroz, por isso a remoção dessas camadas durante o beneficiamento causa grande redução do seu valor nutricional, sendo o endosperma basicamente amido (NAVES, 2007; BARATA, 2005). Por isso, o arroz branco é inferior ao integral sob o ponto de vista nutritivo, porém é mais estável à rancificação oxidativa, por conter quantidades bem menores de ácidos graxos insaturados. O grau de beneficiamento, isto é, a maior ou menor remoção das camadas de aleurona, varia de acordo com a preferência do consumidor ou com as exigências da regulamentação, devido a variação na sua composição nutricional (STORCK, 2004).

A FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the World Health Organization) considera o arroz, o alimento mais importante para a segurança alimentar mundial. Além de fornecer um excelente balanceamento nutricional, é considerada a espécie com maior potencial de aumento de produção para o combate da fome no mundo. Em função disso, aspectos relacionados à sua

produção e consumo devem ser continuamente monitorados e avaliados em profundidade, para que o seu suprimento seja garantido (BARATA, 2005).

Sabe-se que o arroz integral é mais nutritivo que o arroz polido, espécie *Oryza sativa*, esta qualidade deve-se a uma pequena diferença na quantidade de fibras e de proteínas. O que é descrito na tabela de composição de alimentos do IBGE (in Franco, 1999), valores em g/ 100g de alimento: umidade de 12,00 e 12,40; cinzas de 0,50 e 1,30; lipídios de 0,60 e 1,60; proteínas de 7,20 e 8,10; carboidratos de 79,70 e 76,60; fibras de 0,60 e 0,90 para o arroz polido e integral, respectivamente.

A proteína, no arroz, representa 7 a 9% do grão, apresenta-se em maior concentração no germe e nas camadas de aleurona e em menor concentração relativa na parte interna do endosperma. A proteína do arroz polido é principalmente glutelina, com pequenas quantidades de globulinas e de prolaminas. A proteína isolada de arroz contém 16,8% de nitrogênio, portanto o fator de conversão de nitrogênio a proteína é 5,95 e não 6,25 como se usa para a maioria das proteínas (SGARBIERI, 1987).

O conteúdo de aminoácidos sulfurados, particularmente metionina, é relativamente elevado no arroz polido, já a lisina é limitante, por se encontrar em quantidade menor que a recomendada para as moléculas protéicas, impedindo o seu aproveitamento integral pelo organismo. O contrário ocorre nas leguminosas, como o feijão, que são ricas em aminoácidos como a lisina e limitantes em aminoácidos sulfurados. Devido a isto que a mistura de arroz com feijão, em proporções adequadas, fornece um balanço de aminoácidos satisfatório para o organismo humano (SGARBIERI, 1987).

O arroz pode ser enriquecido com vitaminas e minerais conforme regulamentação estabelecida pelo FDA (Food and Drug Administration) em 1956, desde que o termo “enriquecido” seja expresso na identificação do produto (ORMENESE, CHANG, 2002).

A fração protéica do arroz tem melhor qualidade, entre os cereais de grande consumo, gerando menos resíduos (catabólitos) nitrogenados. Renais crônicos com dieta a base de arroz podem diminuir a necessidade de hemodiálise (NASCIMENTO, 2007).

Em uma pesquisa realizada no Estado do Rio Grande do Sul, observando-se o perfil dos consumidores de arroz ecológico, os autores relataram que os principais

pontos fracos do arroz orgânico diz respeito a falta de informações acerca dos produtos. Os consumidores questionam sobre características nutricionais, quantidade de calorias, a falta de propaganda informando, principalmente, onde encontrar o produto. E na comparação da imagem percebida pelos consumidores e não consumidores de arroz orgânico destacam-se diferenças nas afirmações: *é o arroz integral; é produzido sem agrotóxico; faz bem à saúde; não causa impacto ambiental; e, é saboroso* (MARTINS *et al.*, 2002).

2.1.2 Arroz Nativo, espécie *Oryza latifolia*

O arroz nativo, grão pequeno, de cor vermelha (Figuras 1 e 2), da espécie *Oryza latifolia* é encontrado em regiões alagadas, dentre elas a região do Pantanal, no Estado do Mato Grosso do Sul. É importante despertar interesse quanto à utilização desse arroz, que conforme pesquisa em diferentes bancos de dados se trata de uma variedade sem indicações quanto sua composição nutricional, é um produto nativo diferente e que pode despertar para o mercado, seu consumo direto ou no desenvolvimento de novos produtos, principalmente se relacionado a sua cor vermelha, pois há uma tendência mundial em usar pigmentos naturais como corantes para alimentos (LIMA, MÉLO, LIMA, 2005).



Figura 1 – Arroz *Oryza latifolia*, com casca. Foto: José Antonio Braga Neto, 2008.



Figura 2 - Arroz *Oryza latifolia* integral, descascado. Foto: José Antonio Braga Neto, 2008.

Para a população ribeirinha, com dificuldade de acesso aos alimentos, vivendo em condições precárias (DAMASCENO JUNIOR, 2006), quase exclusivamente da pesca e coleta de iscas para venda ao turismo de pesca

(CASTRO *et al.*, 1999), precisa haver melhor informação sobre o produto sabendo-se que o consumo de produtos orgânicos conquista cada vez mais a preferência dos consumidores (IBGE, 2003).

Os hábitos e os padrões alimentares das diferentes populações refletem normalmente um processo histórico de adaptação às realidades geográficas, sócio-econômicas e culturais de cada povo (MARTINS, 2002). Isso justificaria porque a população da região não consome o arroz, havendo até resistência em experimentá-lo por parte dos moradores mais antigos, conforme relato da população em realização de oficina pelo projeto “Valorização da produção de alimentos de origem vegetal para o desenvolvimento de três comunidades do Pantanal e Cerrado”.

Devido à importância do arroz na dieta, sua composição e suas características nutricionais estão diretamente relacionadas à saúde da população. Por isso, em alguns trabalhos, como o de Walter *et al.* (2008), foi examinado o melhoramento genético de suas características, obtendo-se grãos com características nutricionais mais interessantes. O arroz apresenta efeito positivo na prevenção de diversas doenças crônicas devido a diferentes constituintes. Outro efeito positivo, já encontrado no arroz é a presença de compostos fenólicos onde pesquisas têm demonstrado ação antioxidante, auxiliando na prevenção de danos celulares e de doenças crônicas, incluindo doenças cardiovasculares, envelhecimento, diabetes e câncer (NASCIMENTO, 2007).

O arroz nativo do Pantanal nasce às margens dos rios, bem característico desse cereal de terreno pantanoso que necessita de umidade e calor (SILVA *et al.*, 2007). Seu período de amadurecimento encontra-se entre os meses de Maio e Junho, como foi observado na coleta, e relatado pelas comunidades da região, como os índios Guatós. Este trabalho é um dos poucos recentemente, senão o único, a avaliar a qualidade nutricional do *Oryza latifolia*, por não se dispor, ao nível regional e nacional, de dados sobre sua qualidade protéica. Estudos estão sendo realizados quanto à fenologia, para a caracterização da espécie na região.

2.2 Proteínas

Proteínas são macromoléculas, formadas por aminoácidos unidos entre si por ligações peptídicas (CHEFTEL, CUQ, LORIENT, 1993), composto principalmente por nitrogênio, carbono, hidrogênio e oxigênio e difere de carboidratos e gorduras pelo seu conteúdo de nitrogênio (VADIVEL, JANARDHAN, 2001). Podem constituir mais de 50% do peso seco das células (CHEFTEL, CUQ, LORIENT, 1993).

As proteínas comumente encontradas como constituintes de mamíferos são compostas por cerca de 20 aminoácidos diferentes (CHEMIM, MURA, 2007), nove dos quais são considerados essenciais, isto é, devem estar presentes na dieta em quantidades e proporções definidas, uma vez que o organismo não possui a capacidade de sintetizá-los, sendo indispensáveis do ponto de vista dietético (CHEMIM, MURA, 2007; POTT, POTT, 1994). Os aminoácidos encontrados nas proteínas da dieta estão envolvidas na síntese de proteínas teciduais (formação e regeneração) e outras funções metabólicas especiais (MAHAN, ESCOTT-STUMP, 1998).

Os aminoácidos possuem o radical carboxila (COOH), o radical amina (NH₂) e um átomo de hidrogênio (H), todos ligados a um carbono alfa, sendo então chamados de α-aminoácidos, variando entre si pelo radical R (Figura 3). (CHEFTEL, CUQ, LORIENT, 1993; MEIRELLES, 2009).

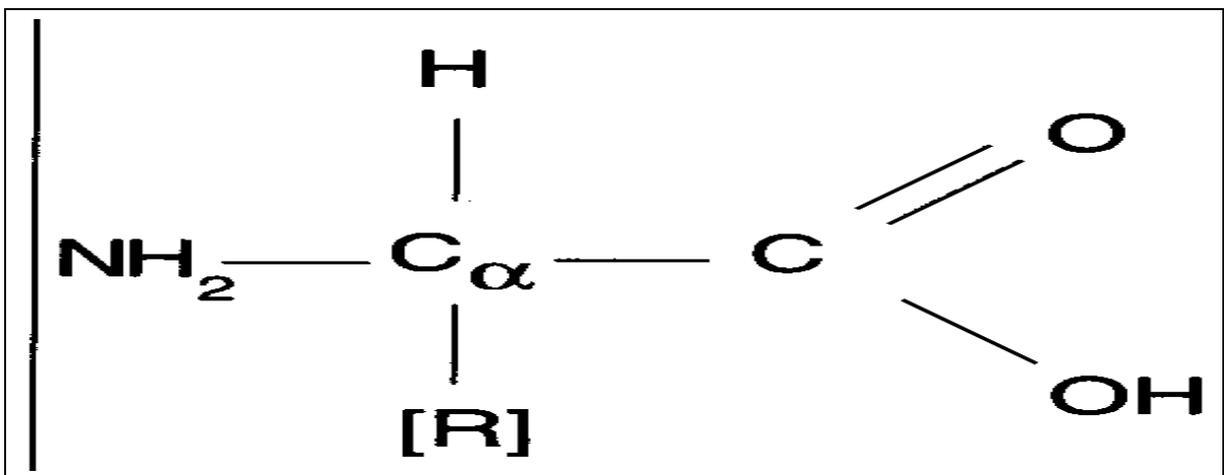


Figura 3 – Estrutura geral dos aminoácidos. Fonte: Lehninger, Nelson, Cox, 2006.

A quantidade diária total de proteínas a serem digeridas consiste em aproximadamente 70 a 100g oriundas da dieta e de 35 a 200g de origem endógena. O processo digestivo relaciona-se a ação enzimática, das peptidases, do ácido clorídrico e da pepsina. No intestino sofrem ação das enzimas proteolíticas do suco pancreático e entérico (carboxipeptidases, aminopeptidases e dipeptidases) até tornarem-se aminoácidos livres, por hidrólise da ligação peptídica e assim, são absorvidos para processos biossintéticos (CHEMIM, MURA, 2007).

A estrutura molecular da proteína é um dos fatores importantes na sua biodisponibilidade, pois é o que vai determinar a maior ou menor ação de enzimas proteolíticas. Por isso, as proteínas globulares são mais facilmente desnaturáveis, e, portanto, de mais fácil digestão e absorção mais eficiente dos aminoácidos. Já as proteínas fibrilares, que possuem uma estrutura rígida e compacta, são de difícil acesso às enzimas proteolíticas (CHAMPE, HARVEY, 2000).

No organismo ocorre constante degradação e síntese de proteínas, sendo importante haver equilíbrio no balanço de nitrogênio. O nitrogênio consumido na dieta deve ser igual à quantidade de nitrogênio excretado nas fezes e na urina, considerando um adulto normal. Para manter um equilíbrio nitrogenado deve haver uma ingestão adequada de nitrogênio na forma de aminoácidos indispensáveis (histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina + cistina, fenilalanina + tirosina, treonina, triptofano e valina) (HENLEY, KUSTER, 1994).

2.2.1 Fontes de Proteínas

Alimentos como as carnes, os peixes, os derivados lácteos, os grãos e leguminosas são particularmente ricos em proteínas e considerados as principais fontes desse nutriente indispensável. Para os brasileiros, considera-se ainda como fonte de proteínas o arroz e o feijão (CINTRA *et al.*, 2007). Estes dois, para as classes menos favorecidas economicamente, constituem a base não só protéica como também energética da alimentação (SGARBIERI, 1987).

As proteínas de origem animal apresentam melhor equilíbrio de aminoácidos essenciais e maior digestibilidade do que as de origem vegetal. Quando certas

ligações peptídicas não são hidrolisadas no processo da digestão, parte delas será excretada com as fezes ou transformada em produtos do metabolismo dos microrganismos do intestino grosso (SGARBIERI, 1996). Este efeito ocorre mais com as proteínas de origem vegetal, onde os aminoácidos ficam menos disponíveis, ou seja, a digestibilidade será menor do que para as proteínas de origem animal. Com raras exceções, ocorre o contrário. Das proteínas dos alimentos de origem vegetal, as da soja apresentam melhor composição de aminoácidos, assemelhando-se às proteínas de origem animal (MONTEIRO *et al.*, 2004).

Nos alimentos, as proteínas são caracterizadas por grande variabilidade nutritiva e podem ser classificadas conforme a qualidade, o que depende da proporção e perfil de aminoácidos dieteticamente indispensáveis que a compõem. Depende ainda, da biodisponibilidade, da digestibilidade, da susceptibilidade à hidrólise durante a digestão e ausência de toxicidade e/ou propriedades antinutricionais (CHEMIM, MURA, 2007; HAWTHORN, 1983; MAHAN, SCOTT-STUMP, 1998).

Com exceção da proteína do leite materno e da proteína do ovo integral, nenhuma outra proteína da dieta humana atende, pela sua composição, ao balanço de aminoácidos essenciais exigidos para o crescimento e manutenção do organismo humano (FAO/WHO, 1991; SGARBIERI, 1987). Um grande número de proteínas e alimentos conhecidos é deficiente em um ou mais aminoácidos essenciais, os chamados aminoácidos limitantes (HENLEY, KUSTER, 1994). Dentre as diversas fontes protéicas de origem vegetal, os grãos oferecem proteína de alto valor biológico, mas com deficiência em alguns aminoácidos essenciais (NBC, 1978; SILVA Jr., DEMONTE, 1997).

Os principais cereais apresentam-se deficientes, principalmente em lisina. Já os grãos de leguminosas são em geral ricos em lisina, porém bastante deficientes em aminoácidos sulfurados (metionina, cisteína e cistina) (SGARBIERI, 1987). Por exemplo, o feijão e o arroz, isoladamente, são alimentos desequilibrados quanto à composição em aminoácidos, assim como a maior parte dos vegetais, possuindo deficiência em aminoácidos essenciais (HAWTHORN, 1983). Contudo, a combinação, em proporções adequadas de arroz e feijão, forma mistura de valor protéico bem mais elevado, isso porque a deficiência do feijão em metionina é compensada pelo teor bem mais elevado no arroz e, a deficiência de lisina do arroz é complementada pelo elevado teor no feijão (CINTRA *et al.*, 2007).

2.3 Valor Nutritivo dos Alimentos

A necessidade de determinados nutrientes é variável quanto à idade e ao estado fisiológico. O homem, via de regra, escolhe seus alimentos mais pelos atributos que dão prazer (textura, gosto, aroma aparência, conveniência) e só excepcionalmente pelo seu valor nutritivo (MCANUFF *et al.*, 2005)

O valor nutritivo dos alimentos irá depender da concentração e da proporção de cada um dos nutrientes, nutricionalmente indispensáveis, da biodisponibilidade dos nutrientes e da presença ou não de componentes tóxicos e/ou antinutricionais. Ou seja, a determinação da composição química dos alimentos não é suficiente para caracterizar seu valor nutritivo, pois certos nutrientes, embora presentes nos alimentos, possuem baixa biodisponibilidade e não se tornam totalmente disponíveis e efetivamente absorvidos e utilizados pelo organismo em seu metabolismo celular. São raros os nutrientes contidos nos alimentos que se tornam totalmente disponíveis ao organismo após ingestão (SGARBIERI, 1987).

Os alimentos são incompletos do ponto de vista nutricional, em sua grande maioria, existindo uma exigência qualitativa e quantitativa para os nutrientes. Caso haja uma deficiência relativa, de um determinado nutriente, este poderá comprometer a utilização efetiva de outros nutrientes essenciais, e o valor biológico de tal alimento ficará limitado. Isso ocorre, principalmente, em alimentos que possuem aminoácidos essenciais, que aparecem em concentrações e em proporções abaixo do requerido para que uma determinada proteína manifeste elevado valor biológico (OLIVEIRA, MARCHINI, 1998).

As necessidades nutricionais são diferentes conforme a idade, assim como a quantidade diária de aminoácidos essenciais. Ou seja, crianças em fase de crescimento (10 a 12 anos) necessitam de quantidade superiores de aminoácidos para a formação de seus tecidos, como isoleucina 28 mg/kg peso corporal/dia, leucina 42 mg/kg peso corporal/dia, lisina 44 mg/kg peso corporal/dia, metionina + cistina 22 mg/kg peso corporal/dia, fenilalanina + tirosina 22 mg/kg peso corporal/dia, treonina 28 mg/kg peso corporal/dia, triptofano 4 mg/kg peso corporal/dia e valina 25 mg/kg peso corporal/dia. Para cálculo da quantidade de proteína a ser consumida para adquirir as quantidades diárias de cada aminoácido acima relacionado uma proteína padrão deve ter 4,2 g de isoleucina/ 100g proteína, 7,0 g de leucina/ 100g

proteína, 5,1 g de lisina/ 100g proteína, 2,6 g de metionina + cistina/ 100g proteína, 7,3 g de fenilalanina + tirosina /100g proteína, 3,5 g de treonina/ 100g proteína, 1,1 g de triptofano/ 100g proteína e 4,8 g de valina/ 100g proteína (SGARBIERI, 1987).

A avaliação da composição centesimal é uma estimativa da qualidade nutricional, conhecendo a proporção em que os nutrientes estão presentes (SGARBIERI, 1996). Ocorre grande interesse na avaliação nutricional, quando os nutrientes ou classes de nutrientes encontram-se em concentração elevada na composição dos diferentes alimentos. Além do que, segundo Torres *et al.* (2000) os valores de composição centésima são freqüentemente usados na indicação de dietas.

Se faz necessária uma alimentação mista, para que os alimentos de diferentes composições funcionem como complementares, uns em relação aos outros, para satisfazer as necessidades dos organismos em todos os nutrientes essenciais, outra opção é a suplementação de nutrientes (PHILIPPI *et al.*, 1999).

O balanço de aminoácidos em um alimento ou dieta para uma determinada espécie poderá ser alcançado através de três processos principais:

- a) modificação da composição em aminoácidos das proteínas dos alimentos, através de manipulações genéticas;
- b) combinação na dieta de dois ou mais alimentos que sejam complementares com respeito ao balanço de aminoácidos;
- c) adição de aminoácidos limitantes até concentrações de equilíbrio (SGARBIERI, 1987).

A proteína da soja é a proteína de origem vegetal mais utilizada para os alimentos enterais. No início, a soja era utilizada na forma de grãos o que requeria muita manipulação para o preparo, além de conter fatores antinutricionais e deficiência de aminoácidos, como a metionina. Com a evolução tecnológica, surgiram os extratos de soja e por fim os isolados protéicos de soja (proteína pura isolada de açúcar, gorduras e fibras) que em geral são suplementados com aminoácidos como a L-metionina, taurina e carnitina (SILVA *et al.*, 2007).

Estudos demonstraram boa qualidade protéica em preparações de extrato solúvel de soja, enriquecidas com nutrientes, quanto aos valores de NPR (coeficiente de eficiência líquida da proteína) e de NPU (utilização líquida da proteína), por estes serem semelhantes ao da caseína (4,37 e 4,22 NPR e 54,51 e 55,69 NPU) é considerada proteína de alto valor biológico (MADRUGA *et al.*, 2004).

O valor nutritivo dos alimentos tem influência de fatores genéticos e ambientais. Os fatores ambientais referem-se a agentes químicos e físicos que podem atuar na degradação de nutrientes, além do manuseio e estocagem do alimento *in natura*. Os agentes físicos e químicos que afetam a estabilidade dos nutrientes são, praticamente, os mesmos tanto na estocagem como no processamento, devido, por exemplo, ao teor de umidade e atividade de água; temperatura e tratamento térmico; variações na acidez ou alcalinidade (pH); ação do oxigênio do ar; ação da luz (SGARBIERI, 1987).

A digestibilidade é um fator importante na determinação do valor nutritivo de uma proteína, sendo que, em geral, as proteínas de origem animal apresentam maior valor nutritivo que as de origem vegetal (OSHODI *et al.* 1995). Um determinante da qualidade protéica da dieta é a medida da percentagem das proteínas hidrolisadas pelas enzimas digestivas e absorvidas na forma de aminoácidos, ou de qualquer outro composto nitrogenado pelo organismo (PELLET, YOUNG, 1980).

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 e seu uso como alimento fica restrito (OSHODI *et al.*, 1995). Vários pesquisadores têm proposto a combinação de alimento de consumo habitual, na qual os aminoácidos limitantes de uma proteína são complementados por outros (CINTRA *et al.*, 2007).

A qualidade nutricional das proteínas vegetais pode ser melhorada através de tratamentos térmicos, devido principalmente à inativação de inibidores como as proteases e as lecitinases (BURNS, 1987; HIANE *et al.*, 2006a; RAMOS *et al.*, 2001). Estudos realizados com seis variedades de feijão demonstraram um aumento significativo na digestibilidade *in vitro* após o tratamento térmico (MESQUITA *et al.*, 2007), uma vez que o valor nutritivo dos alimentos, principalmente as leguminosas, podem ser limitado pela presença de fatores antinutricionais (SILVA, SILVA, 2000). Ramirez-Cárdenaz, Leonel e Costa (2008) demonstraram ainda, que a diminuição dos efeitos antinutricionais depende da variedade do feijão e da forma utilizada para o cozimento.

Para um tratamento térmico adequado, é de extrema importância o controle da temperatura, visando preservar os nutrientes e o valor nutritivo dos alimentos,

minimizando a perda destes, durante o processamento pelo calor. Isto implica conhecer o comportamento cinético do nutriente, trabalhando assim de forma correta com o binômio Tempo x Temperatura, ou seja, se o tratamento deve ser com temperaturas mais elevadas e tempo mais curto, ou temperaturas mais baixas e tempos mais longos (SGARBIERI, 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 menores provoca um decréscimo muito maior nos teores de lisina do que um tempo menor de exposição em temperaturas mais elevadas (ORMENESE *et al.*, 1999; OLIVEIRA, MARCHINI, 1998; OZDEMIR *et al.*, 2001).

A biodisponibilidade de um nutriente vai depender, principalmente, da composição do composto a que está associado ou do seu estado de complexação com outras substâncias dos alimentos. Tanto a natureza química como o processamento e preparo dos alimentos para o consumo podem fazer com que os nutrientes se apresentem ou não, biologicamente disponíveis. Por exemplo, a biodisponibilidade dos aminoácidos modificada pela ação do calor, reação ou complexação com outras substâncias. Na desnaturação térmica a biodisponibilidade aumenta, se o rompimento da estrutura nativa das proteínas permite ação mais efetiva das enzimas proteolíticas. Este tratamento pode também diminuir a digestibilidade e biodisponibilidade, se o tratamento térmico for em excesso causando reações e interações com outros componentes dos alimentos (ORMENESE *et al.* 1999).

O valor nutritivo de uma proteína depende principalmente da capacidade dessa proteína de suprir as necessidades do organismo de todos os aminoácidos dieteticamente indispensáveis. Alguns índices, baseados em determinações químicas, são usados na avaliação das proteínas, estabelecendo relações entre a composição da proteína em aminoácidos, e o valor nutritivo estabelecido através de ensaios biológicos.

2.3.1 Métodos Biológicos para Determinação da Qualidade Protéica

As realizações de bioensaios são importantes porque mostram essencialmente a medida de aminoácidos limitantes utilizáveis pelo animal, ou seja, a biodisponibilidade dos aminoácidos das proteínas dos alimentos. Para isso, devem ser preparadas dietas específicas para avaliar a qualidade protéica de um determinado alimento, tendo definida a forma como o experimento será avaliado, pois conforme Reeves *et al.* (1993) estes podem ser avaliados com rações para crescimento, manutenção e lactação, conhecendo o efeito que terá em cada fase.

Os métodos biológicos, como balanço metabólico e crescimento, avaliam parâmetros como variação de peso, crescimento, aspecto e atividade física, determinações feitas nas fezes, urina e no sangue (CHAMPE, HARVEY, 2000). As fezes e urina são utilizadas quando as ligações peptídicas não são hidrolisadas e parte das proteínas será excretada.

Para avaliação nutricional de proteínas e aminoácidos destacam-se a determinação do balanço de nitrogênio, digestibilidade, valor biológico e índice de utilização líquida da proteína. Estes são afetados principalmente pela absorção e pela retenção do material absorvido (SGARBIERI, 1987).

2.3.1.1 Balanço de Nitrogênio (BN)

O organismo encontra-se em contínuo estado de síntese e degradação de proteínas, necessário para manter a demanda de aminoácidos e células e de tecidos do organismo, quando estimulados a sintetizar novas proteínas (CHEMIM, MURA, 2007).

O balanço de nitrogênio é a diferença entre o nitrogênio ingerido e a soma do nitrogênio excretado nas fezes e na urina (SGARBIERI, 1996; CHEMIM, MURA, 2007), considerado padrão para a determinação das necessidades protéicas, é possível determinar a movimentação do nitrogênio e, portanto o destino da proteína no organismo (WAITZBERG, 2001). Esta definição pode ser expressa pela fórmula:

$$\text{Balanço nitrogenado} = \text{N (g) ingerido} - \text{N (g) excretado}$$

(Equação 1)

Nos indivíduos adultos, a quantidade de nitrogênio ingerido e a quantidade de nitrogênio excretado, devem ser iguais. Já, em indivíduos em crescimento a quantidade de nitrogênio ingerido deverá ser superior à soma do nitrogênio excretado, devido à necessidade de formação de tecidos pelo organismo. A quantidade de nitrogênio excretado só é maior que a quantidade de nitrogênio ingerido (balanço negativo), em estados patológicos ou em idade muito avançada em que se verifica uma perda maior de nitrogênio endógeno. Resultado semelhante se verifica também após ingestão continuada de uma dieta desbalanceada contendo proteína de má qualidade, sem os aminoácidos essenciais, tanto no aspecto quantitativo (quantidade recomendada) quanto qualitativo (SGARBIERI, 1987).

A razão média entre proteína e nitrogênio é de 6,25 utilizado como fator geral de conversão para expressar a quantidade de proteína da dieta, ou seja, no consumo de 6,25g de proteínas equivale ao consumo de 1g de nitrogênio (CHEMIM, MURA, 2007). Este valor pode variar dependendo da proteína.

A avaliação do balanço nitrogenado, devido à variabilidade biológica envolvendo animais e humanos, não pode ser realizada pela coleta de alimentos e de excreções durante um dia, mas sim de vários dias (REEVES *et al.*, 1993).

2.3.1.2 Digestibilidade da Proteína

Digestibilidade é medida pela quantidade de proteína hidrolisada pelas enzimas digestivas até aminoácidos, portanto, disponível para a absorção dos aminoácidos pelo organismo animal ou humano (SGARBIERI, 1987). Ou seja, a porcentagem de aminoácidos absorvidos, é um determinante da qualidade protéica.

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, pH. A biodisponibilidade dos aminoácidos varia com a fonte protéica, tratamento térmico e interação com outros componentes da dieta (FRIEDMAN, 1996).

A digestibilidade verdadeira é determinada pela medida do nitrogênio ingerido com a dieta e do nitrogênio eliminado nas fezes, tanto o nitrogênio proveniente do próprio animal como a proteína de origem alimentar não digerida. O nitrogênio de origem endógena ao organismo é determinado nas fezes de um grupo semelhante de animais mantidos em dieta completamente sem proteína pelo mesmo período em que durar o experimento (SGARBIERI, 1987).

$$D_v = \frac{NI - NFa}{NI} \times 100$$

(Equação 2)

Onde: $NFa = NF - Nfe$

(Equação 3)

Dv = digestibilidade verdadeira

NI = nitrogênio ingerido

NFa = nitrogênio fecal de origem alimentar

NF = nitrogênio fecal

NFe = nitrogênio fecal de origem endógena

Diferenças na digestibilidade de proteínas advêm da natureza protéica do alimento, da presença de constituintes que interferem nos processos de absorção e utilização pelo organismo, além das condições de processamento (FAO/WHO, 1991).

Os efeitos da desnaturação das proteínas podem aumentar a digestibilidade inativando a ação de proteínas naturalmente tóxicas que possam estar presentes nos alimentos ou alterando a funcionalidade e valor nutritivo (FRIEDMAN, 1996, ARMOUR *et al.*, 1998, TRUGO *et al.*, 2000, VASCONCELOS *et al.*, 2001, RAMIREZ-CÁRDENAS, LEONEL, COSTA, 2008). Mas, normalmente o processo de

cozimento de um alimento geralmente aumenta a qualidade da proteína (YOUNG, PELLET, 1994).

2.3.1.3 Valor Biológico (VB)

Pode ser resumido pela relação entre a quantidade de nitrogênio retido e a quantidade de nitrogênio absorvido, multiplicada por cem. Levando-se também em consideração o nitrogênio de origem endógena, tanto nas fezes como na urina. Não se leva em consideração a digestibilidade da proteína.

Tem-se então a seguinte equação:

$$VBv = \frac{NI - (NFa + NUa)}{NI - NFa} \times 100$$

(Equação 4)

VBv = valor biológico verdadeiro

NFa = nitrogênio fecal de origem alimentar (NFa = NF – NUe)

NUa = nitrogênio urinário de origem alimentar (NUa = NU – Nue)

NUe = nitrogênio urinário de origem endógena; determinado na urina do grupo em dieta aprotéica

Quanto maior o nitrogênio retido, melhor será a qualidade da proteína experimental (OLIVEIRA, MARCHINI, 1998).

2.3.1.4 Quociente de Eficiência Protéica (PER)

Mede o quociente do ganho de peso em gramas pela quantidade de proteína ingerida também em gramas. Com o ganho de peso e o consumo de proteína faz-se o seguinte cálculo:

$$\text{PER} = \frac{\text{ganho de peso (g)}}{\text{Proteína consumida (g)}}$$

(Equação 5)

A razão da eficiência protéica (PER) varia com a concentração de proteína na dieta e para cada proteína deve ser determinada a concentração ideal (PELLET, YOUNG, 1980). Pode-se dizer que, 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, 1996).

As concentrações de proteína e de gordura na dieta, idade dos animais, linhagem e manuseio dos animais, são fatores que podem interferir nos valores de PER, sendo a concentração de proteína da dieta, o mais importante. Os valores de PER, geralmente, são inversamente proporcionais à quantidade de proteína, e diminuem à medida que aumentamos a sua concentração. Mas existem algumas proteínas que só alcançam seu PER máximo em concentrações superiores a 10% (SGARBIERI, 1987).

2.3.1.5 Quociente de Eficiência Líquida da Proteína (NPR)

Consiste em somar ao ganho de peso do grupo que receber a dieta protéica, a perda de peso de um grupo equivalente que recebeu dieta aprotéica.

$$\text{NPR} = \frac{\text{Ganho de peso GI (g)} + \text{Perda de peso GII (g)}}{\text{Proteína consumida (g)}}$$

(Equação 6)

A vantagem desse índice sobre o PER é que a soma da perda de peso do grupo em dieta aprotéica elimina, em grande parte, a inconveniência de variabilidade dos valores de PER em resposta a diferentes concentrações de proteína na dieta. O

NPR é muito menos sensível às variações na concentração de proteína na dieta experimental (SGARBIERI, 1987).

2.3.1.6 Utilização Líquida da Proteína (NPU)

Pode ser determinado em ensaios biológicos de crescimento, conhecendo a quantidade de nitrogênio total da carcaça do grupo alimentado com a dieta contendo a proteína em estudo (GI) e do grupo em dieta aprotéica (GII). A relação que permite o cálculo do NPU a partir do nitrogênio da carcaça é a seguinte:

$$\text{NPU} = \frac{\text{N corporal GI} - \text{N corporal GII}}{\text{N consumido pelo GI}} \times 100$$

(Equação 7)

Basicamente, o NPU é igual ao valor biológico multiplicado pela digestibilidade. Este índice, assim como o valor biológico, varia com a maior ou menor concentração de proteína na dieta.

Uma simplificação do método foi introduzida por Bender e Miller em 1953, após terem demonstrado uma correlação positiva bastante alta entre nitrogênio corporal e água corporal. Esses autores estabeleceram a seguinte relação entre água e nitrogênio corporal: $y = 2,92 + 0,02x$, onde x é a idade dos ratos em dias. Isso para ratos com até cinquenta dias de idade, que tem uma relação linear de crescimento (BENDER, DOELL, 1957; SGARBIERI, 1987).

2.3.2 Métodos Químicos para Determinação da Qualidade Protéica

2.3.2.1 Escore Químico (EQ)

O escore químico estabelece uma comparação entre a quantidade de cada aminoácido essencial da proteína em estudo com o aminoácido correspondente de uma proteína tomada como referência (NAVES, 2007). Indicará a ordem dos aminoácidos limitantes na proteína em estudo, além de fornecer uma estimativa do valor biológico ou nutritivo (SGARBIERI, 1987).

Consiste no cálculo do quociente de cada um dos aminoácidos essenciais da proteína pela quantidade do mesmo aminoácido contido na proteína usada como padrão, ou seja:

$$\text{E.Q.} = \frac{\text{mg de Aminoácido/g proteína teste}}{\text{mg de Aminoácido/g proteína padrão}}$$

(Equação 8)

A determinação da concentração dos aminoácidos na proteína ou no alimento por métodos químicos não oferece nenhuma garantia de que tais aminoácidos estarão ou não biologicamente disponíveis. As diferenças de disponibilidade relacionam-se a diferenças na composição dos alimentos e nas transformações que as proteínas podem sofrer durante o preparo do alimento para o consumo e no próprio organismo, particularmente, na digestão e absorção dos aminoácidos (SGARBIERI, 1996).

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 destas às enzimas digestivas e conseqüentemente diminuem o valor nutricional da proteína (HUGES *et al.*, 1996).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Determinar a qualidade nutricional do arroz nativo do Pantanal, espécie *Oryza latifolia*, quanto a sua qualidade protéica.

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar os grãos analisados quanto ao tipo de acordo com as medidas (peso, comprimento e largura) a serem analisadas.
- Determinar a composição centesimal na farinha crua e na farinha cozida preparadas com o arroz nativo (*Oryza latifolia*).
- Estudar o (s) corante (s) responsável pela coloração vermelha do arroz.
- Avaliar a qualidade protéica *in vivo* das proteínas do arroz nativo do Pantanal e da sua mistura com feijão carioquinha.
- Conhecer a composição em aminoácidos da fração protéica da amostra em estudo.
- Analisar o ganho de peso dos animais através do consumo de ração constituída do arroz nativo *Oryza latifolia*.
- Determinar valores de Digestibilidade Verdadeira (DV), Balanço Nitrogenado (BN), Valor Biológico (VB), Coeficiente Líquido Protéico (NPR), Utilização Líquida da Proteína (NPU) e Razão da Eficiência Protéica (PER).
- Avaliar a qualidade da proteína do arroz nativo do Pantanal.
- Contribuir com dados que sirvam de subsídios para o incentivo ao consumo de arroz integral, disponível no Pantanal.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Material

4.1.1 Arroz *Oryza latifolia*

Arroz nativo do Pantanal, espécie *Oryza latifolia*, maduro, foi coletado na região da Serra do Amolar no Pantanal, Estado do Mato Grosso do Sul, no início do mês de junho de 2007.

4.1.2 Feijão (*Phaseolus vulgaris*)

Feijão da variedade Carioquinha, adquirido no comércio local, para compor as rações utilizadas no ensaio biológico.

4.2 Métodos

O arroz nativo estudado foi tratado de diferentes formas para o preparo das amostras, tornando possível realizar adequadamente as análises e obter resultados confiáveis, conforme demonstrado na Figura 4, que demonstra o fluxograma empregado no preparo das amostras e os métodos empregados.

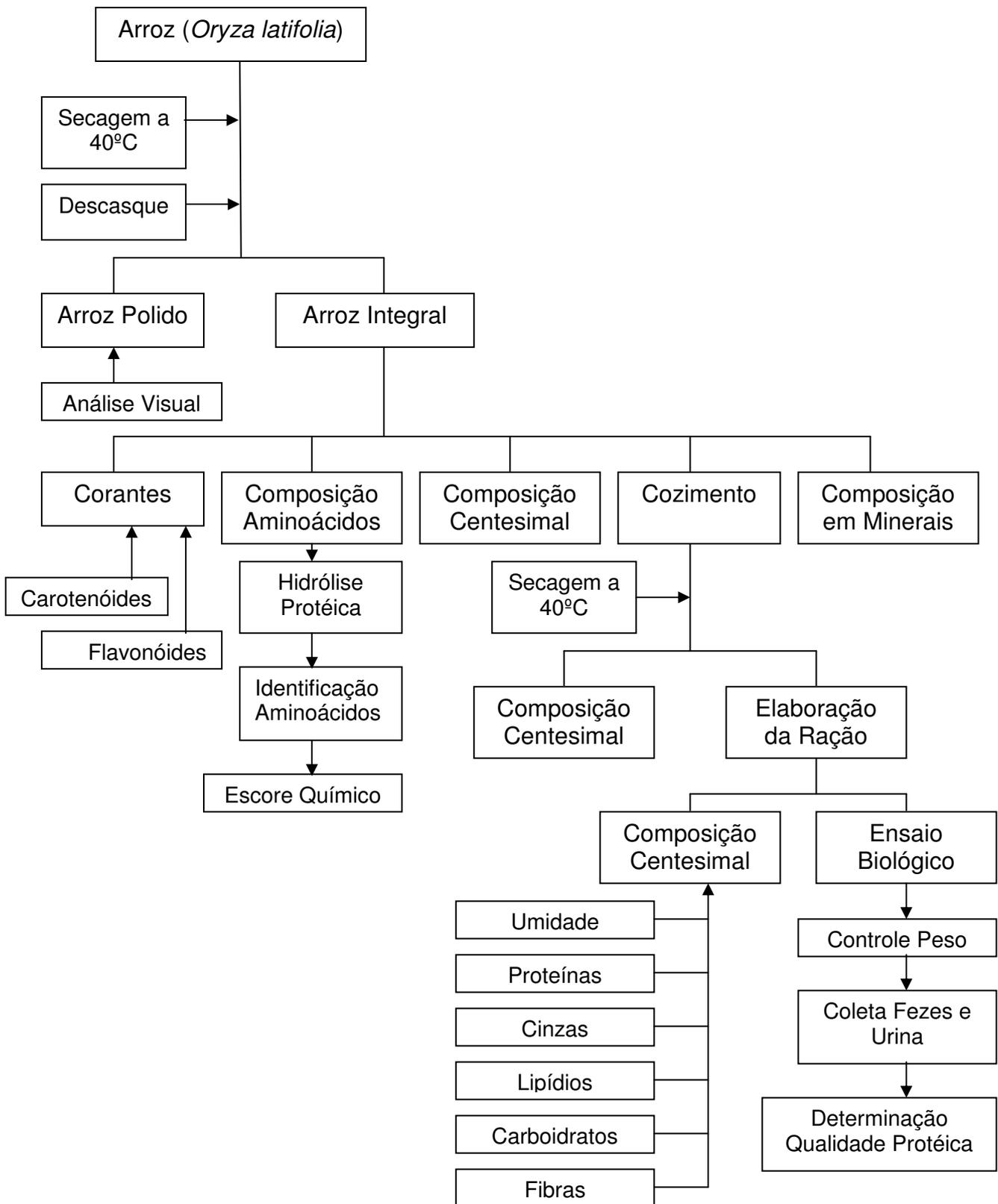
4.2.1 Preparo das Amostras

Figura 4 – Fluxograma demonstrativo do processamento e análise do arroz *Oryza latifolia* durante o estudo. Todos os testes para composição centesimal foram realizados nas três vezes.

4.2.1.1 Arroz (*Oryza latifolia*)

O arroz, *O. latifolia*, após coletado, foi seco em estufa ventilada com temperatura controlada a 40°C, para obtenção de umidade inferior a 10%, foi descascado em máquina beneficiadora (Suzuki) padronizada para classificação de pequenas quantidades de arroz, e pertencente ao IAGRO (Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal) - Campo Grande/ MS que a utiliza no desempenho de suas atividades de classificação de grãos. Após o descascamento do arroz de cor vermelha, houve interesse em polir, já que o maior consumo é como grãos polidos e não integral, utilizando a mesma máquina para o descasque, fazendo com que os grãos permanecessem mais tempo no equipamento para ocorrer a retirada da camada mais externa do grão, através do polimento.

Parte da amostra crua foi triturada em triturador Turratec, e tamisada em Tamis a 60 mesh, constituindo a farinha base integral do arroz cru, para análise da composição centesimal e da composição em aminoácidos.

Uma outra parte do arroz foi cozida, conforme cozimento caseiro realizado geralmente para o consumo. Após cozimento, o arroz foi seco em estufa ventilada com temperatura controlada a cerca de 50°C, até umidade menor que 10%, durante 36 horas. Em seguida, foi triturado e tamisado da mesma maneira para a farinha base integral do arroz cru, obtendo-se a farinha base integral do arroz cozido, para análise da composição centesimal e que constituiu a ração dos Grupos Testes.

4.2.1.2 Feijão (*Phaseolus vulgaris*)

O feijão foi cozido por 25 minutos em panela de pressão (tempo marcado após início da pressão). Após cozimento foi seco em estufa ventilada com temperatura controlada a cerca de 50°C, até umidade menor que 10%, e em seguida triturado em triturador Turratec, e tamisado em Tamis a 60 mesh, constituindo a farinha base integral do feijão, para análise da composição centesimal e que

constituiu então ingrediente da ração de outro Grupo Teste, na mistura com o arroz em estudo para suprir os aminoácidos essenciais.

4.2.2 Análise das Características Físicas do Arroz

Para caracterização dos grãos do arroz, utilizados no experimento, foram realizadas medidas de comprimento e diâmetro através do uso de um paquímetro e o peso médio em balança analítica, de 50 unidades de grãos.

4.2.3 Análise da Composição Centesimal

Ao determinar a composição centesimal do alimento, tem-se um indicativo prévio de seu valor nutricional. Dados obtidos nessa determinação foram utilizados para formular as rações para o ensaio biológico protéico.

A composição centesimal das amostras preparadas: arroz integral cru, arroz integral cozido e feijão cozido, foi realizada, determinando-se a umidade das amostras por dessecação em estufa a 105 °C, segundo método descrito no Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005). A quantificação de proteína foi feita pelo conteúdo de nitrogênio total, segundo método de micro Kjeldahl e multiplicado pelo fator 5,95 para conversão do nitrogênio em proteína para o arroz e 6,25 para o feijão, e outros alimentos (NAVES, 2007); a metodologia está descrita na Association Of Official Analytical Chemists (1995), que descreve também métodos utilizados na determinação do extrato etéreo, cinzas (resíduo mineral fixo), glicídios redutores em glicose e glicídios não redutores em sacarose. Já a fibra bruta foi determinada pelo método de Van de Kamer & Van Ginkel (1952) e o amido obtido por diferença.

4.2.4 Análise de Corantes Naturais

4.2.4.1 Carotenóides

Para determinação qualitativa de carotenóides foi utilizada metodologia através de extração com solvente orgânico, saponificação e cromatografia em coluna aberta (RAMOS *et al.*, 2001). Através do método, a amostra crua teve os pigmentos extraídos com acetona resfriada. O extrato acetônico de pigmentos foi transferido para o éter de petróleo. Devido ao teor de lipídios na amostra, o extrato etéreo foi submetido à reação de saponificação, utilizando-se solução metanólica de hidróxido de potássio a 30% (p/v), no mesmo volume de solução de pigmentos em éter de petróleo. Esta mistura foi mantida em constante agitação durante 2 horas, com posterior repouso por 24 horas em temperatura ambiente e ao abrigo da luz, procedendo-se em seguida à separação dos pigmentos por partição com solventes imiscíveis e cromatografia em coluna aberta (OLIVEIRA *et al.*, 1999).

4.2.4.2 Flavonóides

Para determinação qualitativa de flavonóides foi utilizada metodologia descrita nos Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos (BRASIL, 2005). Na metodologia utilizada a amostra foi solubilizada em água e após realizada a adição de hidróxido de sódio (4,3% m/v). Caso o corante seja da família dos flavonóides, ou uma antocianina, a solução mudará a cor vermelha-púrpura para azul ou verde-escura.

4.2.5 Análise da Composição em aminoácidos

As proteínas do arroz *Oryza latifolia* foram extraídas com 150 mL de cloreto de sódio a 4%, durante 1h, de acordo com Macedo e Damico (2000). As análises de aminoácidos foram executadas conforme Henrikson e Meredith (1984), utilizando-se analisador de aminoácido Pico-Tag (Waters System). Realizou-se a hidrólise protéica com HCl 6 M/fenol 1%, a 106°C por 24h, cujo hidrolisado reagiu com 20 µL de solução de derivatização recentemente preparada (metanol: trietilamina: água: fenilisotiocianato, 7:1:1:1, v/v) por 1h em temperatura ambiente. Após derivatização na pré-coluna, os aminoácidos foram identificados em coluna HPLC de fase reversa, comparando-se os tempos de retenção dos aminoácidos da amostra com os dos padrões (Pierce). O escore de aminoácidos essenciais foi calculado de acordo com a relação utilizada por Vadivel, Janardhan (2001).

4.2.6 Ensaio Biológico para Determinação da Qualidade Nutricional da Proteína

4.2.6.1 Preparo das Rações

As rações, contendo as amostras foram preparadas segundo Reeves *et al.* (1993), Oliveira, Marchini (1999) e Vasconcelos *et al.* (2001). As dietas foram preparadas para conter cerca de 10% de proteína na forma de caseína para o grupo Padrão e a proteína contida na farinha preparada com o arroz nativo do Pantanal, para o Grupo Teste 1, e para a mistura do arroz e do feijão para o Grupo Teste 2. Também foram acrescentados, conforme a necessidade de cada tipo de ração para que todas tivessem cerca de 8% de lipídios, 5% de mistura mineral, 2% de mistura vitamínica, 10% de proteína e a composição foi completada com cerca de 62% de amido de milho, conforme AIN-93* (2007).

* AIN-93: formulação de rações para ratos de laboratório, utilizados em ensaios biológicos, conforme a American Institute Nutritional. Trata-se de uma reformulação da AIN-76 que apresentou vários problemas, passando a ter dietas específicas para ratos em crescimento, manutenção e lactação (REEVES, NIELSEN, FAHEY JUNIOR, 1993).

Para o preparo da ração do Grupo Teste 2, foi feita a mistura de arroz e feijão, numa proporção de 0,4:1,6, com base nos resultados do cálculo da proporção observando o perfil de aminoácidos essenciais, com o intuito de minimizar os aminoácidos limitantes.

Após a pesagem e mistura de cada componente de forma homogênea, foi adicionada água até obtenção da consistência adequada. Após o conteúdo foi extrusado e seco em estufa ventilada a uma temperatura de 50°C até que tivesse no máximo 10% de umidade. Após o preparo, realizou-se a determinação da composição centesimal com o intuito de confirmar sua constituição isocalórica e isoprotéica, devido conter uma composição aproximada de proteínas e de valor calórico total. As rações foram, então, acondicionadas em sacos de polietileno, devidamente rotulados e armazenados, até a finalização do experimento. O aspecto das rações utilizadas no experimento está demonstrado na Figura 5, devido a coloração vermelha do arroz, a ração para o Grupo Teste 1 (arroz) apresentou também coloração vermelha.



Figura 5 – Aspecto das rações utilizadas nas dietas durante a realização do ensaio biológico: 01 - Ração para Grupo Aprotéico; 02 - Ração para Grupo Teste 1 (arroz); 03 - Ração Grupo Padrão (Caseína); 04 - Ração Grupo Teste 2 (arroz + feijão). Foto: Michelly Morais Barbosa, 2008.

4.2.6.2 Ensaio biológico protéico

Para o ensaio biológico, foram utilizados 32 ratos machos, obtidos no Biotério Central da UFMS, da linhagem Wistar, norvérgicos, albinos, com vinte e um dias recém desmamados, colocados em gaiolas metabólicas individuais com fornecimento de água *ad libitum*.

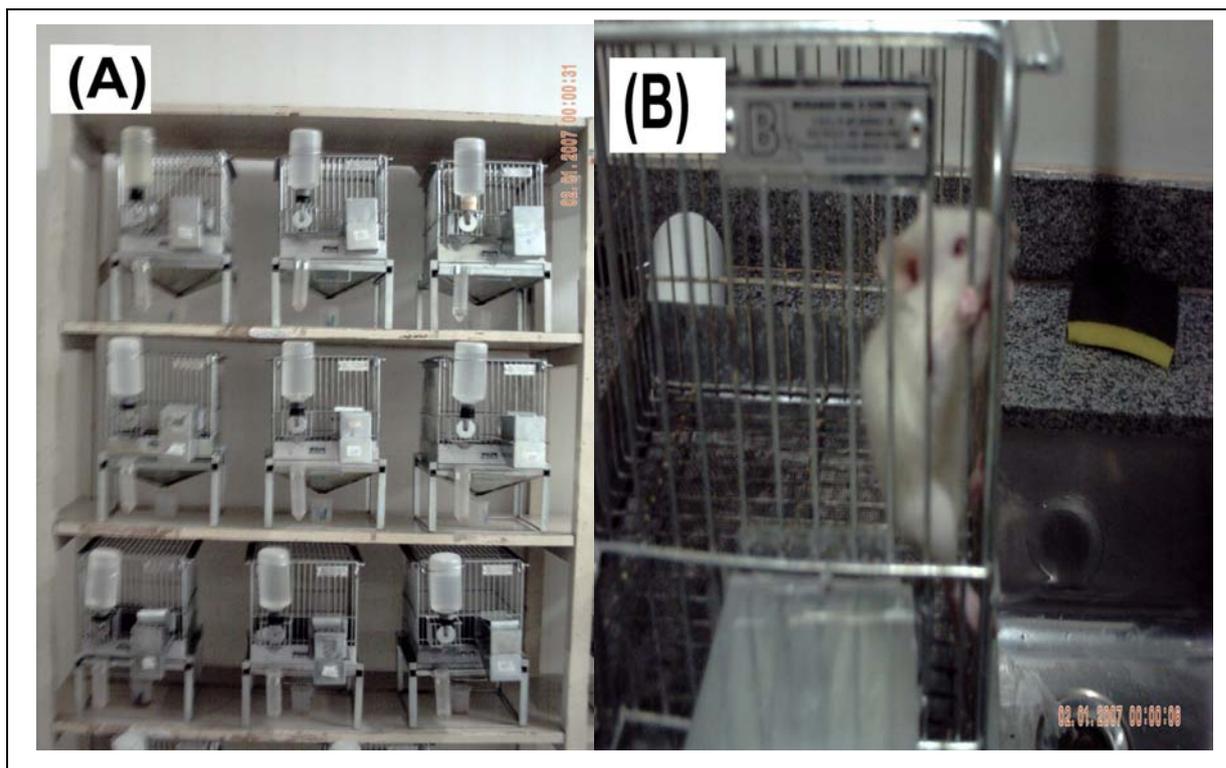


Figura 6 – (A) Gaiolas metabólicas utilizadas no ensaio biológico. (B) Ratos da linhagem Wistar. Foto: Michelly Morais Barbosa, 2008.

Após aprovação pelo comitê de ética (Anexo I - Certificado de Aprovação pela Comissão de Ética no Uso de Animais /CEUA/UFMS), o ensaio biológico foi realizado conforme método oficial padronizado. Neste, animais em crescimento foram colocados em gaiolas metabólicas individuais, providas de dispositivos para coleta de fezes e urina, para quantificação do nitrogênio excretado. Os animais foram mantidos em ambiente limpo e calmo, com temperatura controlada em torno de 25°C, luminosidade adequada, alternando-se períodos 12 horas em claro e escuro.

O valor biológico das proteínas do arroz nativo foi determinado utilizando ratos da linhagem Wistar, como descrito anteriormente com peso médio de 42,20 g no início do experimento, durante vinte e nove dias, conforme Pellet & Young (1980).

Os animais foram colocados dentro das gaiolas de forma aleatória e por meio de sorteio constituíram 4 grupos com 8 animais: Grupo Aprotéico, Grupo Padrão, Grupo Teste 1 (arroz) e Grupo Teste 2 (arroz+feijão).

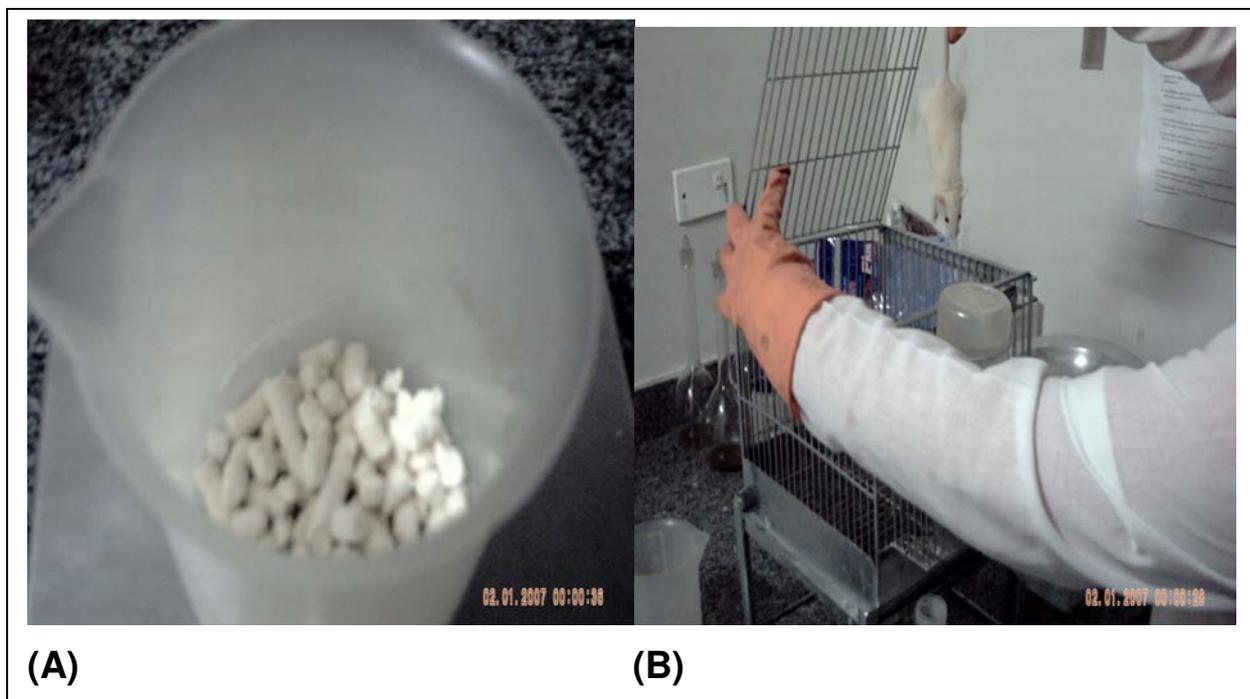


Figura 7 - Ensaio Biológico Protéico do arroz (*O. latifolia*) realizado no Biotério Central da UFMS, processo de pesagem das rações (A) e dos animais (B). Foto: Michelly Morais Barbosa, 2008.

Cada grupo de animais recebeu dieta específica de acordo com o grupo que pertence, em quantidade previamente estabelecida, fornecida em dias alternados com o registro do consumo, descontando as quantidades jogadas fora ou desperdiçadas por alguns animais. Foi feita ainda a pesagem, em dias alternados, de cada um dos animais para controle do crescimento dos ratos, como pode ser observado na Figura 7. Água foi oferecida aos animais à vontade (*ad libitum*).

As fezes e a urina, de cada um dos grupos, foram coletadas separadamente, durante o experimento para quantificar o nitrogênio excretado pelos animais para cálculo da utilização biológica da proteína (PIRES *et al.*, 2006). Para análise da quantidade de N foi utilizado método de Kjeldahl descrito pela AOAC (1995).

4.2.7 Análise estatística

Dos resultados obtidos na realização das metodologias foram calculados média, desvio padrão e variância para análise descritiva. Para o delineamento experimental, inteiramente casualizado, tiveram os resultados analisados através da Análise de Variância (ANOVA), com nível de significância de 5%. Para comparação entre as médias, utilizou-se o teste de Tukey ($p < 0,05$), conforme Pimentel-Gomes (1990).

5 RESULTADOS

5.1 Características Físicas do Arroz

Na Tabela 1, estão apresentadas as características físicas quanto ao peso para o grão com casca e sem casca, diâmetro e comprimento para o arroz sem casca.

Tabela 1 – Características físicas do arroz (*Oryza latifolia*) nativo da região do Pantanal no Estado de Mato Grosso do Sul.

Características	Arroz com Casca	Arroz sem Casca
Peso (mg)	14,10 \pm 2,31	9,39 \pm 1,77
Comprimento (mm)	nd	5,90 \pm 0,42
Diâmetro (mm)	nd	1,90 \pm 0,21

Valores médios \pm desvio padrão.

nd: não determinado.

5.2 Preparo da Amostra

Durante a fase de descascamento foi realizado o polimento, onde ocorreu perda das características de cor e brilho do grão, além de quebra da maior parte dos grãos, restando poucos grãos inteiros.

5.3 Análise da Composição Centesimal das Amostras

O resultado da análise da composição centesimal das amostras preparadas do arroz cru, arroz cozido e do feijão cozido estão apresentados na Tabela 2 e a composição em minerais do arroz cru na Tabela 3. Estes resultados foram importantes para a determinação dos ingredientes das rações utilizadas no ensaio biológico.

Tabela 2 - Composição centesimal do arroz (*Oryza latifolia*) cru e cozido e do feijão.

	Arroz cru		Arroz cozido		Feijão cozido	
	Integral	Seco	Integral	Seco	Integral	Seco
Umidade (%)	9,62 ^a ± 0,09	-	8,35 ^a ± 0,08	-	4,02 ^b ± 0,09	-
Cinzas (%)	1,30 ^a ± 0,05	1,44	1,37 ^a ± 0,10	1,49	3,74 ^b ± 0,06	3,90
Lipídios (%)	2,05 ^a ± 0,11	2,27	1,91 ^a ± 0,04	2,08	1,19 ^b ± 0,01	1,24
Proteínas (%)	9,83 ^a ± 0,06	10,88	9,60 ^a ± 0,13	10,47	23,19 ^b ± 0,23	24,16
Amido (%)	64,51 ^a ± 1,37	71,38	67,12 ^a ± 1,48	73,24	49,75 ^b ± 0,57	51,83
Fibras ^c (%)	13,15	14,55	11,76	12,83	18,12	18,88
V.C.T. (Kcal)	315,81	349,47	324,07	353,56	302,47	315,12

^a Resultados com diferenças não significativas ($p < 0,05$).

^b Resultados com diferenças significativas ($p > 0,05$).

^c Cálculo por diferença.

5.4 Análise de Corantes Naturais

5.4.1 Carotenóides

Houve coloração da água, com o (s) pigmento (s) do arroz, durante a execução dos processos de lavagem e cozimento, demonstrando solubilidade em água, conforme Figura 8.



Figura 8 – Corante natural do arroz *O. latifolia*, com elevada solubilidade em água.
Foto: Michelly Moraes Barbosa, 2008.

Na determinação qualitativa com solvente orgânico, durante a lavagem do extrato acetônico com éter, não ocorreu a solubilidade do (s) pigmento (s) do arroz para este solvente, verificando-se assim não se tratar de pigmento(s) carotenóide(s).

5.4.2 Flavonóides

Não foi encontrado resultado positivo na análise qualitativa realizada para o (s) pigmento (s) flavonóide (s) na análise realizada.

5.5 **Análise da Composição em Aminoácidos**

A composição em aminoácidos do arroz *O. latifolia* e da mistura arroz e feijão apresentada na Tabela 3, demonstra que o arroz possui 5 aminoácidos limitantes, inclusive a lisina, que reconhecidamente é limitante para cereais, já a mistura do arroz com o feijão, um aminoácido limitante.

Conforme Pires *et al.* (2006) o feijão possui 113,08mg/g de proteína de fenilalanina + tirosina, 28,55mg/g de proteína de histidina, 31,39mg/g de isoleucina, 78,28mg/g de proteína de leucina, 94,36mg/g de proteína de lisina, 19,95mg/g de proteína de metionina + cistina, 47,72mg/g de proteína de treonina e 40,81mg/g de proteína de valina, estes valores foram utilizados com a quantidade de aminoácidos do arroz para calcular a melhor proporção a ser utilizada de arroz e de feijão para a dieta.

Considerou-se para este cálculo os aminoácidos leucina e metionina+cistina, os dois aminoácidos mais limitantes no arroz. A melhor proporção foi de 0,4:1,6 para o arroz e para o feijão respectivamente. Resultados foram obtidos através do cálculo do escore químico com base no padrão de referência para aminoácidos essenciais, recomendado pela FAO/WHO (1991) para crianças de 2 a 5 anos. Mesmo assim, a mistura apresentou a metionina+cistina como aminoácidos limitantes, ou seja, a proporção da mistura encontrada não foi suficiente para suprir as deficiências, conforme resultados expressos na Tabela 4.

Tabela 3 – Composição em aminoácidos do arroz *Oryza latifolia* e da mistura do arroz + feijão (A+F) e os respectivos escores químicos (EQ).

Aminoácidos Essenciais	Arroz <i>Oryza latifolia</i> ^a (mg/g proteína)		Arroz + Feijão (0,4:1,6) (mg/g proteína)	
	mg	E.Q.	mg	E.Q.
Phe +Tir	189,70	3,01	128,40	2,04
Phe	163,00*	nd	nd	nd
Tir	26,70*	nd	nd	nd
His	19,80	1,04	26,80	1,41
Ile	18,60	0,66	28,83	1,03
Leu	25,50	0,39	67,72	1,03
Lis	40,50	0,70	83,59	1,44
Met+Cis	7,90	0,32	17,54	0,70
Met	1,90*	nd	nd	nd
Cis	6,00*	nd	nd	nd
Thr	14,80	0,43	41,14	1,21
Val	35,00	1,00	39,65	1,13

^a Amostra estudada. * Normalmente, os aminoácidos fenilalanina e tirosina, assim como, os aminoácidos, metionina e cistina, são determinados juntos. Mas, no arroz *Oryza latifolia* estes foram determinados separadamente. nd: não determinado. Valores em negrito representam os aminoácidos limitantes.

Tabela 4 – Comparação da quantidade de aminoácidos na mistura do Arroz *O. latifolia* com o Feijão (mg/g proteína) e escore químico (EQ) em diferentes proporções comparados com padrão da FAO/WHO.

Aminoácidos	Proporções							
	1,0:1,0		0,8:1,2		0,6:1,4		0,4:1,6	
	mg/g	EQ	mg/g	EQ	mg/g	EQ	mg/g	EQ
Leucina	51,89	0,79	57,17	0,87	62,45	0,95	67,73	1,03
Met+Cis	13,93	0,56	15,13	0,61	16,34	0,65	17,54	0,70

5.6 Ensaio Biológico para Determinação da Qualidade Nutricional da Proteína

Quanto ao ensaio biológico os grupos apresentaram um crescimento representado conforme diferença de peso ao final dos 29 dias de experimento, como ganho médio de 72,38g para o Grupo padrão (caseína), 27,73g e 13,74g para os Grupos teste 1 (arroz) e teste 2 (arroz + feijão), respectivamente. Já o grupo aprotéico, apresentou perda de peso, médio, de 13,57g. Esta diferença pode ser observada na Figura 7.

5.6.1 Composição Centesimal das Rações

A composição centesimal das rações utilizadas no ensaio biológico encontra-se na Tabela 5.

Tabela 5 – Composição centesimal e valor calórico das dietas utilizadas no ensaio biológico protéico.

Componentes	Aprotéica	Padrão	Arroz	A + F
Proteína Padrão (Caseína) (%)	-	9,62 ^a ±1,50	-	-
Proteína da Farinha Arroz (%)	-	-	9,23 ^a ±0,67	1,86^a±0,26
Proteína da Farinha Feijão (%)	-	-	-	7,43^a±0,26
Fibras (%)	8,65±2,76 ^b	7,32±1,11 ^b	9,51±0,11 ^b	5,82±1,87 ^b
Sacarose (%)	11,24±0,21 ^b	9,33±1,42 ^a	8,47±0,20 ^a	8,92±0,25 ^a
Mistura salina (%)	3,81	3,42	3,49	3,47
Mistura vitamínica (%)	0,95	0,85	0,87	0,87
Lipídio (óleo de soja) (%)	8,18±0,03 ^b	7,90±0,13 ^b	7,09±0,02 ^a	7,27±0,16 ^a
Amido (%)	69,83 ^c	63,00 ^c	66,29 ^c	64,86 ^c
Benzoato de sódio (%)	0,10	0,09	0,09	0,09
Valor Calórico Total (Kcal)	397,90 ^a	398,90 ^a	399,77 ^a	397,71 ^a

Valores médios ± desvio-padrão. Valores em negrito: considerar a soma dos valores médios. ^a Diferenças não significativas (p<0,05), utilizado Teste de Tukey. ^b Diferenças significativas (p>0,05), utilizado Teste de Tukey. ^c Cálculo por diferença. Valores das médias +/- desvio padrão. A+F: arroz e feijão.

5.6.2 Ensaio Biológico

5.6.2.1 Dados Coletados

Os resultados encontrados na realização do ensaio biológico estão apresentados na Tabela 6 e Figura 9, onde a diferença, significativa, no crescimento pode ser bem evidenciada.

Tabela 6 – Variação de peso, Consumo de ração, Nitrogênio (N) ingerido, Nitrogênio Fecal e Nitrogênio Urinário (g/ animal), em ratos submetidos à dieta Aprotéica, Padrão (caseína), Teste 1 (arroz) e Teste 2 (arroz+feijão), durante 29 dias .

	Aprotéico	Padrão	Teste 1	Teste 2
Diferença peso (g)	-13.57 ± 3,67	72.39 ± 12,41	27.72 ± 8,55	13.74 ± 4,52
Consumo de Ração (g)	72,15	262,85	185,43	135,85
Quantidade de Fezes (g)	8,85	26,74	25,14	17,17
N Ingerido (g)	0	3,75	2,63	1,91
N Fecal (g)	0,11	0,40	1,00	0,46
N Urinário (g)	0,01	0,16	0,07	0,04

Valores médios ± desvio padrão.



Figura 9 – Diferença de crescimento dos Grupos de ratos alimentados com ração Padrão (caseína), Teste 1 (arroz *O. latifolia*), Teste 2 (arroz + feijão) e Aprotéica, respectivamente, observado no ensaio biológico protéico. Foto: Michelly Moraes Barbosa, 2008.

5.6.2.2 Dados Calculados

Ao final dos 29 dias de experimento, as fezes e urina coletada, para cada um dos grupos, separadamente, foram utilizados para a análise da qualidade protéica utilizando para isso a determinação da quantidade de Nitrogênio presente nas fezes, na urina e na carcaça dos animais. A partir daí, com base em cálculos, foram determinados os índices nutricionais: Balanço Nitrogenado (BN), Valor Biológico

(VB), Digestibilidade Verdadeira (DV), Quociente de Eficiência Protéica (PER), Quociente de Eficiência Líquida da Proteína (NPR) e Utilização Líquida da Proteína (NPU), sendo que os resultados estão demonstrados na Tabela 7.

Tabela 7 – Balanço Nitrogenado (BN), Valor Biológico (VB), Digestibilidade Verdadeira (DV), Quociente de Eficiência Protéica (PER), Quociente de Eficiência Líquida da Proteína (NPR) e Utilização Líquida da Proteína (NPU) da fração protéica do arroz *O. latifolia* (Teste 1) e da mistura arroz+feijão (Teste 2), em comparação com a caseína padrão.

Grupos	BN	VB (%)	DV (%)	PER	NPR	NPU (%)
Padrão	3.30 ^a ±0,01	95.47 ^b ±0,16	92.18 ^a ±0,31	3,09 ^a ±0,53	3.68 ^b ±0,53	58.60
Teste 1	1.67 ^b ±0,02	96.15 ^b ±0,31	65.53 ^b ±0,22	1,52 ^b ±0,44	2,57 ^a ±0,53	30.98
Teste 2	1.52 ^b ±0,01	97.65 ^b ±0,36	81.33 ^b ±0,31	1,15 ^b ±0,38	2,29 ^a ±0,38	29.57

Valores médios ± desvio padrão.

^a Resultados com diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05).

^b Resultados com diferenças não significativas.

6 DISCUSSÃO

O Ministério da Agricultura (2008) classifica o arroz após o polimento em Longo Fino (comprimento igual ou maior a 6mm e espessura igual ou menor a 1,9mm), Longo (comprimento igual ou maior a 6mm), Médio (comprimento de 5 a 6mm) e Curto (comprimento menor que 5mm). Em um possível polimento, conforme resultados encontrados para o arroz nativo *Oryza latifolia*, com 5,90mm de comprimento médio e 1,90mm de largura média, este poderia ser classificado como médio.

Tendo em vista manter as características de cor e brilho natural do arroz e diminuir a quebra excessiva dos grãos, é mais interessante consumir e ou comercializar o *Oryza latifolia* como arroz integral. Isto porque durante o processo de polimento no equipamento utilizado ocorre atrito excessivo dos grãos, perdendo as características de qualidade do produto e sua classificação quanto ao Tipo seria ruim, pois terá grande quantidade de grãos quebrados. Conforme, descrito por Castro *et al.* (1999), além da classe, todo o arroz destinado à comercialização como grão para consumo, deve ser enquadrado em tipos (1, 2, 3, 4, ou 5), definidos de acordo com o percentual de ocorrência de defeitos e com o percentual de grãos quebrados e quirera. Para se ter um produto de boa qualidade o percentual de defeitos deve ser reduzido tanto quanto possível, especialmente no caso dos considerados graves (resultantes da contaminação do produto por matérias estranhas, grãos mofados e ardidos).

A obtenção de dados referentes à composição de alimentos brasileiros é importante para reunir informações confiáveis e adequadas à realidade nacional. Dados sobre composição de alimentos são importantes para inúmeras atividades: avaliar o suprimento e o consumo alimentar de um país, verificar a adequação nutricional da dieta de indivíduos e de populações, avaliar o estado nutricional, para desenvolver pesquisas sobre as relações entre dieta e doença, em planejamento agropecuário, na indústria de alimentos, além de outras (TORRES *et al.*, 2000). A composição centesimal do arroz nativo não se apresentou muito diferente do arroz polido. A não ser pela concentração de proteínas que foi de 9,83% no *O. latifolia* (arroz nativo), 7,8% e 8,1% para o arroz *O. sativa* nas formas polido e integral,

respectivamente. Mas a concentração de proteínas não é maior que algumas variedades, conforme Castro (1999), pode atingir até 15%.

Diferença maior na composição centesimal do arroz *Oryza latifolia* em relação ao *Oryza sativa* foi evidenciada na concentração de fibras, sendo de 13,15% para o primeiro e 0,9% para a segunda espécie como arroz integral, conforme dados encontrados por Naves (2007). O *O. latifolia* apresentou 2,05% de lipídios resultados próximo a concentração no arroz integral do *O. sativa* de 1,60%. Os carboidratos que no arroz nativo trata-se quase que exclusivamente de amido foi de 64,51%, menor que o arroz integral de 76,60%.

Observando os resultados da composição centesimal do arroz cru e do arroz cozido verificou-se que não houve diferença significativa na concentração de nitrogênio (multiplicado por 5,95 para conversão em proteínas), alterando de 9,83% para 9,6%. Isso pode demonstrar uma possível termoresistência das proteínas deste arroz. Isso é importante, pois grande parte dos fatores antinutricionais, trata-se de proteínas termossensíveis (SILVA, SILVA, 2000), o que pode implicar ausência no *O. latifolia*. Mas o cozimento pode também alterar as propriedades físico-químicas das proteínas, influenciando no seu valor nutricional (RAMIREZ-CÁRDENAS, LEONEL, COSTA, 2008) o que precisa então ser melhor avaliado, já que no experimento realizado para avaliar a qualidade nutricional do *Oryza latifolia* caracterizou-se apenas sua composição e possíveis efeitos nutricionais ao organismo, não avaliando possíveis constituintes com características antinutricionais e o comportamento dos constituintes frente ao tratamento térmico recebido para o preparo das amostras avaliando os efeitos das desnaturação conforme Vasconcelos *et al.* consideraram (2001).

A tabela brasileira de composição de alimentos (USP, 1998) indica que a quantidade de proteínas para 100g de arroz (*Oryza sativa*) integral cru é de 7,81g. A mesma variedade de arroz, mas cozido, apresenta 2,30g de proteína em 100g, indicando a baixa estabilidade protéica deste arroz ao aquecimento. Isso implica na importância ainda maior em verificar se a quantidade de nitrogênio encontrado no arroz *Oryza latifolia* cozido trata-se de nitrogênio protéico, como no arroz cru, então afirmando a estabilidade da proteína desta espécie, uma vez que o arroz integral consumido pela população tem uma perda significativa da sua concentração protéica.

Os resultados encontrados, para a composição centesimal do feijão cozido durante a determinação da composição centesimal, foram semelhantes aos resultados apresentados por Ramirez-Cárdenas, Leonel e Costa (2008), em estudo que avaliou o efeito do cozimento sobre diferentes cultivares de feijão, cerca de 23,00% de proteína, 3,70% de cinzas e fibra em torno de 15,00%.

Comparando diferentes fontes (IBGE, 2003; SGARBIERI, 1987) para a composição centesimal de variedades de arroz verifica-se resultados diferentes entre elas, relatando apenas o *Oryza sativa*, sem informações de fácil acesso quanto a outras variedades. Em função da variação na composição da maioria dos alimentos observada em diferentes tabelas de composição de alimentos, dentre elas as consultadas USP (1998), UNICAMP (2009) e Franco (1999), no trabalho realizado por Torres *et al* (2000) enfatizam a necessidade da obtenção de dados nacionais periódicos sobre a composição de alimentos, levando em consideração a realidade regional.

Na avaliação visual do arroz *O. latifolia* do Pantanal, foi observado sua cor vermelha, característica diferente da maioria das variedades do arroz comumente consumidas. Houve interesse em investigar o (s) corante (s) natural (is) presente (s), devido a busca de corantes naturais de melhor estabilidade para substituição dos corantes sintéticos, além de terem ação sobre doenças (LIMA, MÉLO, LIMA, 2005). Verificou-se que é (são) solúvel (eis) em água, já que durante cozimento a água apresentou-se na coloração do arroz. Para a investigação, foi realizada análise de carotenóides, porém não se constatou a presença destes pigmentos; pois durante extração, na lavagem do extrato acetônico com éter, a cor vermelha do arroz ficou na solução de acetona, verificando-se a não lipossolubilidade do(s) pigmento(s) vermelho.

Sugere-se estudo posterior do arroz para caracterização e identificação do(s) componente(s) que confere(m) cor vermelha ao arroz e seu possível valor nutricional. Serão de grande importância trabalhos de investigação sobre o (s) pigmento (s) na procura de corantes naturais estáveis. Conforme estudos sobre *Oryza sativa*, a presença de arroz vermelho nas plantações, entre o arroz branco, trata-se principalmente de antocianinas (WALTER, MARCHEZANLL, AVILAIL, 2008).

Estudo sobre cereais, dentre eles o arroz, indicam a lisina como aminoácido limitante, como verificado também por Naves (2007) o escore químico de 0,69, para o arroz integral. O conteúdo de aminoácidos sulfurados, particularmente metionina é

relativamente elevado no arroz integral, escore químico de 1,44. Isso acontece também no arroz integral, conforme Sgarbieri (1987). O arroz avaliado neste trabalho apresentou, uma diferença importante de todas as variedades de arroz com estudos referentes a composição em aminoácidos, pois além da lisina (escore químico de 0,70), tem também os aminoácidos sulfurados (metionina e cistina) como mais limitantes (escore químico 0,32).

O cálculo do escore químico para os diferentes aminoácidos e para avaliar a quantidade de aminoácidos encontrada no arroz é importante utiliza a proteína padrão da FAO/WHO, sendo que a necessidade dos aminoácidos limitantes, para crianças de 2 a 5 anos é de: fenilalanina + tirosina 63mg/g de proteína, histidina 19mg/g de proteína, isoleucina 28mg/g de proteína, leucina 66mg/g de proteína, lisina 58mg/g de proteína, metionina + cistina 25mg/g de proteína, treonina 34mg/g de proteína e valina 35mg/g de proteína.

Outra diferença expressiva é da concentração de fenilalanina, 163,00 mg/g de proteína. Expressiva pois conforme Naves (2007) a mistura de fenilalanina e tirosina seria de 91mg/g de proteína no arroz integral *Oryza sativa*. Os indivíduos fenilcetonúricos devem cuidar a ingestão de fenilalanina, mas conforme normas de rotulagem da ANVISA (2005) a indicação no rótulo só se faz necessária ao se tratar de alimento especial para dietas com restrição de proteína. Como exemplo, a indicação da presença deste aminoácido em edulcorantes a base de aspartame, onde está presente a fenilalanina (ANVISA, 2006).

O arroz integral existente no mercado apresenta quantidade menor de aminoácidos limitantes que o arroz integral estudado (NAVES, 2007; SGARBIERI, 1987). Porém, o arroz em estudo apresentou quantidade maior de alguns aminoácidos, como a histidina (19,80 mg/g de proteína), lisina (40,50 mg/g de proteína) e principalmente de fenilalanina (163,00 mg/g de proteína).

O cálculo para a proporção entre o arroz em estudo e o feijão, baseou-se na quantidade de aminoácidos conhecidos para cada componente, tentando suprir os aminoácidos limitantes, a partir dos dois mais limitantes (metionina+cistina e leucina). Chegou-se a proporção de 0,4:1,6 , respectivamente, para o arroz e feijão, permanecendo ainda a metionina+cistina como limitante na mistura utilizada para a fabricação da ração utilizada em um dos grupos no ensaio biológico.

Considerando-se que a avaliação do crescimento dos ratos deve ser feita utilizando-se dos mesmos parâmetros entre os grupos testes e controle, as

condições ambientais, sexo, idade e peso foram os mesmos, assim como a ração utilizada para a alimentação dos animais, considerando o nutriente avaliado (proteína) e os fatores que influenciam no ganho de peso, ou seja, o valor calórico total (REEVES *et al.*, 1993). Por isso que durante o preparo das rações houve a preocupação de formular rações para cada um dos grupos que fosse isocalórica e isoprotéica.

Avaliando a composição centesimal das rações formuladas para o ensaio biológico, apesar das diferenças nas quantidades dos componentes entre as rações, os valores não apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), com exceção da umidade.

Para a mistura de arroz e feijão, utilizada no preparo da ração do Grupo Teste 2, foi feita numa proporção de 0,4:1,6 de arroz e feijão respectivamente. O cálculo desta proporção baseou-se no perfil de aminoácidos essenciais, com o intuito de minimizar os aminoácidos limitantes, onde no arroz os aminoácidos mais limitantes eram a leucina (escore químico 0,39) e metionina + cistina (escore químico 0,32). Foi selecionada a proporção que tivesse melhor complementação dos aminoácidos, porém o resultado ainda teve a metionina + cistina como limitantes, contudo com escore químico de 0,70, de melhor resultado nutricional na dieta.

Pela observação da quantidade de nitrogênio fecal pode-se observar que a mistura de arroz e feijão teve um resultado positivo, pois diminuiu de 1,00g no grupo tratado com a dieta a base de arroz, para 0,46g no grupo tratado com a dieta a base da mistura arroz + feijão. Conseqüentemente, a mistura teve melhor digestibilidade, 81,33%, ao contrário do arroz que foi de 65,53%, confirmando a importância da mistura de alimentos para melhorar a qualidade nutricional.

Segundo dados publicados pela FAO/WHO (1991) o arroz inteiro tem em média 5,5% de proteína, 72,7% de valor biológico, 96,5% de digestibilidade e NPU 70,2%. Contudo o *O. latifolia*, apresentou 9,83% de proteínas, 96,15% de valor biológico, 65,53% de digestibilidade e 30,98% de NPU. Isso é importante de ser observado, pois conforme o valor biológico para o *O. latifolia* os aminoácidos absorvidos são mais retidos pelo organismo do que para o arroz branco (*O. sativa*).

Informações publicadas pela FAO/WHO (1991) indicam o arroz como um produto de fácil digestibilidade, isto refere-se a forma como o alimento é digerido e não especificamente a digestibilidade protéica. Cintra *et al.*, em 2007, avaliaram uma dieta de arroz e feijão na proporção de 2:1, obtendo 57,67% de digestibilidade e 1,60

de coeficiente de eficiência protéica, com consumo de 12,51g de ração/dia e ganho de peso de 2,25g/dia. Neste trabalho, verificou-se maior digestibilidade até mesmo para o arroz (65,53%), que tornou-se melhor na mistura do *O. latifolia* + feijão (0,4:1,6) onde 81,33% foi a digestibilidade e 1,15 de coeficiente de eficiência protéica. Porém, o consumo de ração (4,68g de ração/dia) e o ganho de peso (0,47g/dia) foram menores.

Quanto ao perfil de aminoácidos da mistura do arroz *O. latifolia* e o feijão, na proporção de 0,4:1,6, não houve complementaridade suficiente para suprir todos os aminoácidos limitantes nos isolados. Com o cálculo do escore químico, verifica-se ainda a metionina+cistina como aminoácidos limitantes.

A digestibilidade foi maior para o arroz (96,15%) do que para outros produtos nativos na região da coleta do arroz em estudo, como a amêndoa da bocaiúva (83,51%), que apresentou valor biológico melhor (81,10%) do que para o arroz estudado, segundo Hiane *et al.* (2006a).

Alguns programas de melhoramento genético estão desenvolvendo novas linhagens com níveis protéicos mais elevados. Para verificar o resultado de tais estudos, Mesquita *et al.* (2007) analisaram 21 linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), sendo que o teor de proteína bruta variou de 22,34 a 36,28 g/100 g de matéria seca e a digestibilidade protéica *in vitro* variou de 18,03% a 48,32%, havendo uma melhora considerável. Este tipo de trabalho para o arroz também vem sendo desenvolvido, o que tem gerado variedades com composições bem diferentes. O que pode ser constatado neste trabalho, onde o *O. latifolia*, variação do *O. glumaepatula*, apresentou mudança nos aminoácidos essenciais (MESQUITA *et al.*, 2007).

As estratégias para a obtenção de materiais ricos em lisina e sua relevância à manipulação de outros aminoácidos estão sendo revisados. A lisina é um aminoácido essencial cuja via de biossíntese faz parte da via metabólica do ácido aspártico, pela qual são também sintetizados os aminoácidos treonina, metionina e isoleucina. A via do ácido aspártico tem sido estudada em plantas, com o intuito de desvendar e caracterizar os principais pontos-chaves na regulação das vias de biossíntese desses aminoácidos. Em milho, o uso e o estudo de outros mutantes contribuíram significativamente para a compreensão dos eventos regulatórios. (MOLINA *et al.*, 2001).

Nos Estados Unidos, foi licenciada para a produção comercial, uma variedade de arroz transgênico que produz as proteínas do leite humano, outra forma de enriquecimento é o arroz dourado, enriquecido com beta-caroteno e ferro (NASCIMENTO, 2007). Além disso, produtos diferentes podem ser elaborados com o intuito de diversificação do mercado, bem como, a melhoria na qualidade nutricional da alimentação (ORMENESE, CHANG, 2002).

7 CONCLUSÕES

- O arroz *Oryza latifolia* como arroz integral classifica-se como arroz do tipo médio, conforme medidas obtidas.
- No arroz nativo, espécie *Oryza latifolia* o seu consumo como arroz integral terá melhor qualidade visual do que na forma polida.
- A composição centesimal do arroz, *Oryza latifolia*, cru e cozido, não apresentaram diferença significativa quanto aos seus nutrientes, como na concentração de nitrogênio.
- Na composição em aminoácidos apresentou concentrações importantes de fenilalanina, tirosina e histidina, tendo um número maior de aminoácidos limitantes, como ocorre com grande parte dos alimentos de origem vegetal. Poderá, então, ser utilizado como importante fonte complementar da dieta humana.
- Observou-se nos animais tratados com dieta a base de arroz maior ganho de peso que os animais tratados com a mistura de arroz e feijão, devido ao menor consumo de ração e não somente pela qualidade do arroz.
- O arroz *Oryza latifolia* apresenta alto valor biológico, porém digestibilidade Verdadeira, Balanço Nitrogenado, Coeficiente Líquido Protéico, Utilização Líquida da Proteína e Razão da Eficiência Protéica menores que a proteína padrão devido a quantidade de aminoácidos limitantes.
- O arroz *Oryza latifolia* apresentou melhores resultados na avaliação nutricional de digestibilidade e da utilização líquida da proteína quando misturado ao feijão, como ocorre em misturas de outras variedades de arroz com feijão.
- O trabalho realizado servirá com fonte informativa sobre a riqueza nutricional do arroz *Oryza latifolia*, importante por ser um tipo de alimento, cuja procura no mercado tem aumentado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIN-93, Growth Purified Diet (also know as #5801-G) **Test Diet** – www.testdiet.com Revisado em: 23.08.07. Disponível em: www.google.com.br. Acessado em: 20.04.08.

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Procedimentos para enquadramento dos alimentos para dietas com restrição de fenilalanina e alimentos com baixo teor de fenilalanina, Informe Técnico nº14, de 08 de abril de 2005. Disponível em: www.anvisa.gov.br. Acessado em: 09.03.09.

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Considerações sobre o uso do Edulcorante Aspartame em Alimentos, Informe Técnico nº 17, de 19 de janeiro de 2006. Disponível em: www.anvisa.gov.br. Acessado em: 09.03.09.

AOAC- Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of AOAC**. 16.ed. Washington, 1995.

AGOSTINETTO, D.; FLECK, N.G.; RIZZARDI, M.A.; MEROTTO, A.Jr.; VIDAL, R.A. Arroz vermelho: Ecofisiologia e estratégias de controle. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.31, n.2, p. 341-349, 2001

ALMEIDA, P.N.A. – Principais tipos de arroz. **Arroz Brasileiro /Natural Consultoria S/S Ltda**, 2002.

ARMOUR, J.C., PERERA, R.L.C., BUCHMAN, W.C., GRANT, G. Protease inhibitors and lectins in foya beans and effects of aqueous heat treatment. **Journal of the Science of Food Agriculture**. v.78, p. 225-231, 1998.

BARATA, T.S. Caracterização do consumo de arroz no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, XLIII, **Anais do XLIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural**, Ribeirão Preto, 2005.

BARBOSA, M.C. Composição em aminoácidos e digestibilidade *in vivo* de proteínas de amêndoas do bacuri (*Scheelea phalerata* MART.), do estado de Mato Grosso do Sul [Dissertação de Mestrado]. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; 2006.

BENDER, A.E.; DOELL, B.H. Biological evaluation of proteins: a new aspect. **Research Department**, Bovril Ltd, 148 Old Street, London, E.C. Iv. II, p. 140-148 1957.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, p.1018, 2005.

BURNS, R.A. Protease inhibitors in processed plant foods. **Journal of Food Protection**, v.50, n.2, p.161-165, 1987.

CASTRO, EM, VIEIRA, NRA, RABELO, RR, SILVA, SA. **Qualidade de grão em arroz**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. p. 30, 1999.

CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. **Bioquímica**. Trad. AR Bolner. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora Ltda; 2000.

CHEFTEL, J.C.; CUQ J.L.; LORIENT, D. **Aminoácidos, Peptídios y Proteínas**. In: Fennema, O.R. Química de los Alimentos. Acribia S.A.; p. 275,1993.

CHEMIN, S.M.S.; MURA, J.D.P. **Tratado de Alimentação, Nutrição & Dietoterapia**. São Paulo: Editora Roca Ltda; 2007.

CINTRA, R.M.G.C.; MAGALHÃES, C.O.; GARCIA, R.R.; MELLO, R.; PADILHA, A.; KUSAI, C.; CAETANO, L. Avaliação da qualidade da proteína de Arroz e Feijão e de dieta da Região Sudeste do Brasil . **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.18, n.3, p. 283-289, jul./set. 2007.

DAMASCENO-JUNIOR, G.A. **Projeto “Valorização da produção de alimentos de origem vegetal para o desenvolvimento de três comunidades do Pantanal e Cerrado”**, edital CNPq 19/2005, UFMS, Campo Grande, 2006.

FAO/WHO. **Protein quality evaluation**. Rome, Italy: Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1991.

FARIAS, J.K.N.P.; CRUZ, L.C.; OLIVEIRA, M.E.A. Sustentabilidade ambiental de comunidades rurais e ribeirinhas do Pantanal do Mato Grosso. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**. Caxambu/MG, UFF, 23 a 28/09/2007.

FRANCO, G. Tabela de composição química dos alimentos. 9ª ed, Editora Atheneu; 1999.

FRIEDMAN, M. Nutritional value of proteins from different food sources. **Journal of Agriculture Food Chemistry**. v. 44, p. 6-29, 1996.

HAWTHORN, J. **Fundamentos de Ciencia de los Alimentos**. Editora Acribia, Zaragoza, p.63-67, 1983.

HENLEY, E.C.; KUSTER, J.M. Protein quality evaluation by protein digestibility - corrected amino acid scoring, **Food Technology**, v.48, p. 74-77, 1994.

HENRIKSON R.L., MEREDITH S.C. Amino analysis by reversed phase high performance liquid chromatography: pre column derivatization with phenylisothiocyanate. **Analytical Biochemistry**. v.136, p.65-71, 1984.

HIANE, P.A.; BALDASSO, P.A.; MARANGONI, S.; MACEDO, M.L.R Chemical and nutritional evaluation of kernels of bocaiuva, *Acromia aculeata* (Jacq.) Lodd. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.3, p.683-689, jul-set. 2006a.

HIANE, P.A.; MACEDO, M.L.R.; SILVA, G.M.; BRAGA NETO, J.A. Avaliação nutricional da proteína de amêndoas de bocaiúva, *Acromia aculeata* (Jacq.) Lodd em ratos Wistar em crescimento. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.24, n.1, p.191-206, jan-jun. 2006b.

HUGHES J.S.; ACEVEDO, E.; BRESSANI, R.; SWANSON, B.G. Effects of dietary fiber and tanins on protein utilization in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). **Food Research International**. v.29, n. 3-4, p.331-338, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Composição centesimal de alguns alimentos básicos na América Latina – 2000, 2003. **Disponível em [www. ibge. gov.br](http://www.ibge.gov.br)**. Acessado em 03 fev. 2009.

LENINGHER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica**. 4ª edição. São Paulo, Editora Sarvier, 2006.

LIU, L.; LAFITTE, R.; GUAN, D. Wild *Oryza* species as potential sources of drought-adaptive traits. **Euphytica**. n.138, p.149-161, 2004.

LIMA, V.L.A.G.; MELO, E.A.; LIMA, D.E.S. Efeito da luz e da temperatura de congelamento sobre a estabilidade das antocianinas da pitanga roxa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p. 92-94, jan-mar, 2005.

MACEDO, M.L.R.; DAMICO, D.C.S. Effects of protein fractions from *Zea mays* L. on development and survival of mexican bean weevil *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). **Insect Sci. Applic**, v.20, p. 135-139, 2000.

MADRUGA, M.S.; SANTOS, H.B.; BION, F.M.; ANTUNES, N.L.M. Avaliação nutricional de uma dieta suplementada com multimistura: estudo em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.1, p. 129-133, 2004.

MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S. IN: KRAUSE – **Alimentos, Nutrição & Dietoterapia**. 9ed, São Paulo, Roca, p. 63-76, 1998.

MARTINS, L.M.; MACHADO, R.Z.; ECHEVESTE, S.S.; CALLEGARO, D.M.; SCHULTZ, G.O. Perfil dos Consumidores de Arroz Ecológico no Rio Grande do Sul. **Anais XL Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural** - Passo Fundo/RS. UPF - 28 a 31/07/2002.

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**; v. 60, p. 93-98. 2005.

MEIRELLES, R.S.L. **Aminoácidos e Atividade Cerebral**. Disponível em: www.google.com. Acesso em 05 fev 2009.

MESQUITA, F.R.; CORRÊA, A.D.; PATTO, C.M.A.; LIMA, R.A.Z., ABREU, A.F.B. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e digestibilidade protéica. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1114-1121, jul./ago. 2007.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO. Projeto de Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Arroz. Data da criação: 16 dez 2008. Disponível em: www.agricultura.gov.br. Acesso em 08 mar 2009.

MOLINA, S.M.G.; GAZIOLA, S.A.; LEA, P.J.; AZEVEDO, R.A. Manipulação de Cereais para Acúmulo de Lisina em Sementes. **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p.205-211, jan./mar. 2001.

MONTEIRO, C.A. A dimensão da pobreza, da desnutrição e da fome no Brasil. **Estudos Avançados**, v.48, n.17, p. 7-20, 2003.

MONTEIRO, C.A.; CONDE, W.L. Tendência secular da desnutrição e da obesidade na infância na cidade de São Paulo (1974-1996). **Revista Saúde Pública**, v.34, n.6, p.52-61, 2000.

MONTEIRO, J.B.R.; COSTA, N.M.B.; ESTECES, E.A.; MILAGRES, K.H. 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, v.24, n.1, p.6-10, jan.-mar. 2004.

NASCIMENTO, C.A.M. Propriedades Nutritivas e Medicinais do Arroz. **Comissão de Agricultura, Pecuária, Abastecimento e Desenvolvimento Rural Audiência Pública**, Brasília, Brasil: 2007.

NAVES, M.M.V. Características Químicas e Nutricionais do Arroz. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 25, n.1, p. 51-61, jan./jun. 2007.

NBC (NUTRITIONAL BIOCHEMICALS CORPORATION). **INC Diet catalog**, INC life Sciences Group, Cleveland, Ohio, p.24, 1978.

OLIVEIRA, J.E.D.; MARCHINI, J.S. **Ciências Nutricionais**. São Paulo: Sarvier Editora de Livros Médicos Ltda; 1998.

ORMENESE, R.C.S.C.; CHANG, Y.K. Massas Alimentícias de Arroz: Uma Revisão. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba v. 20, p. 175-190, jul/dez 2002.

ORMENESE, R.C.S.C.; LEITÃO, R.F.F.; SILVEIRA, N.F.A.; BALDINI, V.L.S. Influência da secagem à alta temperatura nas características das massas com ovos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 18, n. 1, 1999.

OSHODI, A.A.; IPINMOROTI, K.O.; ADEYEYE, E.I.; HALL, G.M. *In Vitro* Multienzyme digestibility of protein of six varieties of African yam bean flours. **Journal of Science and Food Agricultural.**, v.69, p.373 -377, 1995.

ÖZDEMİR, M.; AÇKURT, F.; YILDIZ, M.; BIRINGEN, G.; GÜRÇAN, T.; LÖKER, M. Effect of roasting on some nutrients of hazelnuts (*Corylus Avellena* L.). **Food Chemistry**. v. 73, n.2, p.185-190, 2001.

PELLET, P.L.; YOUNG, V.R. **Nutritional evaluation of protein foods**. Tokyo: The United Nations University, p. 62, 1980.

PHILIPPI, S.T.; LATTERZA, A.R.; CRUZ, A.T.R.; RIBEIRO, L.C. Pirâmide alimentar adaptada: guia para escolha dos alimentos. **Revista de Nutrição**. Campinas, v.12, n.1, p. 65-80, jan.-abr. 1999.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13ed. Piracicaba: Nobel, p.468, 1990.

PIRES, C.V.; OLIVEIRA, M.G.A.; ROSA, J.C.; COSTA, N.M.B. Qualidade Nutricional e escore químico de Aminoácidos de Diferentes Fontes Protéicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p.179-187, jan.-mar. 2006.

POTT, A.; POTT, V.J. **Plantas do Pantanal**. Embrapa-CPAP, 233p., 1994.

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*; v.77, p.393-398, 1998.

QUALFOOD - Base de dados de Qualidade e Segurança Alimentar Copyright© 2003-2009 Biostrument - Consultadoria de desenvolvimento de projectos bioquímicos, S.A. Disponível em: www.qualfood.biostrument.com/index. Acessado em 10.05.2009.

RAMÍREZ-CÁRDENS, L.; LEONEL, A.J.; COSTA, N.M.B. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 28, n. 1, p.200-213, jan.-mar. 2008.

RAMOS, M.I.L.; UMAKI, M.C.S.; HIANE, P.A.; FILHO, M.M.R. Efeito do cozimento convencional sobre os carotenóides pró-vitamínicos "A" da polpa do piqui (*Caryocar Brasiliense* Camb) **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.19, n.1, p.23-32, jan-jun. 2001.

REEVES, P.G.; NIELSEN, F.H.; FAHEY, G.C.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**. v. 123, n. 11, p. 1939-1951. 1993.

SCHULTE, N.K.; LOPEZ, L.D. Sustentabilidade Ambiental no Produto de Moda. I **Encontro de Sustentabilidade em Projeto do Vale do Itajaí**. 12 e 13/04/2007.

SGARBIERI, V.C. Métodos de avaliação da qualidade nutricional dos alimentos. In: Sgarbieri, V.C. **Alimentação e nutrição - fator de saúde e desenvolvimento**. São Paulo: Almed, p. 132-134, p. 213-219, p. 244, p. 250-261, p. 288-291, p. 297-301, p. 330-335, 1987.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em Alimentos Protéicos: propriedades – degradações - modificações**. São Paulo, Varela, p.337-342, 1996.

SILVA, C.M.; KARASAWA, M.M.G.; VENCASKY, R. & VEASEY, E.A. Elevada diversidade genética interpopulacional em *Oryza glumaepatula* Steud. (Poaceae) avaliada com microssatélites. **Biota Neotropica**. 2007; v.7, n. 2, Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v7n2/abstract>. Acessado em: 03 fev 2009.

SILVA Jr., S.I.; 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**, v.8, p.105-120, 1997.

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, jan.-abr., 2000.

STORCK, C.R. Variação na Composição Química em Grãos de Arroz Submetidos a Diferentes Beneficiamentos. [**Dissertação**]. Santa Maria/ RS: Universidade Federal de Santa Maria; 2004.

STRINGHETA, P.C.; OLIVEIRA, T.T.; GOMES, R.C.; AMARAL, M.P.H.; CARVALHO, A.F.; VILELA, M.A.P. Políticas de saúde e alegações de propriedades funcionais e de saúde para alimentos no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.43, n.2, p.181-194, abr./jun., 2007.

TORRES, E.A.F.S.; CAMPOS, N.C., DUARTE, GARBELOTTI, M.L.; PHILIPPI, S.T.; RODRIGUES, R.S.M. Composição Centesimal e Valor Calórico de Alimentos de Origem Animal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.2, may./ago., 2000.

TRUGO, L.C., DONANGELO, C.M., TRUGO N.M.F., BACH KNUDSEN, K.E. Effect of heat treatment on nutritional quality of germinated legume. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. V.48, n.6, p. 2082-2086, 2000.

UNICAMP (Universidade de Campinas). Tabela Brasileira de Composição em Alimentos. Disponível em: www.anvisa.gov.br. Acessado em: 09.03.09.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental/BRASILFOODS (1998). **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos-USP**. Versão 5.0. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tabela>. Acesso em: 06.03.2009.

VADIVEL, V.; JANARDHAN, K. Nutritional and anti-nutritional attributes of the under-utilized legume, *Cassia floribunda* Cav. **Food Chemistry**, v.73, p.209-215, 2001

VAN DE KAMER, J.H.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.29, n.4, p.239-251, July, 1952.

VASCONCELOS, I.M.; MAIA, A.A.B.; SIEBRA, E.A. *et al.* Nutritional study of two Brazilian soybean (*Glycine Max*) cultivars differing in the contents of antinutritional and toxic proteins. **Journal Nutritional Biochemistry**, Elsevier, v.12, p.55-62, 2001.

VIEIRA, C.R. **Extração, Hidrólise e Remoção de Fenilalanina das Proteínas de Farinha de Arroz**. Belo Horizonte, MG. Faculdade de Farmácia da UFMG, 2007; Disponível em: www.google.com. Acessado em 05 fev de 2009.

WAITZBERG D.L. **Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica**. 3ª edição, São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte: Editora Atheneu, 2001.

WALTER, M.; MARCHEZANII, E.; AVILAI, L.A. Arroz: composição e características nutricionais, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.4, p.1184-1192, jul. 2008.

YOUNG, V.R.; PEELET, P.L.. Plant Proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. **American Journal for Clinical Nutrition**. v.59, p.1203S-1212S, 1994.

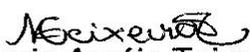
ANEXOS



C E R T I F I C A D O

Certificamos que o Protocolo nº 167/2007 da Mestranda Michelly Morais Barbosa, sob a Orientação da Profª Maria Lígia Rodrigues Macedo, referente ao protocolo ***“Composição em aminoácidos e digestibilidade in vivo de proteínas do arroz nativo, espécies *Oryza glumaepatula* e *Oryza latifolia*, da região do Pantanal no Estado de 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 julho de 2007.

Campo Grande (MS), 23 de julho de 2007.


Drª Maria Araújo Teixeira
Presidente da CEUA

ANEXO A - Certificado de Aprovação pela Comissão de Ética no Uso de Animais /CEUA/UFMS.

TÍTULO:

Composição em aminoácidos e qualidade nutricional *in vivo* de proteínas do arroz nativo, espécie *Oryza latifolia*, da região do Pantanal no Estado de Mato Grosso do Sul*

Amino acid composition and *in vivo* nutritional quality of native rice, specie *Oryza latifolia*, from Pantanal region of the State of Mato Grosso do Sul

SHORT TITLE:

Qualidade nutricional de proteínas do *O. latifolia*

Nutritional quality in the protein of *Oryza latifolia*

AUTORES:

¹ Michelly Moraes Barbosa – Responsável pela análise e interpretação dos dados. Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde e Desenvolvimento da Região Centro-Oeste/ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande (MS), Brasil (michellyfarm@hotmail.com).

² Maria Lígia Rodrigues Macedo – Orientadora da Pesquisa.

³ Priscila Aiko Hiane – Co-orientadora da Pesquisa.

⁴ José Antonio Braga Neto – Interpretação de dados, elaboração da ração e instruções quanto a realização do ensaio biológico.

^{2, 3, 4} Professores, Departamento de Tecnologia de alimento e Saúde Pública, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande (MS), Brasil.

* Artigo da Dissertação de Mestrado com título “Composição em aminoácidos e digestibilidade *in vivo* de proteínas do arroz nativo, espécie *Oryza latifolia*, da região do Pantanal no estado de Mato Grosso do Sul”, pelo Programa de pós-graduação em Ciências da Saúde e Desenvolvimento da Região Centro-oeste, na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Defesa realizada em 31.03.2009.

ENDEREÇO:

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Departamento de Tecnologia de Alimentos
Avenida Costa e Silva, Sem número – Bairro Universitário.

Telefone/fax: (67) 3345-7400

Campo Grande, MS.

Composição em aminoácidos e qualidade nutricional *in vivo* de proteínas do arroz nativo, espécie *Oryza latifolia*, da região do Pantanal no Estado de Mato Grosso do Sul

Amino acid composition and *in vivo* nutritional quality of native rice, specie *Oryza latifolia*, from Pantanal region of the State of Mato Grosso do Sul

RESUMO

Objetivo

Este trabalho teve por objetivo estudar a composição em aminoácidos e qualidade protéica, dos grãos de arroz nativo da espécie *Oryza latifolia*, através de ensaio biológico e *in vitro*, comparando sua mistura com o feijão.

Métodos

As análises de composição centesimal das amostras preparadas a partir do arroz (*Oryza latifolia*) foram realizadas de acordo com métodos em Brasil, 2005, (Umidade), da Association of Official Analytical Chemists, 1995 (proteínas, lipídios e amido) e método de Van Soest e Wine (fibras). A composição em aminoácidos foi determinada conforme Henrikson e Meredith. Foram formuladas rações isocalóricas e isoprotéicas, conforme a AIN-93, para a realização do ensaio biológico, com 32 ratos machos da raça Wistar, durante 29 dias, divididos em 4 grupos (Aprotéico, Padrão, Arroz e Arroz+Feijão).

Resultados

O arroz *Oryza latifolia* apresentou 10,88% de proteínas, 1,44% de Cinzas, 2,27% de lipídios, 71,38% de Amido e 14,55% de Fibra, em base seca. Quanto a composição em aminoácidos, os mais limitantes são a metionina + cistina, com escore químico de 0,32. Já os aminoácidos em maior concentração foram a fenilalanina + tirosina, com escore químico de 3,01, em relação ao padrão da FAO/WHO. Após o ensaio biológico foi possível determinar para os Grupos Padrão (caseína), Arroz e Arroz+Feijão, o Valor Biológico (respectivamente, 95,47%, 96,15% e 97,65%), a Digestibilidade Verdadeira (respectivamente, 92,18%, 65,53% e 81,33%), o Coeficiente Líquido Protéico (respectivamente, 3,58, 2,57 e 2,27), o Coeficiente de Eficiência Alimentar (respectivamente, 56,00%, 30,98% e 29,57%) e a Razão de Eficiência Protéica (respectivamente, 3,00, 1,52 e 1,14).

Conclusão

A qualidade nutritiva do arroz nativo da espécie *Oryza latifolia* foi determinada e poderá ser fonte complementar da dieta da população, o que foi confirmado com a mistura com o feijão, devido a melhora na qualidade nutricional que ocorre na dieta.

Termos de indexação: qualidade protéica, arroz nativo, ensaio biológico, *Oryza latifolia*.

ABSTRACT

Objective

The objective of this work was to study the proximate composition and protein quality, in the grains this rice, through biological assay and *in vitro* assay, comparing your mixture with bean.

Methods

The analysis of the proximate composition on the samples prepared with the rice were realized according to the methods of the Instituto Brasil, 2005 (humidity), of the Association of Official Analytical Chemists, 1995 (proteins, lipids and starch) and methods of the Van Soest & Wine (fiber). The amino acid composition was performed according to Henrikson and Meredith. Were prepared to be isoprotein and isocaloric diets according to AIN-93 in the biological assay, conducted with 32 Wistar male rats, during 29 days, divided in 4 groups (Aproteic, Standard, Rice and Rice+Bean).

Results

The rice *Oryza latifolia* presented 9.83% protein contents, 1.44% Ash, 2.27% lipids, 71.38% Starch and 14.55% Fiber. As composition in amino acids the most limiting are methionine+cystine, with chemical score of the 0.32. Already the amino acids in more concentration were the combination of the phenylalanine+tyrosine, with chemical score of the 3.01, if compared with FAO's reference standards. After the biological assay were determined to the Standard (casein), Rice and Rice+Bean groups, the Biological Value (respectively, 95.47%, 96.15% and 97.65%), True Digestibility (respectively, 92.18%, 65.53% and 81.33%), Nitrogen Balance (respectively, 3.30, 1.67 and 1.52), Net Protein Ratio (respectively, 3.58, 2.57 and 2.27), Feed Efficiency Ratio (respectively, 56.00%, 30.98% and 29.57%) and Protein Efficiency Ratio (respectively, 3.00, 1.52 and 1.14).

Conclusion

Determined the nutritional quality of the wild rice in specie *O. latifolia* will can to go source supplementary in diets of the population as the *Oryza sativa*, confirming the mixture in the rice with bean important, owing the nutritional improvement that occurred. And to go source of information about the nutritional rich of the rice.

Indexing terms: protein quality, native rice, biological assay, *Oryza latifolia*.

INTRODUÇÃO

A dieta da população brasileira é considerada deficiente quanto a qualidade nutritiva e quantitativa, o que pode indicar muitas vezes, a origem de diferentes problemas de saúde¹. Como ocorre, por exemplo, nas comunidades ribeirinhas da região do Pantanal no Estado de Mato Grosso do Sul, que vivem afastadas da cidade, com dificuldade de acesso aos alimentos pela distância e meio de transporte (somente de barco)².

Os princípios de uma alimentação saudável indicam a necessidade de todos os grupos de alimentos (água, carboidratos, proteínas, lipídios, vitaminas, fibras e minerais) diariamente, os quais são insubstituíveis e indispensáveis ao bom funcionamento do organismo. Pressupõe-se que nenhum alimento, isoladamente, é suficiente para fornecer todos os nutrientes necessários a uma boa nutrição e conseqüente manutenção da saúde³.

Apesar de ser considerado um alimento importante à alimentação humana, o arroz ainda é pouco reconhecido pelas suas características funcionais. É um alimento essencialmente energético, pela riqueza em carboidratos, mas é também importante fonte de proteínas, de sais minerais e de vitaminas do complexo B (tiamina, riboflavina e niacina)⁴. A FAO (1991)⁵ considera o arroz como o alimento mais importante para a segurança alimentar do mundo, pois, além de fornecer um excelente balanceamento nutricional, é uma cultura extremamente rústica. É considerada a espécie de maior potencial de aumento de produção para o combate da fome no mundo.

A proteína, no arroz, representa 7 a 9% do grão, apresenta-se em maior concentração no germe e nas camadas de aleurona e em menor concentração relativa na parte interna do endosperma⁶. Por isso, o arroz integral (retirada da casca) é considerado mais nutritivo que o arroz polido (polimento do grão integral, com retirada da porção mais nutritiva). Há também o arroz parboilizado, que passa por processo de aquecimento do grão com casca, provocando a gelatinização total ou parcial do amido (esse processo melhora a qualidade nutricional do arroz em relação ao grão polido)⁷.

O conteúdo de aminoácidos sulfurados, particularmente metionina é relativamente elevado, nos cereais como o arroz, e a lisina é limitante (encontra-se em quantidade menor que a recomendada para as moléculas protéicas, impedindo o seu aproveitamento integral pelo organismo). Já as leguminosas, como o feijão, são em geral ricas em lisina, porém bastante deficientes em aminoácidos sulfurados⁶. Devido a isto a combinação, em proporções adequadas de arroz e feijão, forma mistura de valor protéico bem mais elevado, isso porque a deficiência do feijão em metionina é compensada pelo teor bem mais elevado no arroz e, a deficiência de lisina do arroz é complementada pelo elevado teor no feijão⁸.

Alimentos como as carnes, os peixes, os derivados lácteos, os grãos e leguminosas são particularmente ricos em proteínas e considerados as principais fontes desse nutriente indispensável. Para os brasileiros, considera-se ainda como fonte de proteínas o arroz e o

feijão⁸, principalmente para as classes menos favorecidas economicamente, constituindo a base não só protéica como também energética da alimentação⁶.

As proteínas de origem animal apresentam melhor equilíbrio de aminoácidos essenciais e maior digestibilidade do que as de origem vegetal⁹, além dos seus aminoácidos serem menos disponíveis às enzimas digestivas, ou seja, a digestibilidade será menor do que para as proteínas de origem animal.

Nos alimentos, as proteínas são caracterizadas por grande variabilidade nutritiva e podem ser classificadas conforme a qualidade, o que depende da proporção e perfil de aminoácidos dieteticamente indispensáveis que a compõem. Depende ainda, da biodisponibilidade, da digestibilidade, da susceptibilidade à hidrólise durante a digestão e ausência de toxicidade e/ou propriedades antinutricionais¹⁰. Ou seja, a determinação da composição química dos alimentos não é suficiente para caracterizar seu valor nutritivo, pois certos nutrientes, embora presentes nos alimentos, possuem baixa biodisponibilidade e não se tornam totalmente disponíveis e efetivamente absorvidos e utilizados pelo organismo em seu metabolismo celular. São raros os nutrientes contidos nos alimentos que se tornam totalmente disponíveis ao organismo após ingestão⁶.

A avaliação da composição centesimal é uma estimativa da qualidade nutricional, conhecendo a proporção em que os nutrientes estão presentes⁹. Ocorre grande interesse na avaliação nutricional, quando os nutrientes ou classes de nutrientes encontram-se em concentração elevada na composição dos diferentes alimentos.

Com exceção da proteína do leite materno e da proteína do ovo integral, nenhuma outra proteína da dieta humana atende, pela sua composição, ao balanço de aminoácidos essenciais exigidos para o crescimento e manutenção do organismo humano. Se faz necessária uma alimentação mista, para que os alimentos de diferentes composições funcionem como complementares, uns em relação aos outros, para satisfazer as necessidades dos organismos em todos os nutrientes essenciais, outra opção é a suplementação de nutrientes⁵.

A qualidade nutricional das proteínas vegetais pode ser melhorada através do tratamento térmico, devido principalmente à inativação de inibidores como as proteases e as lecitinases¹¹. Estudos realizados com seis variedades de feijão demonstraram um aumento significativo na digestibilidade *in vitro* após o tratamento térmico¹².

Para um tratamento térmico adequado, é de extrema importância o controle da temperatura, visando preservar os nutrientes e o valor nutritivo dos alimentos, minimizando a perda destes, durante o processamento pelo calor⁹. O tratamento térmico pelo calor é determinante sobre o teor de lisina, o tempo de exposição excessivo ao calor mesmo em temperaturas menores provoca um decréscimo muito maior nos teores de lisina do que um tempo menor de exposição em temperaturas mais elevadas¹³.

O estudo do arroz nativo, espécie *Oryza latifolia*, de cor avermelhada, coletado na região da Serra do Amolar, no Pantanal é importante para despertar interesse quanto à utilização deste na alimentação, uma vez que o consumo de produtos considerados ecológicos e/ou orgânicos conquista cada vez mais a preferência dos consumidores¹⁴. Além disso, os estudos mais freqüentes sobre o *O. latifolia* referem-se ao cultivo e combinações genéticas, polimorfismo, cultivo, entre outros¹⁵, nada foi encontrado referente a sua composição ou qualidade nutricional.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade protéica do arroz da espécie *Oryza latifolia*, por ser encontrado em grande quantidade nas margens dos rios na região do Pantanal sul-mato-grossense, e por não haver consumo deste, podendo constituir em um alimento para a população ribeirinha². É um produto ecológico diferente e pode despertar para o mercado, seu consumo direto ou no desenvolvimento de novos produtos, considerando sua cor vermelha.

MÉTODOS

Matéria-prima

O arroz nativo do Pantanal, espécie *Oryza latifolia*, maduro, foi coletado na-região da Serra do Amolar no Pantanal, estado do Mato Grosso do Sul, no início do mês de junho de 2007.

O Feijão (*Phaseolus vulgaris*) da variedade Carioquinha foi adquirido no comércio local, para compor as rações utilizadas no ensaio biológico.

O arroz (*O. latifolia*) após coletado, foi seco em estufa ventilada com temperatura controlada a 40°C, até umidade inferior a 10%. Após o descascamento do arroz em máquina beneficiadora (Suzuki), uma parte do grão foi polido, já que o maior consumo é como grãos polidos, deixando os grãos permanecerem mais tempo no mesmo equipamento, para a retirada da camada mais externa (polimento).

Parte da amostra crua, cerca de 500g, foi triturada em triturador Turratec, e tamisada em Tamis a 60 mesh, constituindo a farinha base integral do arroz cru, para análise da composição centesimal e aminoácidos. Outra parte do arroz e o feijão Carioquinha foram cozidos, separadamente, conforme cozimento caseiro, o arroz durante 30 minutos e o feijão em panela de pressão durante 25 minutos. Após, tanto o arroz quanto o feijão, foram secos em estufa ventilada com temperatura controlada a cerca de 50°C, até umidade inferior a 10%. Em seguida, o arroz e o feijão foram triturados e tamisados da mesma maneira para a farinha base integral do arroz cru, obtendo-se, respectivamente, farinha base integral do arroz cozido e farinha base integral do feijão cozido, para análise da composição centesimal, a fim de constituírem as rações experimentais.

Análise da Composição Centesimal

A composição centesimal das amostras (arroz integral cru, arroz integral cozido e feijão cozido) foi realizada, determinando a umidade por dessecação em estufa a 105°C, segundo método descrito no Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005)¹⁶. A quantificação de proteína foi determinada através do conteúdo de nitrogênio total, segundo método de micro Kjeldahl. O valor encontrado foi multiplicado pelo fator 5,95 para conversão do nitrogênio em proteína para o arroz e pelo fator 6,25 para o feijão e outros alimentos; a metodologia está descrita na Association Of Official Analytical Chemists (1995)¹⁷, que descreve também os métodos utilizados na determinação do extrato etéreo (lipídios), cinzas (resíduo mineral fixo) e carboidratos. Já a fibra bruta foi determinada pelo método de Van de Kamer & Van Ginkel (1952)¹⁸.

Análise de Corantes Naturais

Para determinação qualitativa de carotenóides foi utilizada metodologia através de extração com solvente orgânico, saponificação e cromatografia em coluna aberta. Através do método, a amostra crua teve os pigmentos extraídos com acetona resfriada. O extrato acetônico de pigmentos foi transferido para o éter de petróleo. Devido ao teor de lipídios na amostra, o extrato etéreo foi submetido à reação de saponificação, utilizando-se solução metanólica de hidróxido de potássio a 30% (p/v), no mesmo volume de solução de pigmentos em éter de petróleo. Esta mistura foi mantida em constante agitação durante 2 horas, com posterior repouso por 24 horas em temperatura ambiente e ao abrigo da luz, procedendo-se em seguida à separação dos pigmentos por partição com solventes imiscíveis e cromatografia em coluna aberta¹⁹.

Para determinação qualitativa de flavonóides foi utilizada metodologia descrita nos Métodos físico-químicos para Análise de Alimentos¹⁶.

Composição em aminoácidos

As proteínas do arroz *Oryza latifolia* foram extraídas com 150 mL de cloreto de sódio a 4%, durante 1h, de acordo com Macedo e Damico (2000)²⁰. As análises de aminoácidos foram executadas conforme Henrikson e Meredith (1984)²¹, utilizando-se analisador de aminoácido Pico-Tag (Waters System). Realizou-se a hidrólise protéica com HCl 6 M/fenol 1%, a 106°C por 24h, cujo hidrolisado reagiu com 20 µL de solução de derivatização recentemente preparada (metanol: trietilamina: água: fenilisotiocianato, 7:1:1:1, v/v) por 1h em temperatura ambiente. Após derivatização na pré-coluna, os aminoácidos foram

identificados em coluna HPLC de fase reversa, comparando-se os tempos de retenção dos aminoácidos da amostra com os dos padrões (Pierce).

Ensaio Biológico

As rações, foram preparadas segundo Vasconcelos *et al.* (2001)²², para conter cerca de 10% de proteína na forma de caseína para o grupo Padrão, para o Grupo Teste 1, a proteína contida na farinha preparada com o arroz nativo do Pantanal, e para o Grupo Teste 2 a mistura do arroz e do feijão. Também foram acrescentados, conforme a necessidade de cada tipo de ração para que todas tivessem cerca de 8% de lipídios, 5% de mistura mineral, 2% de mistura vitamínica, 10% de proteína, conforme AIN-93²³. Após o preparo das rações, realizou-se a determinação da composição centesimal com o intuito de confirmar sua constituição isocalórica e isoprotéica.

Para o preparo da ração do Grupo Arroz+Feijão (Teste 2), a mistura dos dois grãos foi feita com base nos resultados do cálculo da proporção observando o perfil de aminoácidos essenciais, com o intuito de minimizar os aminoácidos limitantes, numa proporção de 0,4:1,6, respectivamente.

Após aprovação pelo comitê de ética conforme certificado com número 167/2007, o ensaio biológico foi realizado conforme método oficial padronizado por Pellet & Young (1980)²⁴. Neste, animais em crescimento foram colocados em gaiolas metabólicas individuais, providas de dispositivos para coleta de fezes e urina, para quantificação do nitrogênio excretado, pelo método de Kjeldahl descrito pela AOAC (1995)¹⁷. Os animais foram mantidos em ambiente limpo, com temperatura controlada em torno de 25°C, luminosidade adequada, alternando-se períodos 12 horas em claro e escuro.

Os 32 ratos machos da raça Wistar, recém-desmamados, com 21 dias de idade e 42,20g de peso médio foram obtidos no Biotério Central da UFMS, com fornecimento de água *ad libitum*. Os animais foram colocados dentro das gaiolas de forma aleatória e por meio de sorteio, para constituírem 4 grupos: Grupo Aprotéico, Grupo Padrão, Grupo Arroz e Grupo Teste Arroz+Feijão. Cada animal recebeu dieta específica de acordo com o grupo, em quantidade previamente estabelecida, fornecida em dias alternados com o registro do consumo. Foi feita ainda a pesagem, em dias alternados, de cada um dos animais para controle do crescimento dos ratos.

Avaliação Nutricional

A partir do balanço de nitrogênio (BN) que é a diferença entre o nitrogênio ingerido e a soma do nitrogênio excretado nas fezes e na urina, considerado padrão para a determinação das necessidades protéicas, foi possível determinar o destino da proteína no organismo¹⁰.

A digestibilidade verdadeira foi determinada pela medida do nitrogênio ingerido com a dieta e do nitrogênio eliminado nas fezes, tanto o nitrogênio proveniente do próprio animal como a proteína de origem alimentar não digerida. O nitrogênio de origem endógena ao organismo foi determinado nas fezes do Grupo Aprotéico⁶.

O valor biológico (VB) trata-se da relação entre a quantidade de nitrogênio retido e a quantidade de nitrogênio absorvido, multiplicada por cem. Levando-se também em consideração o nitrogênio de origem endógena, tanto nas fezes como na urina. Já o quociente de eficiência protéica (PER) mede o quociente do ganho de peso em gramas pela quantidade de proteína ingerida também em gramas.

A razão da eficiência protéica varia com a concentração de proteína na dieta e para cada proteína deve ser determinada a concentração ideal. Pode-se dizer que, 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 qualidade²⁵.

O valor de PER varia em resposta a diferentes concentrações de proteína na dieta, sendo mais vantajoso calcular o quociente de eficiência líquida da proteína (NPR), por considerar a soma da perda de peso do grupo em dieta aprotéica, isso elimina, em grande parte, a inconveniência de variabilidade⁶.

Com o cálculo da utilização líquida da proteína (NPU), em ensaios biológicos de crescimento, conhece-se a quantidade de nitrogênio total da carcaça do grupo alimentado com a dieta contendo a proteína em estudo e do grupo em dieta aprotéica.

Uma simplificação do método foi introduzida por Bender e Miller em 1953, após terem demonstrado uma correlação positiva bastante alta entre nitrogênio corporal e água corporal. Esses autores estabeleceram a seguinte relação entre água e nitrogênio corporal: $y = 2,92 + 0,02x$, onde x é a idade dos ratos em dias. Isso para ratos com até cinquenta dias de idade, que tem uma relação linear de crescimento²⁶.

Outra forma de avaliar a qualidade nutricional da proteína é o cálculo do escore químico (EQ), um ensaio in vitro que estabelece uma comparação entre a quantidade de cada aminoácido essencial da proteína em estudo com o aminoácido correspondente de uma proteína tomada como referência²⁷.

Análise estatística

Dos resultados obtidos na realização das metodologias foram calculados média, desvio padrão e variância para análise descritiva. Para o delineamento experimental, inteiramente casualizado, tiveram os resultados analisados através da Análise de Variância (ANOVA), com nível de significância de 5%. Para comparação entre as médias, utilizou-se o teste de Tukey ($p < 0,05$), conforme Pimentel-Gomes (1990)²⁸.

RESULTADOS

Durante o descascamento foi realizado o polimento de cerca de 300g do arroz descascado, onde ocorreu perda das características de cor e brilho do grão, além de quebra da maior parte dos grãos (cerca de 90%), restando poucos grãos inteiros.

Análise da Composição Centesimal

O resultado da análise da composição centesimal das farinhas base integral do arroz cru, arroz cozido e do feijão cozido estão apresentados na Tabela 1. Na Tabela 2 há a indicação da composição em minerais do arroz *O. latifolia* cru.

Tabela 1 - Composição centesimal do arroz (*Oryza latifolia*) cru e cozido e do feijão.

	Arroz cru		Arroz cozido		Feijão cozido	
	Integral	Seco	Integral	Seco	Integral	Seco
Umidade (%)	9,62 ^a ± 0,09	-	8,35 ^a ± 0,08	-	4,02 ^b ± 0,09	-
Cinzas (%)	1,30 ^a ± 0,05	1,44	1,37 ^a ± 0,10	1,49	3,74 ^b ± 0,06	3,90
Lipídios (%)	2,05 ^a ± 0,11	2,27	1,91 ^a ± 0,04	2,08	1,19 ^b ± 0,01	1,24
Proteínas (%)	9,83 ^a ± 0,06	10,88	9,60 ^a ± 0,13	10,47	23,19 ^b ± 0,23	24,16
Amido (%)	64,51 ^a ± 1,37	71,38	67,12 ^a ± 1,48	73,24	49,75 ^b ± 0,57	51,83
Fibras ^c (%)	13,15	14,55	11,76	12,83	18,12	18,88
V.C.T.(Kcal)	315,81	349,47	324,07	353,56	302,47	315,12

^a Resultados com diferenças não significativas ($p < 0,05$). ^b Resultados com diferenças significativas ($p > 0,05$). ^c Cálculo por diferença.

Análise de Corantes Naturais

Houve coloração da água, com o (s) pigmento (s) do arroz, durante a execução dos processos de lavagem e cozimento, demonstrando solubilidade em água.

Durante a lavagem do extrato acetônico com éter, não ocorreu a solubilidade do (s) pigmento (s) do arroz para este solvente, verificando-se assim não se tratar de pigmento(s) carotenóide(s), assim como não se tratava também de flavonóide (s) na análise realizada.

Composição em Aminoácidos

A quantidade de aminoácidos para a mistura do arroz e feijão foi obtida através do cálculo do escore químico com base no padrão de referência para aminoácidos essenciais, recomendado pela FAO/WHO (1991)⁵ para crianças de 2 a 5 anos, conforme demonstrado na Tabela 2, considerou-se para este cálculo leucina e metionina+cistina, por serem os

aminoácidos mais limitantes no arroz. A composição em aminoácidos do arroz *O. latifolia* e da mistura arroz e feijão apresentada na Tabela 3, evidenciou-se 5 aminoácidos limitantes para o arroz e 1 para o feijão.

Conforme Pires *et al.* (2006) o feijão possui 113,08mg/g de proteína de fenilalanina + tirosina, 28,55mg/g de proteína de histidina, 31,39mg/g de isoleucina, 78,28mg/g de proteína de leucina, 94,36mg/g de proteína de lisina, 19,95mg/g de proteína de metionina + cistina, 47,72mg/g de proteína de treonina e 40,81mg/g de proteína de valina, estes valores foram utilizados com a quantidade de aminoácidos do arroz para calcular a melhor proporção a ser utilizada de arroz e de feijão para a dieta.

Tabela 2 – Comparação da quantidade de aminoácidos na mistura do Arroz *O. latifolia* com o Feijão (mg/g proteína) e escore químico (EQ) em diferentes proporções comparados com padrão da FAO/WHO.

Aminoácidos	Proporções							
	1,0:1,0		0,8:1,2		0,6:1,4		0,4:1,6	
	mg/g	EQ	mg/g	EQ	mg/g	EQ	mg/g	EQ
Leucina	51,89	0,79	57,17	0,87	62,45	0,95	67,73	1,03
Met+Cis	13,93	0,56	15,13	0,61	16,34	0,65	17,54	0,70

Tabela 3 - Composição em aminoácidos do arroz *Oryza latifolia* e da mistura do arroz + feijão (A+F) (mg/g proteína) e os respectivos escores químicos (EQ).

Aminoácidos	Arroz <i>Oryza latifolia</i> ^a		Arroz + Feijão (0,4:1,6)	
	mg	E.Q.	mg	E.Q.
Phe +Tir	189,70	3,01	128,40	2,04
Phe	163,00	nd	nd	nd
Tir	26,70	nd	nd	nd
His	19,80	1,04	26,80	1,41
Ile	18,60	0,66	28,83	1,03
Leu	25,50	0,39	67,72	1,03
Lis	40,50	0,70	83,59	1,44
Met+Cis	7,90	0,32	17,54	0,70
Met	1,90	nd	nd	nd
Cis	6,00	nd	nd	nd
Thr	14,80	0,43	41,14	1,21
Val	35,00	1,00	39,65	1,13

^a Amostra estudada. ^b Fonte: Pires *et al.* 2006. nd: não determinado. Valores em negrito representam os aminoácidos limitantes.

A proporção escolhida foi de 0,4:1,6 para o arroz e para o feijão respectivamente. A mistura, ainda assim, apresentou metionina+cistina como aminoácidos limitantes, com escore químico de 0,70.

Ensaio Biológico

A composição centesimal das rações utilizadas no ensaio biológico encontra-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Composição centesimal e valor calórico das rações utilizadas no ensaio biológico protéico.

Componentes	Aprotéica	Padrão	Arroz	Arroz + Feijão
Proteína Padrão (Caseína -%)	-	9,62 ^a ±1,50	-	-
Proteína do Arroz (%)	-	-	9,23 ^a ±0,67	1,86^a±0,26
Proteína do Feijão (%)	-	-	-	7,43^a±0,26
Fibras (%)	8,65±2,76	7,32±1,11	9,51±0,11	5,82±1,87
Sacarose (%)	11,24±0,21	9,33±1,42	8,47±0,20	8,92±0,25
Mistura salina (%)	3,81	3,42	3,49	3,47
Mistura vitamínica (%)	0,95	0,85	0,87	0,87
Lipídio (%)	8,18±0,03	7,90±0,13	7,09±0,02	7,27±0,16
Amido (%)	69,83 ^C	63,00 ^C	66,29 ^C	64,86 ^C
Benzoato de sódio (%)	0,10	0,09	0,09	0,09
Valor Calórico Total (Kcal)	397,90 ^a	398,90 ^a	399,77 ^a	397,71 ^a

Valores médios ± desvio-padrão. ^a Diferenças não significativas (p<0,05). ^b Cálculo por diferença. Valores das médias +/- desvio padrão. Valores em negrito: considerar a soma dos valores médios

Avaliação Nutricional

Os grupos apresentaram um crescimento representado conforme diferença de peso ao final dos 29 dias de experimento, como ganho médio de 72,38g para o Grupo padrão (caseína), 27,73g e 13,74g para os Grupos teste 1 (arroz) e teste 2 (arroz + feijão), respectivamente. Já o grupo aprotéico, apresentou perda de peso, médio, de 13,57g.

Os resultados encontrados na realização do ensaio biológico estão apresentados na Tabela 5, onde a diferença, significativa, no crescimento pode ser bem evidenciada.

Tabela 5 – Variação de peso, Consumo de ração, Nitrogênio (N) ingerido, Nitrogênio Fecal e Nitrogênio Urinário (g/ animal), em ratos submetidos à dieta Aprotéica, Padrão (caseína), Teste 1 (arroz) e Teste 2 (arroz+feijão), durante 29 dias .

	Aprotéico	Padrão	Teste 1	Teste 2
Diferença peso (g)	-13.57 ± 3,67	72.39 ± 12,41	27.72 ± 8,55	13.74 ± 4,52
Consumo de Ração (g)	72,15	262,85	185,43	135,85
Quantidade de Fezes (g)	8,85	26,74	25,14	17,17
N Ingerido (g)	0	3,75	2,63	1,91
N Fecal (g)	0,11	0,40	1,00	0,46
N Urinário (g)	0,01	0,16	0,07	0,04

Valores médios ± desvio padrão.

Ao final dos 29 dias de experimento, as fezes e urina coletada, para cada um dos grupos, separadamente, foram utilizados para a análise da qualidade protéica utilizando para isso a determinação da quantidade de Nitrogênio presente nas fezes, na urina e na carcaça dos animais. A partir daí, com base em cálculos, foram determinados os índices nutricionais: Balanço Nitrogenado (BN), Valor Biológico (VB), Digestibilidade Verdadeira (DV), Quociente de Eficiência Protéica (PER), Quociente de Eficiência Líquida da Proteína (NPR) e Utilização Líquida da Proteína (NPU), sendo que os resultados estão demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6 - Balanço Nitrogenado (BN), Valor Biológico (VB), Digestibilidade Verdadeira (DV), Quociente de Eficiência Protéica (PER), Quociente de Eficiência Líquida da Proteína (NPR) e Utilização Líquida da Proteína (NPU) da fração protéica do arroz *O. latifolia* (Teste 1) e da mistura arroz+feijão (Teste 2) , em comparação com a caseína padrão.

Grupos	BN	VB (%)	DV (%)	PER	NPR	NPU (%)
Padrão	3.30 ^a ± 0,01	95.47 ^b ± 0,16	92.18 ^a ± 0,31	3,09 ^a ± 0,53	3.68 ^b ± 0,53	58.60
Teste 1	1.67 ^b ± 0,02	96.15 ^b ± 0,31	65.53 ^a ± 0,22	1,52 ^b ± 0,44	2,57 ^a ± 0,53	30.98
Teste 2	1.52 ^b ± 0,01	97.65 ^b ± 0,36	81.33 ^a ± 0,31	1,15 ^b ± 0,38	2,29 ^a ± 0,38	29.57

Valores médios ± desvio padrão. ^a Resultados com diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05). ^b Resultados com diferenças não significativas.

DISCUSSÃO

Tendo em vista manter as características de cor e brilho do arroz e diminuir a quebra excessiva dos grãos, é indicado consumir e ou comercializar o *Oryza latifolia*, como arroz integral. Isto porque durante o processo de polimento no equipamento utilizado ocorre perda

das características de qualidade do produto e sua classificação quanto ao Tipo seria ruim. Conforme, descrito por Castro *et al.* (1999)²⁹, as variedades de arroz destinadas à comercialização, deve ser enquadrado em tipos (1, 2, 3, 4, ou 5), definidos de acordo com o percentual de ocorrência de defeitos e com o percentual de grãos quebrados e quirera.

A obtenção de dados referentes à composição de alimentos brasileiros é importante para reunir informações confiáveis e adequadas à realidade nacional³⁰. A composição centesimal do arroz nativo não apresentou muita diferença ao arroz polido. A não ser pela concentração de proteínas que foi de 9,83% no *O. latifolia* (arroz nativo), 7,8% e 8,1% para o arroz *O. sativa* nas formas polido e integral, respectivamente. Mas, conforme dados apresentados por Naves (2007)²⁸ a concentração em proteínas encontra-se dentro do das variedades já conhecidas, uma diferença mais significativa foi evidenciada na concentração de fibras, 13,15% para o primeiro e 0,9% para a segunda espécie como arroz integral

Observando os resultados da composição centesimal do arroz cru e do arroz cozido verifica-se que após o cozimento do arroz, *O. latifolia*, não houve diferença significativa na concentração de nitrogênio (multiplicado por 5,95 para conversão em proteínas), alterando de 9,83% para 9,6%. Isso pode demonstrar uma possível termoresistência das proteínas deste arroz. Isso é importante, pois grande parte dos fatores antinutricionais, trata-se de proteínas termossensíveis³¹, o que pode implicar ausência no *O. latifolia*.

Devido a cor vermelha do arroz *O. latifolia* do Pantanal, houve interesse em investigar o (s) corante (s) natural (is) presente (s), devido a busca de corantes naturais de melhor estabilidade para substituição dos corantes sintéticos³². Mas na determinação de carotenóides e flavonóides este não foi identificado, sugerindo estudo posterior para caracterização e identificação do(s) componente(s) que confere(m) cor vermelha ao arroz e seu possível valor nutricional.

Estudos sobre cereais, dentre eles o arroz, indicam a lisina como aminoácido limitante verificado por Naves²⁷ e Sgarbieri⁶ o escore químico de 0,69, para o arroz integral. Já o conteúdo de aminoácidos sulfurados, particularmente metionina é relativamente elevado, com escore químico de 1,44. O arroz avaliado neste trabalho apresentou, uma diferença importante de todas as variedades de arroz com estudos referentes a composição em aminoácidos, pois além da lisina (escore químico de 0,70), tem também os aminoácidos sulfurados (metionina e cistina) como mais limitantes (escore químico 0,32).

Outra diferença expressiva é da concentração de fenilalanina, 163,00 mg/g de proteína. Expressiva pois conforme Naves (2007)³⁰ a mistura de fenilalanina e tirosina seria de 91mg/g de proteína no arroz integral *Oryza sativa*. Os fenilcetonúricos devem cuidar sua ingestão, mas conforme normas de rotulagem da ANVISA (2005) a indicação no rótulo só se faz necessária ao se tratar de alimento especial para dietas com restrição de proteína³³.

O arroz integral consumido no mercado apresenta quantidade menor de aminoácidos limitantes que o arroz integral estudado²⁸. Porém apresentou quantidade maior de alguns aminoácidos, como a histidina (19,80 mg/g de proteína), lisina (40,50 mg/g de proteína) e principalmente de fenilalanina (163,00 mg/g de proteína).

O cálculo para a proporção entre o arroz em estudo e o feijão, baseou-se na quantidade de aminoácidos conhecidos para cada componente, tentando suprir os aminoácidos limitantes, a partir dos dois mais limitantes (metionina+cistina e leucina). Chegou-se a proporção de 0,4:1,6, respectivamente, para o arroz e feijão, permanecendo ainda a metionina+cistina como limitante na mistura utilizada para a fabricação da ração utilizada em um dos grupos no ensaio biológico, não houve complementaridade suficiente para suprir todos os aminoácidos limitantes dos grãos de arroz e feijão.

Considerando-se que a avaliação do crescimento dos ratos deve ser feita utilizando-se dos mesmos parâmetros entre os grupos testes e controle, as condições ambientais, sexo, idade e peso devem ser os mesmos, assim como a ração utilizada para a alimentação dos animais, considerando o nutriente avaliado (proteína) e os fatores que influenciam no ganho de peso, ou seja, o valor calórico total³⁴. Por isso que durante o preparo das rações houve a preocupação de formular rações para cada um dos grupos que fosse isocalórica e isoprotéica.

Avaliando a composição centesimal das rações formuladas para o ensaio biológico, apesar das diferenças nas quantidades dos componentes entre as rações, os valores não apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), com exceção da umidade.

Pela observação da quantidade de Nitrogênio fecal pode-se observar que a mistura de arroz e feijão teve um resultado positivo, pois diminuiu de 1,00g no grupo tratado com a dieta a base de arroz, para 0,46g no grupo tratado com a dieta a base da mistura arroz + feijão. Conseqüentemente, a mistura teve melhor digestibilidade 81,33%, ao contrário do arroz que foi de 65,53%, confirmando a importância da mistura de alimentos para melhorar a qualidade nutricional.

Segundo dados publicados pela FAO/WHO (1991)⁵ o arroz inteiro tem em média 5,5% de proteína, 72,7% de valor biológico, 96,5% de digestibilidade e NPU 70,2%. Contudo o *O. latifolia*, apresentou 9,83% de proteínas, 96,15% de valor biológico, 65,53% de digestibilidade e 30,98% de NPU. Isso é importante de ser observado, pois conforme o valor biológico para o *O. latifolia* os aminoácidos absorvidos são mais retidos pelo organismo do que para o arroz branco (*O. sativa*).

Cintra *et al.*, em 2007⁸, avaliaram uma dieta de arroz e feijão na proporção de 2:1, obtendo 57,67% de digestibilidade e 1,60 de coeficiente de eficiência protéica, com consumo de 12,51g de ração/dia e ganho de peso de 2,25g/dia. Neste trabalho verificou-se

maior digestibilidade até mesmo para o arroz (65,53%), que tornou-se melhor na mistura do *O. latifolia* + feijão (0,4:1,6) onde 81,33% foi a digestibilidade e 1,15 de coeficiente de eficiência protéica. Porém o consumo de ração (4,68g de ração/dia) e o ganho de peso (0,47g/dia) foram menores.

CONCLUSÃO

Foi determinada a qualidade nutritiva do arroz nativo, *Oryza latifolia*, da região do Pantanal, primeiramente pela determinação da composição centesimal, que é semelhante as diferentes variedades de arroz. Poderá, então, ser utilizado como importante fonte complementar da dieta humana, principalmente pelo alto valor biológico e pela melhora na digestibilidade quando misturado com o feijão, conforme dieta normal a população.

REFERÊNCIAS

1. Madruga MS, Santos HB, Bion FM, Antunes NLM. Avaliação nutricional de uma dieta suplementada com multimistura: estudo em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2004; 24(1): 129-133.
2. Damasceno-Junior GA. **Projeto “Valorização da produção de alimentos de origem vegetal para o desenvolvimento de três comunidades do Pantanal e Cerrado”**, edital CNPq 19/2005, UFMS, Campo Grande, 2006.
3. Stringheta PC, Oliveira TT, Gomes RC, Amaral MPH, Carvalho AF, Vilela MAP. Políticas de saúde e alegações de propriedades funcionais e de saúde para alimentos no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, abr./jun 2007; 43(2): 181-194.
4. 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, jan.-mar 2004; 24(1): 6-10.
5. FAO/WHO. **Protein quality evaluation**. Rome, Italy: Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1991.
6. 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.
7. Almeida PNA. Principais tipos de arroz. **Arroz Brasileiro /Natural Consultoria S/S Ltda**, 2002.
8. Cintra RMGC, Magalhães CO, Garcia RR, Mello R, Padilha A, Kusai C, Caetano L. Avaliação Da Qualidade Da Proteína De Arroz E Feijão E De Dieta Da Região Sudeste Do Brasil . **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, jul./set. 2007; 18(3): 283-289.

9. Sgarbieri VC. **Proteínas em Alimentos Protéicos: propriedades – degradações - modificações**. São Paulo, Varela, 1996: 337-342.
10. Chemin SMS, Mura JDP. **Tratado de Alimentação, Nutrição & Dietoterapia**. São Paulo: Editora Roca Ltda; 2007.
11. Barbosa MC. Composição em aminoácidos e digestibilidade *in vivo* de proteínas de amêndoas do bacuri (*Scheelea phalerata* MART.), do estado de Mato Grosso do Sul [Dissertação de Mestrado]. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; 2006.
12. Mesquita FR, Corrêa AD, Patto CMA, Lima RAZ, Abreu AFB. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e digestibilidade protéica. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, jul./ago. 2007; 31(4): 1114-1121.
13. Özdemir M, Ačkurt 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.
14. Barata TS. Caracterização do consumo de arroz no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, XLIII, **Anais do XLIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural**, Ribeirão Preto, 2005.
15. Liu L, Lafitte R, Guan D. Wild *Oryza* species as potential sources of drought-adaptive traits. **Euphytica**. 2004; 138: 149-161.
16. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005; 1018.
17. AOAC- Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of AOAC**. 16.ed. Washington, 1995.
18. Van De Kamer JH & Van Ginkel L. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, July, 1952; 29(4): 239-251.
19. Ramos MIL, Umaki MCS, Hiane PA, Filho MMR. Efeito do cozimento convencional sobre os carotenóides pró-vitamínicos “A” da polpa do piqui (*Caryocar Brasiliense* Camb) **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, jan-jun. 2001; 19(1): 23-32.
20. Macedo MLR, Damico DCS. Effects of protein fractions from *Zea mays* L. on development and survival of mexican bean weevil *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). **Insect Sci. Applic**, 2000; 20: 135-139.
21. Henrikson RI, Meredith SC. Amino analysis by reversed phase high performance liquid chromatography: pre column derivatization with phenylisothiocyanate. **Analytical Biochemistry**. 1984; 136: 65-71.
22. Vasconcelos IM, Maia AAB, Siebra EA *et al.* Nutritional study of two Brazilian soybean (*Glycine Max*) cultivars differing in the contents of antinutritional and toxic proteins. **Journal Nutritional Biochemistry**, Elsevier, 2001; 12: 55-62.

23. AIN-93, Growth Purified Diet (also know as #5801-G) **Test Diet** – www.testdiet.com
Revisado em: 23.08.07. Disponível em: www.google.com.br. Acessado em: 20.04.08.
24. Pellet PL, Young VR. **Nutritional evaluation of protein foods**. Tokyo: The United Nations University, 1980: 62.
25. Friedman M. Nutritional value of proteins from different food sources. **Journal of Agriculture Food Chemistry**. 1996; 44: 6-29.
26. Bender AE, Doell BH. Biological evaluation of proteins: a new aspect. **Research Department**, Bovril Ltd, 148 Old Street, London, E.C. Iv. II, 1957; 140-148.
27. Naves MMV. Características Químicas e Nutricionais do Arroz. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, jan./jun. 2007; 25(1): 51-61.
28. Pimentel Gomes F. **Curso de estatística experimental**. 13ed. Piracicaba: Nobel, 1990; 468.
29. Castro EM, Vieira NRA, Rabelo RR, Silva SA. **Qualidade de grão em arroz**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 1999; 30.
30. Torres EAFS, Campos NC, Duarte, Garbelotti ML, Philippi ST, Rodrigues RSM. Composição Centesimal e Valor Calórico de Alimentos de Origem Animal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, may./ago., 2000; 20(2).
31. Silva MR, Silva MAAP. Fatores Antinutricionais: Inibidores de proteases e lectinas. **Revista de Nutrição**. Campinas, jan-abr, 2000; 13(1): 3-9.
32. Lima VLAG, Melo EA, Lima DES. Efeito da luz e da temperatura de congelamento sobre a estabilidade das antocianinas da pitanga roxa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, jan-mar, 2005; 25(1): 92-94.
33. ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Procedimentos para enquadramento dos alimentos para dietas com restrição de fenilalanina e alimentos com baixo teor de fenilalanina, Informe Técnico nº14, de 08 de abril de 2005. Disponível em: www.anvisa.gov.br. Acessado em: 09.03.09.
34. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GCJr. 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.

ANEXO B – Artigo da Dissertação de Mestrado com título “Composição em aminoácidos e qualidade nutricional *in vivo* de proteínas do arroz nativo, espécie *Oryza latifolia*, da região do Pantanal no Estado de Mato Grosso do Sul”.