

DANIEL BORGES MANTA

**QUALIDADE NUTRICIONAL DO ARROZ NATIVO (*ORYZA
LATIFOLIA*) DA REGIÃO PANTANAL DO ESTADO DE MATO
GROSSO DO SUL, PARBOILIZADO**

CAMPO GRANDE
2012

DANIEL BORGES MANTA

**QUALIDADE NUTRICIONAL DO ARROZ NATIVO (*ORYZA
LATIFOLIA*) DA REGIÃO PANTANAL DO ESTADO DE MATO
GROSSO DO SUL, PARBOILIZADO**

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: Prof. Dr. José Antonio
Braga Neto

CAMPO GRANDE
2012

FOLHA DE APROVAÇÃO

DANIEL BORGES MANTA

QUALIDADE NUTRICIONAL DO ARROZ NATIVO (*ORYZA LATIFOLIA*) DA REGIÃO PANTANAL DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL, PARBOILIZADO

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.

Resultado_____

Campo Grande (MS),_____

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). José Antonio Braga Neto_____

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof(a). Dr(a). Geraldo Alves Damasceno Júnior_____

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof(a). Dr(a). Luciana Myagusku_____

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

*Este trabalho é dedicado com muito carinho a Minha Mãe Angela Manta,
que esteve sempre presente nos momentos mais importantes da minha vida.*

AGRADECIMENTOS

A minha esposa, **Cristiane Takata**, que sempre esteve ao meu lado durante todo o percurso deste trabalho, com sua paciência, carinho e motivação, sempre acreditando no meu sucesso.

Ao meu Orientador Prof. Dr. José Antonio Braga Neto, pela confiança em mim dispensada, sua orientação, dedicação e principalmente paciência durante todo o decorrer do curso. Agradeço suas opiniões, sugestões, sempre de grande valia.

Ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento da Região do Centro-Oeste pela disponibilidade de recursos para execução deste trabalho.

Ao Prof. Dr. 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” pela possibilidade de ir a Serra do Amolar, no Pantanal Sul-Matogrossense contribuindo efetivamente para a execução deste trabalho com a coleta do arroz.

A todos os técnicos de laboratório do Departamento de Tecnologia de Alimentos/UFMS que contribuíram com sua boa vontade e presteza no suporte técnico, sem contar na amizade sempre.

Ao senhor Jose Augusto Ferraz de Lima, Chefe do Parque Nacional do Pantanal Matogrossense, por, gentilmente, ceder o alojamento da ECOA durante o processo de coleta do arroz

Ao grande mestre, que tive grande honra de conhecer e ter como referência paterna, o Sr. Lincoln da Silva Costa, responsável pela minha educação acadêmica e, principalmente, pelos ensinamentos sobre respeito e moral.

***A história tem demonstrado que os mais notáveis vencedores
normalmente encontraram obstáculos dolorosos antes de triunfarem.***

Venceram, porque se negaram a serem desencorajados

(Bertie Charles FORBES)

RESUMO

MANTA, D.B. Qualidade nutricional do arroz nativo (*Oryza latifolia*) da Região Pantanal do Estado de Mato Grosso do Sul, parboilizado. Campo Grande; 2012. [Dissertação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

O arroz é um alimento essencialmente energético, pela riqueza em carboidratos, mas pode ser também uma importante fonte de proteínas, sais minerais e vitaminas do complexo B. Existe na região do Pantanal sul-matogrossense uma espécie de arroz pouco estudada, cujo amadurecimento ocorre entre maio e junho e tem coloração avermelhada e tamanho pequeno. Habita campos inundáveis e necessita de calor e umidade para seu desenvolvimento. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade protéica deste arroz na forma parboilizada. Foi utilizado como delineamento experimental para parboilização um fatorial 2^2 com um ponto central. As análises de composição centesimal foram realizadas de acordo com métodos do Instituto Adolfo Lutz e Association of Official Analytical Chemists. Obteve-se o ponto ótimo de parboilização de 4h de maceração e 15min de autoclavagem considerando a relação de grãos inteiros e teor protéico do grão. Posteriormente, foi realizado o ensaio biológico com 24 ratos machos, da raça Wistar durante 28 dias, divididos em três grupos (Grupo Aprotéico, Grupo Padrão e Grupo Teste) para a determinação do valor biológico das proteínas *in vivo* do arroz parboilizado da espécie *Oryza latifolia* obtendo-se ainda os índices referente a digestibilidade da proteína e o coeficiente de eficácia alimentar. Com o fim do ensaio biológico, obteve-se para o grupo Padrão e Teste, os seguintes resultados: balanço nitrogenado de 4,21% e 7,76%, digestibilidade verdadeira de 92,4% e 97,3%, valor biológico de 96% e 99,87% coeficiente eficiência proteica de 1,5 e 1,18, e coeficiente líquida da proteína de 0,59 e 0,64, respectivamente. Diante destes resultados, pode-se concluir que o processo de parboilização mostrou-se eficiente para o crescimento e ganho de peso satisfatórios dos animais.

Palavras-chave: *Oryza latifolia*, parboilização, arroz selvagem, proteína

ABSTRACT

MANTA, D.B. Nutritional quality of native rice (*Oryza latifolia*) Region of Pantanal of Mato Grosso do Sul, parboiled Campo Grande; 2012. [Thesis – Federal College of Mato Grosso do Sul].

Rice is a food essentially energetic, rich in carbohydrates, but it can also be an important source of protein, minerals and B vitamins. There in the Pantanal Mato Grosso do Sul a kind of rice little studied, whose maturation occurs between May and June and has reddish color and small size. It inhabits floodplains and requires heat and humidity for its development. The aim of this study was to evaluate the protein quality of this rice as parboiled. Was used as the experimental design for parboiling a factorial 2^2 with a center point. The proximate composition analyzes were performed according to methods Adolfo Lutz Institute and the Association of Official Analytical Chemists. Obtained the optimum parboiled 4h 15min soaking and autoclaving considering the relation of whole grains and protein content of the grain. Subsequently, the assay was conducted with 24 male rats, Wistar rats for 28 days, divided into three groups (Non-protein Group, Standard Group and Test Group) for determining the biological value of proteins in vivo parboiled rice species *Oryza latifolia* getting It is further digestibility indices referring to the protein and feed efficiency ratio. With the end of the bioassay, was obtained for the Standard group and Test, the following results: nitrogen balance of 4.21% and 7.76%, true digestibility of 92.4% and 97.3%, biological value of 96% and 99.87% protein efficiency ratio of 1.5 and 1.18, and net protein ratio of 0.59 and 0.64, respectively. Given these results, we can conclude that the parboiling process was efficient for growth and weight gain satisfactory animal.

Key-words: *Oryza latifolia*, parboiling, wild rice, protein

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Planejamento fatorial 2^2 com ponto central nas formas codificadas e não codificadas para avaliar influência dos diferentes tempos de maceração e autoclavagem, no processo de parboilização.....	15
Tabela 2: Composição química do arroz <i>Oryza latifolia</i> integral.....	23
Tabela 3: Rendimento do arroz <i>Oryza latifolia</i> após processo de parboilização.....	23
Tabela 4: Composição centesimal arroz <i>Oryza latifolia</i> após processo de parboilização nos tempos e temperaturas pré-determinados, considerando base seca.....	24
Tabela 5: Composição química das rações utilizadas para o experimento <i>in vivo</i>	27
Tabela 6: Composição química e valor calórico das rações preparadas para experimento <i>in vivo</i>	27
Tabela 7: Resultados obtidos após o término do experimento <i>in vivo</i>	28
Tabela 8: Balanço Nitrogenado (BN), Digestibilidade Verdadeira (DV); Coeficiente de Eficiência Proteica (PER); Coeficiente Líquida da Proteína (NPR).	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Grão de arroz e sua divisões.....	4
Figura 02: Arroz <i>Oryza latifolia</i> em seu habitat natural.....	6
Figura 03: a) <i>Oryza latifolia</i> com casca; b) <i>Oryza latifolia</i> descascado.....	6
Figura 04: Fluxograma demonstrativo do processo de coleta até obtenção do arroz <i>Oryza latifolia</i> parboilizado.....	16
Figura 05: Gaiolas metabólicas utilizadas durante experimento.....	17
Figura 06: Fluxograma do experimento partindo da elaboração das rações a serem utilizadas pelos grupos até seu término para análise proteica.....	18
Figura 07: Superfície de resposta para o rendimento por grãos inteiros de arroz (<i>Oryza latifolia</i>) no processo de parboilização.....	25
Figura 08: Superfície de resposta para o teor de proteína nos grãos inteiros de arroz (<i>Oryza latifolia</i>) no processo de parboilização.....	25
Figura 09: Superfície de resposta para a otimização combinada entre as variáveis Rendimento e teor de proteína.....	26
Figura 10: (A) <i>Oryza latifolia</i> parboilizado; (B) <i>Oryza latifolia</i> integral.....	30

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Alimentação.....	3
2.2 Arroz.....	4
2.2.1 Aspectos gerais.....	4
2.2.1.1 <i>Oryza latifolia</i>	5
2.2.2 Arroz parboilizado.....	7
2.2.3 Classificação do arroz.....	8
2.2.4 Proteína.....	9
2.2.4.1 Aspectos gerais.....	9
2.2.4.2 Proteína do arroz.....	10
2.3.4.3. Qualidade nutricional.....	10
3. OBJETIVO.....	13
3.1 Objetivos geral.....	13
3.2 Objetivos específicos.....	13
4. MATERIAL E METODOS.....	14
4.1 Coleta do material.....	14
4.2 Delineamento experimental.....	14
4.3 Parboilização.....	15
4.4 Análise da composição centesimal.....	16
4.5 Ensaio biológico.....	17
4.6 Qualidade protéica.....	19
4.6.1 Balanço nitrogenado.....	19
4.6.2 Digestibilidade verdadeira.....	19
4.6.3 Valor biológico.....	20
4.6.4 Coeficiente de eficácia protéica (PER).....	21
4.6.5 Coeficiente de eficácia líquida da proteína (NPR).....	21
4.6.6 Coeficiente de eficácia alimentar (CEA).....	21

4.7 Rações.....	22
4.8 Análise estatística.....	22
5. RESULTADOS.....	23
5.1 Arroz <i>Oryza latifolia</i> integral.....	23
5.2 Parboilização.....	23
5.3 Otimização da melhor condição para parboilização.....	24
5.4 Composição centesimal e formulação das rações.....	27
5.5 Dados obtidos.....	28
5.6 Dados calculados.....	28
6.DISSCUSSÃO.....	30
7. CONCLUSÕES.....	33
8.REFERENCIAS	34
ANEXO.....	41

1. INTRODUÇÃO

A alimentação humana é constituída basicamente de carboidratos, proteínas, lipídios, minerais, vitaminas. Através de uma dieta adequada em quantidade e qualidade o organismo adquire a energia e os nutrientes necessários para o bom desempenho de suas funções e para a manutenção de um bom estado de saúde. De longa data, conhecem-se os prejuízos decorrentes quer do consumo alimentar insuficiente quer do consumo alimentar excessivo que podem levar a deficiência nutricional e a obesidade, respectivamente (Amato, 2009).

Experimentos e estudos observacionais têm evidenciado estreita relação entre características qualitativas da dieta e ocorrência de enfermidades crônico-degenerativas, como as doenças cardiovasculares, o diabetes mellitus tipo II e a obesidade (Mondini, L.; Monteiro C.A.; 1994).

O arroz (*Oriza sativa* L.) é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como principal alimento para mais da metade da população mundial. 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 e vitaminas do complexo B (Walter, M.; Marchezanii, E.; Avilaii, L.A 2008). Segundo a FAO/WHO (1991), em relação ao consumo mundial, o arroz fornece 20% da energia e 15% e proteínas necessárias ao homem e se destaca pela sua fácil digestão.

Devido a diferentes constituintes o arroz apresenta efeito positivo na prevenção de diversas doenças crônicas tais como doenças do sistema digestivo e do coração; reduz o risco de câncer de cólon; regula a microbiota intestinal, é anti-diarréico; tem médio valor calórico e lenta absorção; é hipoalergênico; não contém glúten, portanto, recomendado para celíacos, indicado na convalescença de doenças (Amato, 2009).

O teor de proteína do arroz (*Oriza sativa* L.) segundo Coffman e Juliano (1987), pode variar de 4,3 a 18,2%, devido a grande diversidade de tipos de arroz, o que vai ao encontro dos resultados de Zhai *et al* (2001) e Kennedy e Burlingame (2003). Os fatores que podem influenciar no teor deste nutriente são nitrogênio do

solo, radiação solar, grau de maturação da planta, aplicação de fertilizantes, temperatura, períodos de curta maturação e beneficiamento (Islam *et al.*, 1996; Kennedy *et al.* 2002; Adu- Kwarteng *et al.*, 2003).

Um dos maiores problemas nutricionais de países em desenvolvimento, em especial aqueles que têm o arroz (*Oriza sativa* L.) como principal produto na alimentação é a desnutrição calórica-protéica (Juliano e FAO, 1993; Kennedy, G.; Burlingame, B.; Nguyen, V.N., 2002).

Existe na região do Pantanal sul-mato-grossense uma espécie de arroz pouco estudada, *Oryza latifolia* é uma gramínea aquática tolerante à inundação e tem vasta ocorrência nos campos inundáveis do Pantanal, principalmente na sub-região do Paraguai (Bertazzoni. E.; Damasceno-Junior, G.; 2011).

O objetivo do presente trabalho foi obter e avaliar a qualidade protéica do arroz da espécie *Oryza latifolia*, parboilizado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Alimentação

Experimentos e estudos observacionais têm evidenciado estreita relação entre características qualitativas da dieta e ocorrência de enfermidades crônico-degenerativas (Mondini e Monteiro, 1994).

Os dados da Política Orçamento Familiar 2003 (Ministério da Saúde/Brasil) que analisam a disponibilidade domiciliar de alimentos adquiridos pelas famílias brasileiras confirmam que as mudanças de padrão alimentar no país têm sido, de modo geral, favoráveis do ponto de vista dos problemas associados à subnutrição e desfavoráveis no que se refere às doenças carenciais como anemia e hipovitaminose A e a obesidade. Associadas ao sedentarismo, essas tendências podem explicar as taxas de prevalência de excesso de peso e da obesidade entre adultos (Pinheiro e Gentil, 2005).

Através de uma dieta adequada em quantidade e qualidade o organismo adquire a energia e os nutrientes necessários para o bom desempenho de suas funções e para a manutenção de um bom estado de saúde (*WHO*, 1990).

Uma dieta com o uso de cereais, como o arroz, pode exercer vários efeitos benéficos ao organismo humano. A água de arroz contém mucilagem, um tipo de muco que regula a microbiota intestinal e controla a maioria das diarreias. Esta mucilagem tem efeito terapêutico em doenças da pele, sendo o banho em água de arroz usado para debelar crises de psoríase (doença inflamatória na [pele](#) multigênica [autoimune](#)). É uma doença crônica, caracterizada por manchas vermelhas da pele, mostrando uma grande variedade na severidade e na distribuição das lesões cutâneas) (IRGA, 2011).

Na alimentação, o arroz complementado com feijão, carne ou ovo, supre com excelência a necessidade de aminoácidos essenciais para o equilíbrio do organismo (Amato, 2009).

2.2 Arroz

2.2.1. Aspectos gerais

Pertencente ao gênero *Oryza*, família *Poaceae*, o arroz apresenta duas espécies cultivadas e 21 espécies selvagens (Khush, 1997).

Conforme a Figura 1 pode-se identificar todas as partes do grão do arroz, onde são encontradas as suas vitaminas e a parte de maior interesse para a alimentação, o endosperma.

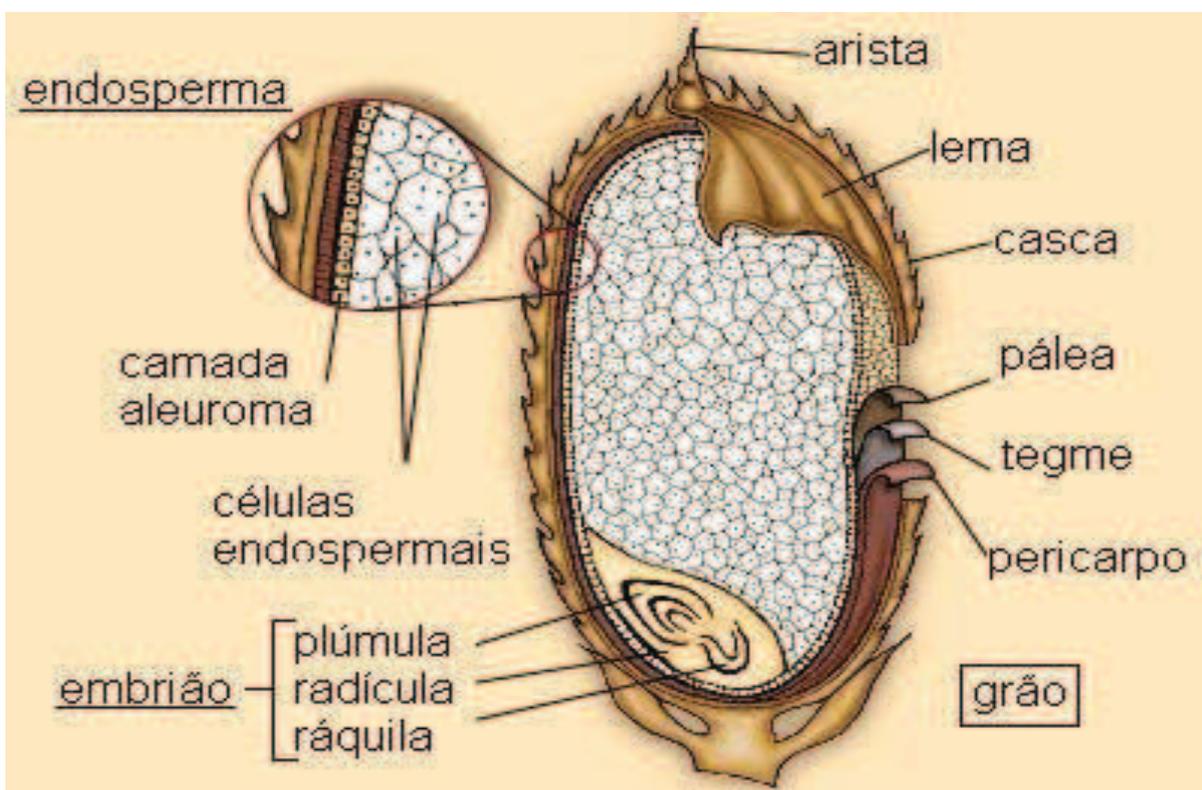


Figura 1: Grão de arroz e suas divisões
Fonte: enciclopédia britânica (adaptado) 2012

As vitaminas e sais minerais concentram-se na película e no germe do arroz e as proteínas em maior quantidade no germe e nas camadas de aleurona e em menor proporção na parte interna do endosperma, suas principais proteínas são a glutelina e pequenas quantidades de globulinas e prolaminas.

O conteúdo de aminoácidos sulfurados, em especial a metionina, é relativamente alto no arroz polido, já a lisina é limitante, por se encontrar em

quantidade menor que a recomendada para as moléculas protéicas (Sgarbieri, 1987).

O arroz integral é rico em silício, útil na formação dos ossos, na prevenção da osteoporose e em terapia da fragilidade dos ossos. Outro efeito positivo, já encontrado é a presença de compostos fenólicos onde pesquisas demonstraram a ação antioxidante, auxiliando na prevenção de danos celulares e de doenças crônicas, incluído as cardiovasculares (Nascimento, 2007).

No Brasil são encontradas quatro espécies selvagens, que também são distribuídas pela América Central e outros países da América do Sul. São elas: *Oryza glumaepatula*, *Oryza alta*, *Oryza grandiglumis* e *Oryza latifolia*. Essas espécies detêm suas características selvagens em áreas altamente isoladas ainda livres da pressão humana, como na floresta tropical Amazônica e áreas alagadas do Pantanal (Moran e Hooper, 1987).

2.2.1.1 *Oryza latifolia*

Essa espécie é perene, estival, sem rizomas, chegando até a 6,5 m de comprimento (em época de cheia), com panícula típica laxa, presença de lígula membranosa, aurículas pilosas vistosas, lema com arista apical, fruto do tipo cariopse. Seu crescimento varia de acordo com a sazonalidade do Pantanal. A parte do indivíduo que emerge em *Oryza latifolia*, no período da cheia, varia de 20 a 150 cm de altura e, somando-a ao nível da água, alguns indivíduos chegam a 6,0 m de altura (Bertazzoni. E.; Damasceno-Junior, G.; 2011).



Figura 2: Arroz *Oryza latifolia* em seu habitat natural, as margens do Rio São Lourenço, Parque Nacional do Pantanal, Município de Poconé- MT.

A Figura 03 apresenta o grão de arroz *Oryza latifolia* integral com casca e o grão integral descascado após o processo de beneficiamento.

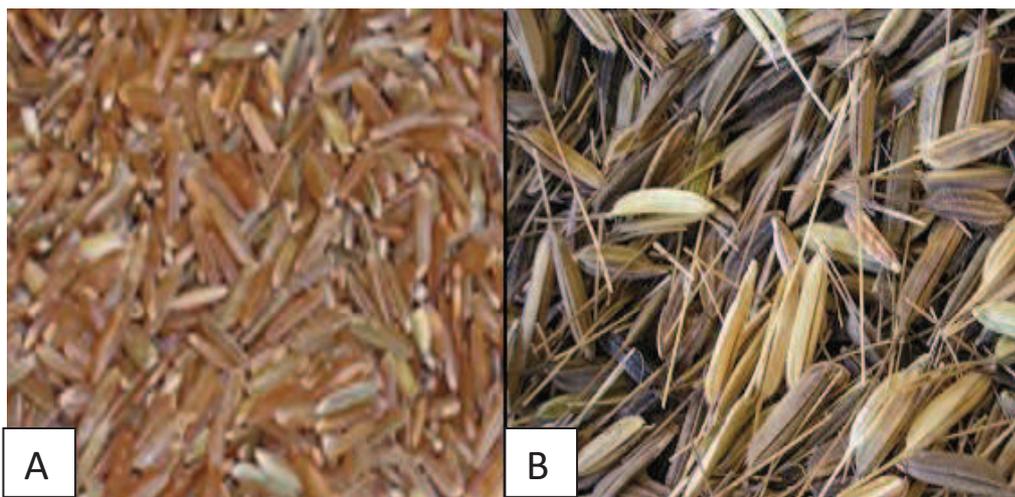


Figura 3: a) *Oryza latifolia* descascado; b) *Oryza latifolia* com casca.

A quantidade de grãos diminui durante a seca, estando pouco florido ou frutificado e permanecendo em pé, na cheia, e deitado na seca, rebrotando com as primeiras chuvas. É uma forrageira de alto valor nutricional, com 15% de proteína, considerando a planta como um todo, sendo consumida por capivara, cervo e peixes (pacu, piraputanga, piau). Embora não seja aproveitado pelos ribeirinhos (Almeida, 2002).

O arroz *Oryza latifolia* está sendo aproveitado como germoplasma em melhoramento do arroz cultivado. Este arroz está presente em águas protegidas por vegetação, principalmente de *Hymenachne amplexicaulis* capim-de-capivara, de lagoas de aproximadamente 1,5 m ou menos de profundidade na cheia (Jesus, F. e Saskia, F.L.; 2003).

Segundo Barbosa (2009) esta espécie de arroz apresenta cinco aminoácidos limitantes, incluindo a lisina. A composição centesimal do arroz vermelho comparada ao arroz branco obteve valores muito próximos, como 9,83% para proteína, 13,15% para fibras, 2,05% para lipídios e de 64,51% para carboidratos.

2.2.2 Arroz parboilizado

A parboilização é um pré-cozimento do arroz que visa aumentar o rendimento no beneficiamento, reduzir a adesividade do arroz, esterilizar o grão e estender a vida útil (Eggum, 1995).

Este é um processo hidrotérmico de beneficiamento industrial do arroz, que inclui a gelatinização e a retrogradação do amido (Amato e Elias, 2005). É um dos processos de maior drasticidade para os grãos, o processo hidrotérmico altera a forma do amido de cristalina para amorfa, tornando possível a obtenção de grãos mais firmes, translúcidos, duráveis e resistentes a quebras do que o branco polido (Sujatha, S.J.; Ahmad, R.; Bhat, P.R, 2004).

O arroz (*Oryza sativa*) parboilizado é naturalmente mais nutritivo, comparado ao cru, sem nenhuma adição de composto químico. Seu sabor característico e seu tom amarelado, decorrentes da mudança da estrutura do amido e da fixação de nutrientes, são um indicativo que o arroz parboilizado tem preservadas suas propriedades nutritivas naturais (Sindarroz, 2008).

Algumas das mudanças que ocorrem durante este processo elevam o valor nutricional do grão quando comparado ao arroz branco, principalmente em termos de conteúdo mineral, amido digestível, amido resistente e fibra dietética (Casiraghi *et al.*, 1993; Dexter, 1998; Henry e Massey, 2001. Singh *et al* 1999) também relatam que o arroz parboilizado contém maior quantidade de proteínas e cinzas e menos gordura que o arroz branco.

2.2.3 Classificação do arroz

O arroz comercializado pode ser classificado da seguinte forma:

(1) Arroz integral: menos consumido pela população nacional, devido ao seu alto custo, tempo de vida reduzido nas gôndolas e apresentar um sabor diferenciado, porém, é o mais rico em nutrientes. Devido à presença de lipases muito ativas que provocam a rancidez não resistem tanto ao armazenamento quanto o arroz branco. É constituído apenas pela retirada de sua casca (Storck, 2004);

(2) Arroz polido: obtido pelo polimento do grão integral. É o de maior consumo 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;

(3) Arroz parboilizado: é aquele que submetido ao processo de aquecimento quando ainda possui sua casca, provocando uma gelatinização total ou parcial do amido. Melhorando sua qualidade nutricional em relação ao grão apenas polido.

Durante o processo, grande parte das vitaminas e minerais do grão migra da camada mais externa para o interior, havendo uma diminuição das perdas nutritivas decorrentes do polimento do grão (Almeida, 2002);

(4) Quirela ou quirera: é um subproduto originado no processo de polimento do arroz, composto por grãos quebrados, podendo ser utilizado na alimentação animal (Butolo, 2002);

(5) Farelo de arroz: extraído durante o processo de polimento do arroz, deixando-o sua superfície lisa, utilizado para alimentação animal e para se extrair óleo, utilizado na culinária (Butolo, 2002).

2.2.4 Proteína

2.2.4.1 Aspectos gerais

As proteínas foram as primeiras substâncias a serem reconhecidas como parte vital dos tecidos. Estão envolvidas nos processos metabólicos e na construção e manutenção dos tecidos orgânicos. Também atuam na formação de enzimas, hormônios e vários líquidos e secreções corpóreas (Mahan, 1998).

Proteínas são compostos constituídos por um ou mais polipeptídeos tipicamente dobrados numa forma globular ou fibrosa, facilitando uma função biológica. São compostos de alto peso molecular, compostos orgânicos de estrutura complementar e massa molecular elevada (de 10^5 a 10^{11} ou mais unidades de massa atômica), sintetizadas pelos organismos através da condensação de um grande número de moléculas de alfa-aminoácidos, por meio de ligações denominadas ligações peptídicas. São consideradas as macromoléculas mais importantes das células constituindo quase 50% de suas massas (Nelson, D. L.; Michael, M. C.).

As proteínas comumente encontradas como constituintes de mamíferos são compostas por cerca de 20 aminoácidos diferentes, 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 que são: fenilalanina, histidina (para crianças e bebês), isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano e valina (Chemim e Mura, 2007).

2.2.4.2 Proteína do arroz

As frações de proteína no arroz (*Oryza sativa*) são albumina (5%), globulina (10%) e glutelina (80%). As duas primeiras são as de maior valor biológico, e nelas se encontram a maioria dos aminoácidos essenciais (Coffman e Juliano, 1987). O perfil de aminoácidos do arroz é alto em glutamina e ácido aspártico e baixo em lisina (Grist, 1986; Juliano e FAO, 1993).

A fração protéica do arroz apresenta, entre os cereais, a melhor composição de aminoácidos para o metabolismo humano. Quando metabolizado, gera menos resíduos nitrogenados, favorecendo a função renal de filtração desses catabólitos (Amato, 2009).

2.2.4.3 Qualidade nutricional

Para determinar a qualidade nutricional de proteínas e aminoácidos destacam-se a determinação do balanço de nitrogênio, digestibilidade, valor biológico e índice de utilização líquida da proteína (Sgarbieri, 1987).

Segundo Waitzberg (2000), Balanço nitrogenado (BN) corresponde à diferença entre a quantidade de nitrogênio ingerido e o valor excretado pela urina e fezes. Este valor pode ser positivo, negativo ou igual à zero representando o equilíbrio, sendo este um valor referencial para evolução nutricional.

A Digestibilidade Verdadeira (DV) 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 (Sgarbieri, 1987).

Para a definição do Valor Biológico (VB) de uma proteína, o perfil dos aminoácidos essenciais pode ser avaliado em relação a um perfil da proteína de caseína. A capacidade de uma proteína de ser utilizada pelo organismo depende de fatores que afetam a digestibilidade, como conformação química, inibidores de enzimas digestivas ou complexação e mudanças conformacionais em decorrência do processamento de alimentos proteicos. Métodos biológicos são significantes para prever o potencial nutricional proteico, os quais avaliam crescimento, retenção, além da própria digestibilidade *in vivo* (Cintra *et al*, 2007).

É a relação entre a quantidade de nitrogênio retido e a quantidade de nitrogênio absorvido, multiplicada por cem levando em consideração o nitrogênio de origem endógena, tanto nas fezes quanto na urina. Quanto maior o nitrogênio retido, melhor será a qualidade da proteína experimental (Oliveira, J.E.D.; Marchini, J.S, 1998).

O Cociente de Eficiência Protéica (PER) é a relação da quantidade de ganho de peso pela quantidade de proteína ingerida em gramas. Utilizando como parâmetro isolado, é possível avaliar se a proteína teste é ou não satisfatória para promover crescimento (Madruga, M. S.; *et al*, 2004).

O Cociente de Eficiência Líquida da Proteína (NPR) consiste em somar o ganho de peso do grupo que receber a dieta protéica, a perda de peso de um grupo equivalente que recebeu dieta aprotéica. Leva em consideração a proteína necessária à manutenção metabólica dos animais, acrescentando ao experimento um grupo com dieta com muito baixo teor de proteína, pressupondo que a quantidade de proteína necessária para prevenir a perda de peso desse grupo seja equivalente à proteína necessária à manutenção metabólica (Madruga, M. S.; *et al*, 2004).

O Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA) determina quanto 1,0 (um) grama de ração ingerida promove em aumento de peso corporal. É determinado pela relação entre a variação de peso dos animais e a ração consumida entre o dia 0 (zero) e o 28º dia e o consumo cumulativo de ração até o 28º dia, podendo ser realizado, também, em período de 21 dias (Verruma-Bernardl *et al*, 2009).

3. OBJETIVO

3.1 Objetivo geral

Determinar a qualidade nutricional do arroz, da espécie *Oryza latifolia*, parboilizado.

3.2 Objetivos específicos

- Definir as os tempos ideais de temperatura de maceração e autoclavagem para parboilização do arroz nativo (*Oryza latifolia*);
- Determinar a composição centesimal do arroz nativo integral e parboilizado;
- Determinar o valor biológico das proteínas *in vivo* do arroz parboilizado da espécie *Oryza latifolia*;
- Determinar a digestibilidade das proteínas do arroz nativo parboilizado;
- Comparar os parâmetros de perda ou ganho nas características físico-químicas após processo de parboilização.

4. MATERIAL E METODOS

A pesquisa teve início a partir da coleta do arroz (*Oryza latifolia*) na Serra do Amolar, regiões alagadas pantaneiras do Estado de Mato Grosso do Sul e nas proximidades da cidade de Corumbá (MS) em período específico entre final de abril e início de junho, pois, é a época ideal para colheita desta espécie de arroz, porque os rios estão cheios.

4.1 Coleta do material

Após o material ser coletado e seco para evitar possível ação fungos. A amostra foi embalada e transportada para o laboratório de Tecnologia de Alimentos – UFMS e conseqüente estocagem em ambiente seco protegido da luz em temperatura ambiente até início dos experimentos.

4.2 Delineamento experimental

Para estudar a influência dos diferentes tempos de maceração e autoclavagem na composição físico-química do grão de arroz, durante o processo de parboilização, foi realizado um planejamento fatorial 2^2 com ponto central (Tabela 1), no qual os parâmetros para estudo foram estabelecidos com base nos utilizados por Dors, *et al* (2009).

Da combinação das condições de tratamento definidas no planejamento resultará em sete experimentos, conforme descrito na Tabela 1.

Para a otimização dos resultados foi realizado o método de Derringer e Suich (1980).

Tabela 01. Planejamento fatorial 2^2 com ponto central nas formas codificadas e não codificadas para os tempos de maceração e autoclavagem, no processo de parboilização.

Experimentos	Tempo de maceração		Tempo de autoclavagem	
	horas	Codificado	minutos	Codificado
1	4	-1	15	-1
2	6	+1	15	-1
3	4	-1	30	+1
4	6	+1	30	+1
5	5	0	22,5	0
6	5	0	22,5	0
7	5	0	22,5	0

4.3 Parboilização

Para a maceração, foi utilizado 200g de arroz com casca na proporção 1:2 M/V de água, em banho-maria a 60 °C para três ensaios com tempos de 4, 5 e 6 horas cada. Após esta etapa o arroz com casca encharcado foi peneirado para retirada da água e submetido à autoclavagem à pressão manométrica de 1×10^5 Pa (121°C) em três ensaios considerando os tempos de 15, 22,5 e 30 minutos para cada um.

Para o processo de parboilização, foi determinado o melhor tempo de maceração e autoclavagem. Em seguida, a umidade foi reduzida para 13% em estufa ventilada a 60°C, descascado em máquina beneficiadora de arroz marca NUX, modelo Bessete Maxi. Após o descascamento, o arroz foi triturado para verificação da composição centesimal, conforme fluxograma apresentado na Figura 04.

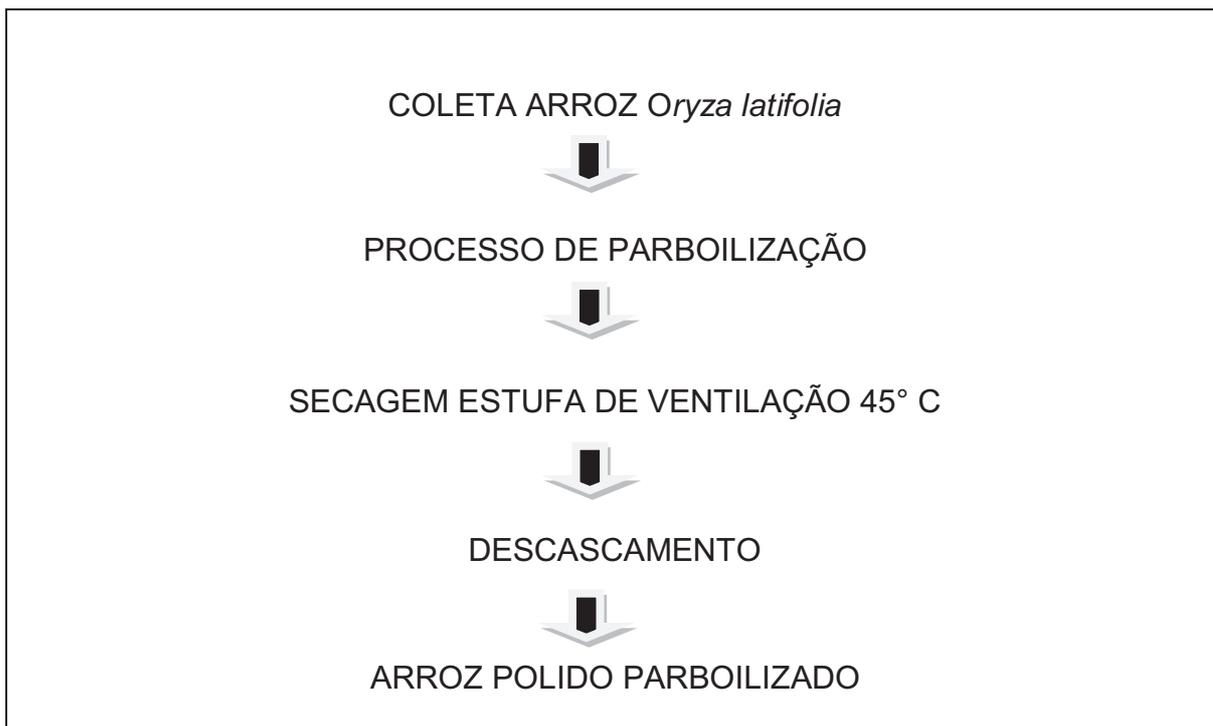


Figura 04: Fluxograma demonstrativo do processo de coleta até obtenção do arroz *Oryza latifolia* parboilizado

Posteriormente, as amostras foram submetidas ao processo de secagem em bandejas de alumínio utilizadas em estufa com escoamento paralelo de ar a 60 °C durante 3 horas até umidade de 13% (base úmida), determinada conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz (2008).

4.4 Análise da composição centesimal

Por meio da composição centesimal obteve-se o valor nutritivo prévio do alimento em estudo para que se possa produzir as rações para o ensaio biológico. Os constituintes analisados foram: proteínas segundo método de micro Kjeldhal (AOAC N°991.20); cinzas (AOAC N°923.23), carboidratos (AOAC N°958.06) e lipídios (AOAC N°920.39) segundo metodologia descrita na Association of Official

Analytical Chemists (1995) e teor de umidade descrito pelo Instituto Adolf Lutz (2008).

4.5 Ensaio biológico

Com a aprovação do comitê de ética, conforme protocolo n° 295 de 14 de abril de 2011, em anexo, fez-se o ensaio biológico seguindo metodologia padronizada. O ensaio consistiu em utilizar 24 ratos machos da linhagem *Wistar rattus norvegicus*, albinos, com 21 dias, recém-desmamados, fornecidos pelo Biotério Central da UFMS.

O procedimento consistiu em alojá-los em gaiolas metabólicas individuais, conforme Figura 05, contendo meios para que pudesse ser coletado tanto as fezes quanto a urina, sendo fornecido ração de forma quantitativa e água *ad libitum*, durante 28 dias.



Figura 05: Gaiolas metabólicas utilizadas durante experimento *in vivo*

O ambiente detinha temperatura e luminosidade controlada, mantendo-se a 25° e fotoperíodos de 12 horas claro/escuro.

Os animais foram pesados inicialmente e alojados em suas respectivas gaiolas numeradas de 01 a 24, um sorteio foi realizado de forma randômica gerando os três grupos para o estudo (Grupo Aprotéico, Grupo Padrão e Grupo Teste).

A fim de minimizar o estresse devido à manipulação dos animais, as pesagens dos animais foram feitas em dias predeterminados e alternado entre os grupos, sendo feito apenas complementação da ração e para os demais animais e troca dos reservatórios de água para os demais grupos. De acordo com o fluxograma apresentado na Figura 06.

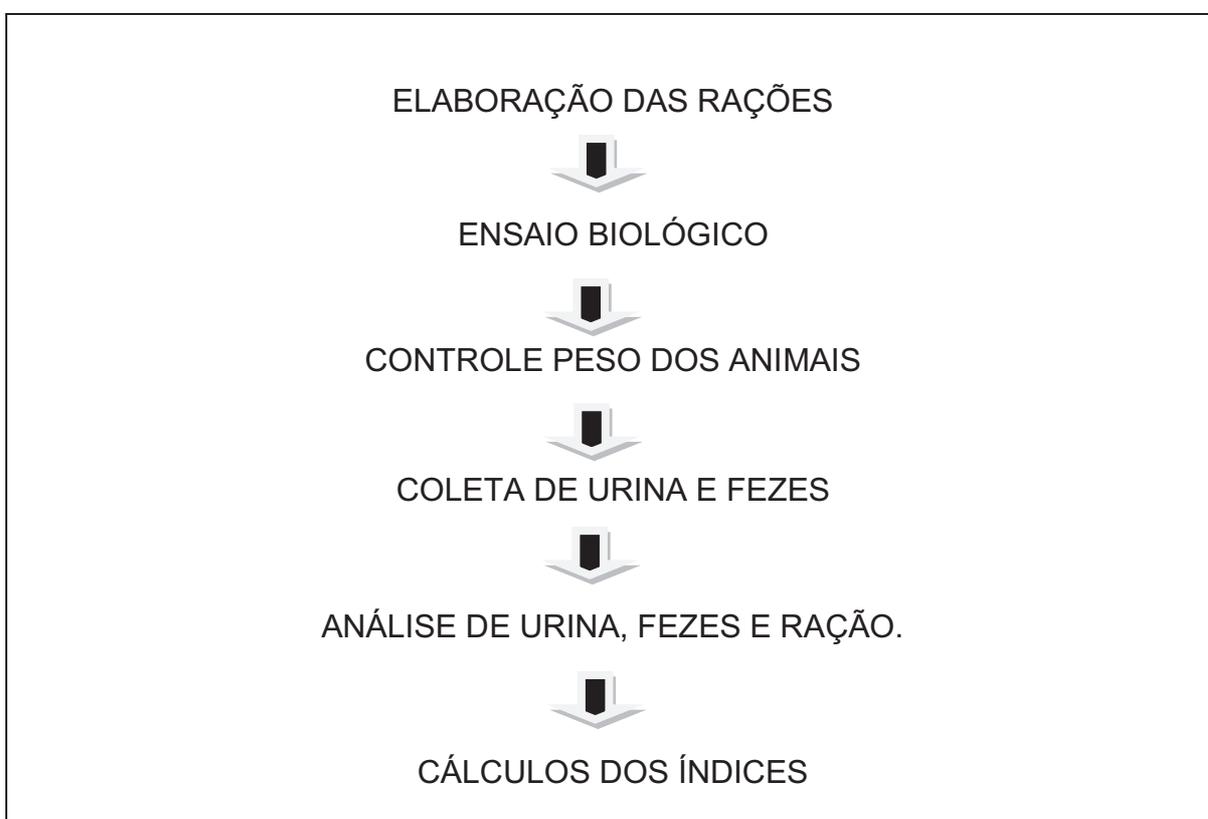


FIGURA 06: Fluxograma do experimento partindo da elaboração das rações a serem utilizadas pelos grupos até seu término para análise proteica.

Após 28 dias do ensaio metabólico, realizando a coleta das amostras de urina e fezes de cada grupo, foi possível determinar o consumo de ração por cada grupo, sua perda e ganho de peso, a qualidade nutricional da proteína, e também, observar a diferença de tamanho entre os grupos estudados.

A presença do grupo padrão é importante porque este foi o referencial para a comparação com o grupo testado, pois, possui as características de proteínas já

estabelecidas. Desta forma, foi possível comparar com a proteína em estudo, as suas características de digestibilidade, coeficiente eficiência proteica (PER), coeficiente líquida de proteína (NPR) e o balanço nitrogenado.

4.6 Qualidade protéica

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).

4.6.1 Balanço Nitrogenado (BN)

A partir do balanço de nitrogênio (BN) determina-se o destino da proteína no organismo (Chemin, S.M.S.; Mura, J.D.P.; 2007) através da equação abaixo:

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

4.6.2 Digestibilidade Verdadeira (DV)

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 Aprotéico (Sgarbieri, 1987). Seguindo a equação:

$$DV = \frac{NI - NFa}{NI} \times 100, \text{ onde } NFa = NF - Nfe$$

DV = Digestibilidade verdadeira

NI = Nitrogênio ingerido(g)

NFa = Nitrogênio fecal de origem alimentar(g)

NF = Nitrogênio fecal(g)

NFe = Nitrogênio fecal de origem endógena(g)

4.6.3 Valor Biológico (VB)

O valor biológico (VB) pode ser resumido pela relação entre a quantidade de nitrogênio retido e a quantidade de nitrogênio absorvido, multiplicada por cem levando em consideração o nitrogênio de origem endógena, tanto nas fezes quanto na urina. Tem-se então a equação a seguir:

$$VB = \frac{NI - (NFa + Nua)}{NI - NFa} \times 100$$

VB= Valor biológico

NFa = Nitrogênio fecal de origem alimentar (NFa = NF – Nue)

Nua = Nitrogênio fecal de origem alimentar (Nua = NU – Nue)

Nue = Nitrogênio fecal de origem endógena; determinado na urina do grupo com dieta aprotéica.

Quanto maior o nitrogênio retido, melhor será a qualidade da proteína experimental (Oliveira, J.E.D.; Marchini, J.S, 1998).

4.6.4 Coeficiente de eficácia protéica (PER)

O Coeficiente de Eficiência Protéica (PER) mede o quociente em gramas pela quantidade de proteína ingerida em gramas. Com o ganho de peso e o consumo de proteína faz-se o cálculo (Sgarbieri, 1987):

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

4.6.5 Coeficiente de eficácia líquida da proteína (NPR)

O Coeficiente de Eficiência Líquida da Proteína (NPR) consiste em somar o ganho de peso do grupo que recebeu a dieta protéica, a perda de peso de um grupo equivalente que recebeu dieta aprotéica.

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

GI = Grupo que recebeu a ração contendo proteína

GI I = Grupo que recebeu a ração sem proteína

4.6.6 Coeficiente de eficácia alimentar (CEA)

É determinado pela relação entre a variação de peso dos animais e a ração consumida

$$\text{CEA} = \frac{\Delta \text{Peso(g)}}{\text{Ração consumida(g)}}$$

4.7 Rações

Partindo-se do princípio que todas as rações devem isocalóricas e isoprotéicas, utilizou-se para formulação da ração Padrão 8,35% de caseína. Foi também adicionada sacarose 10%, amido 70,5% conforme a AIN-93 (Reeves *et al.* 1993), fibras 11%, mix mineral 3,5%, mix vitamínico 1,0%, lipídios 8%.

Após homogeneização dos componentes, essa massa passou por um processo de extrusão e secagem em estufa com escoamento paralelo de ar em temperatura controlada de 45 °C até atingir 13% de umidade. A título de confirmação dos componentes adicionados à ração foi realizada a composição centesimal dos três grupos: Aprotéico; Padrão e Teste. Armazenadas, posteriormente, até o fim do experimento em vasilhas plásticas de polipropileno fechadas, em ambiente protegido da luz e temperatura ambiente.

4.8 Análise estatística

Os resultados obtidos na realização das análises laboratoriais descritas foram anotados para os cálculos de média, desvio padrão e variância.

Para o delineamento experimental, inteiramente casualizado, tendo os resultados foram analisados por meio da Análise de Variância (ANOVA), com nível de significância de 5%.

5. RESULTADOS

5.1 Arroz *Oryza latifolia* integral

Foi realizada a composição química do arroz integral, com a finalidade de poder comparar a eficiência do processo de parboilização aplicada neste experimento conforme Tabela 2.

Tabela 2: composição química do arroz *Oryza latifolia* integral

cinzas	lipídios	proteínas	amido
1,51%	1,58%	13,66%	66,91%

5.2 Parboilização

Para a escolha da melhor relação entre tempo e temperatura para obter o arroz parboilizado e posterior preparação da ração, fez-se o ensaio com três temperaturas de autoclavagem e três tempos de maceração conforme delineamento experimental apresentado na Tabela 3, e obteve-se os dados de rendimento do arroz após separação da palha apresentada na Tabela 4.

Tabela 3: Rendimento do arroz *Oryza latifolia* após processo de parboilização

Experimento	Maceração (horas)	Autoclavação (minutos)	Rendimento das amostras (g/100g)			
			Inteiro	Quebrado	Quirela	Palha
1	4	15	49,99	13,23	2,68	34,08
2	4	30	33,72	10,49	2,82	52,96
3	5	22,5'	49,41	14,19	2,67	33,73
4	5	22,5'	37,30	11,69	2,35	48,65
5	5	22,5'	39,91	12,60	2,47	45,02
6	6	15'	46,29	13,36	3,20	37,14
7	6	30'	47,37	12,99	2,75	36,87

No fim do processo de parboilização realizou-se a composição centesimal para determinar qual a relação entre o tempo de maceração e autoclavação no melhor rendimento em teor de proteína e quantidade de grãos inteiros, descrito na Tabela 4.

Tabela 4: Composição química do arroz *Oryza latifolia* parboilizado nos tempos e temperaturas pré-determinados, considerando base seca.

Maceração (horas)	autoclavação (minutos)	Amido %	Cinzas %	Lípidios %	Proteínas %
4	15	76,80	1,59	1,49	9,09
4	30	67,00	2,63	1,46	8,81
5	22,5'	81,00	1,49	1,63	9,30
5	22,5'	85,90	1,50	1,57	8,64
5	22,5'	82,36	1,35	1,45	8,87
6	15'	44,85	1,47	1,48	8,77
6	30'	43,54	1,57	1,49	7,88

5.3 Otimização da melhor condição para parboilização

Modelos matemáticos ajustados produziram superfície de resposta para as variáveis Rendimento e Proteína, conforme pode ser observado nas Figuras 07 e 08.

A análise de variância para as variáveis mais importantes definiu como sendo o rendimento em grãos inteiros e o teor de proteína do grão, apresentaram Teste F significativo com um $R^2 = 0,81$ e $0,84$, respectivamente.

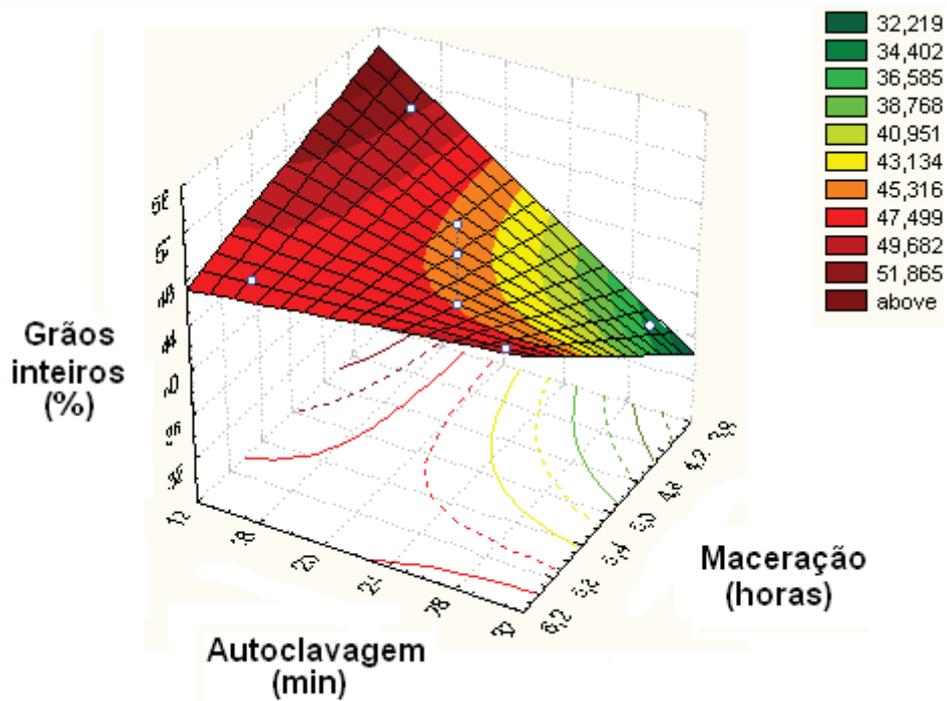


Figura 07: Superfície de resposta para o rendimento por grãos inteiros de arroz (*Oryza latifolia*) no processo de parboilização

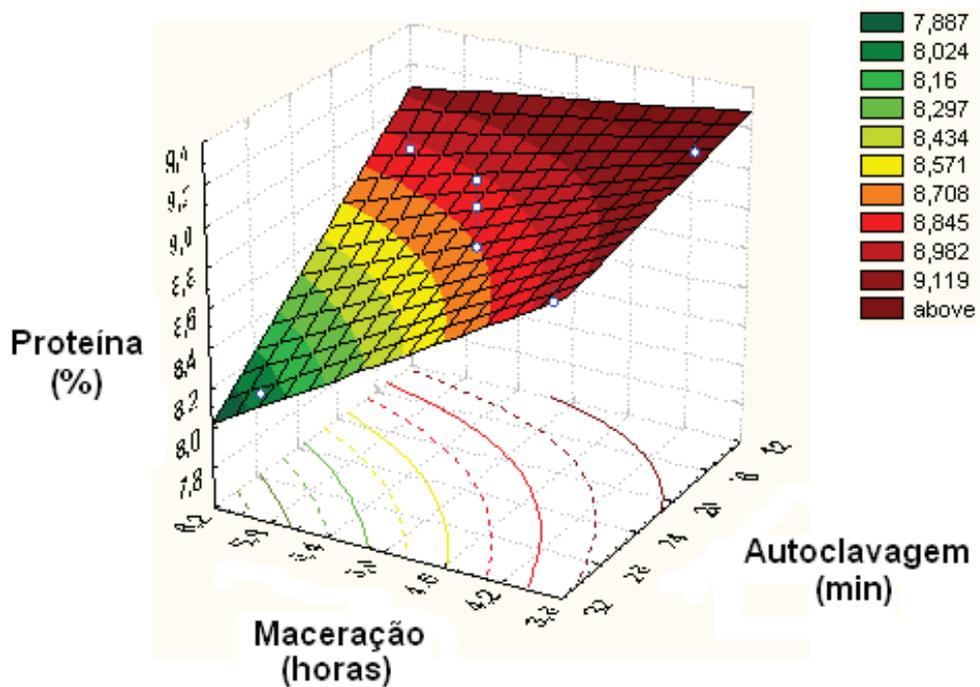


Figura 08: Superfície de resposta para o teor de proteína nos grãos inteiros de arroz (*Oryza latifolia*) no processo de parboilização

Como observado em ambas às figuras verifica-se que as melhores condições para parboilização do arroz *Oryza latifolia* corresponde aos tempos 4 horas de maceração e de 15 minutos de autoclavagem.

Com a sobreposição dos dois gráficos da Figura 07 e da Figura 08, obteve-se o gráfico da Figura 09 representando a optimalidade dos dados obtidos relacionados ao melhor índice de grãos inteiros e melhor teor de proteína.

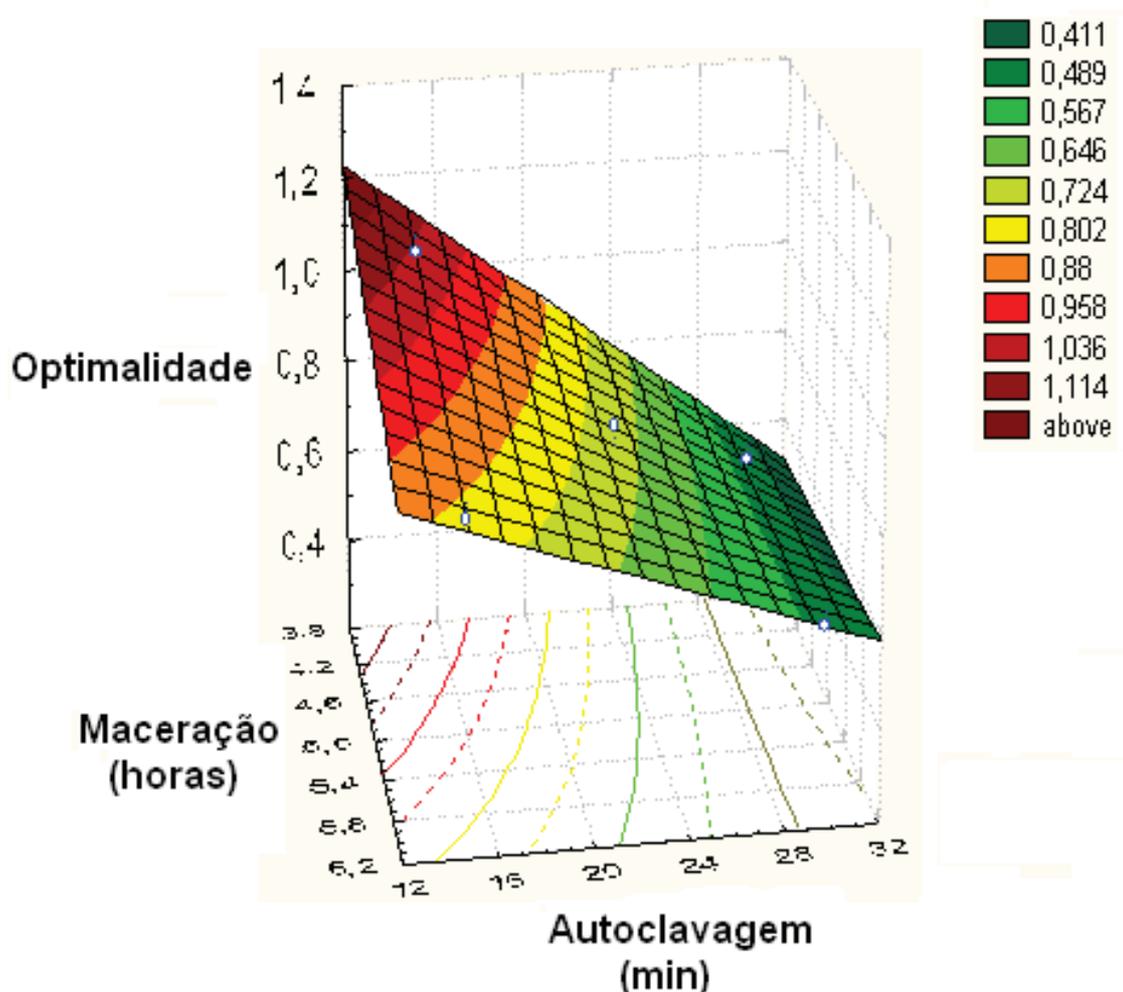


Figura 09: Superfície de resposta para a otimização combinada entre as variáveis Rendimento e teor de proteína.

5.4 Composição química e formulação das rações

Obtido o arroz parboilizado nas condições ótimas, produziu-se as rações com a formulação apresentada conforme Tabela 5.

Tabela 5: Composição química das rações utilizadas para o experimento *in vivo*

	APROTEICA	CASEINA	TESTE
Caseína	-	343,80g	-
Ptn teste	-	-	292,25g
Sacarose	350,00g	350,00g	350,00g
Amido	2765,00g	2467,00g	2467,00g
Fibras	386,05g	386,05g	386,05g
Mix Salino	122,50g	122,50g	122,50g
Mix Vitamina	35,00g	35,00g	35,00g
Óleo Soja	280,00g	280,00g	280,00g
Conservante	3,50g	3,50g	3,50g

Após a produção das rações a serem utilizadas para o experimento foi realizada a composição centesimal para certificar que a ração manteria seus valores isocalóricos e isoproteicos. Conforme demonstrado na Tabela 6.

Tabela 6: Composição química e valor calórico das rações preparadas para experimento *in vivo*

	Proteína (%)	Carboidratos (%)	Lípidios (%)	Cinzas (%)	Umidade (%)	Valor Calórico (kcal)
RAÇÃO APROTEICA	0,40	69,01	7,15	2,17	5,75	341,99
RAÇÃO PADRÃO	5,85	63,15	5,08	2,13	6,02	321,72
RAÇÃO TESTE	5,85	67,98	4,4	3,16	6,86	334,92

5.5 Dados obtidos

Com a realização do ensaio biológico foram determinadas as características principais para determinação da qualidade proteína em estudo como o ganho de peso dos animais podendo ser comparado ao animal que não fez uso de qualquer tipo de proteína em sua dieta e aos grupos com a ração padrão e com a ração teste; o consumo da ração por grupos; a quantificação do nitrogênio ingerido; ao nitrogênio absorvido e ao nitrogênio excretado pelo organismo, demonstrada na Tabela 7.

Tabela 7: Resultados obtidos após o término do experimento *in vivo*

	GRUPO APROTEICO	GRUPO PADRAO	GRUPO TESTE
Peso	- 27,09 ± 4,32g	45,12 ± 6,25g	59,32 ± 10,95g
Consumo ração	369,02g	544,03g	592,47g
Quantidade de fezes	40,00g	105,00g	117,90g
Nitrogênio ingerido	0,00g	4,87	8,06
Nitrogênio fecal	0,10g	0,47	0,32
Nitrogênio urinário	0,01g	0,19	0,02

Após 28 dias do ensaio metabólico, realizando a coleta das amostras de urina e fezes de cada grupo, foi possível determinar o consumo de ração por cada grupo, sua perda e ganho de peso, a qualidade nutricional da proteína, e também, observar a diferença de tamanho entre os grupos estudados.

5.5 Dados calculados

A presença do grupo padrão é importante porque este foi o referencial para a comparação com o grupo testado, pois, possui as características de proteínas já estabelecidas. Desta forma, foi possível comparar com a proteína em estudo, as suas características de digestibilidade, coeficiente eficiência proteica (PER),

coeficiente líquida de proteína (NPR) e o balanço nitrogenado, como mostra a Tabela 8.

Tabela 8: Balanço Nitrogenado (BN), Digestibilidade Verdadeira (DV); Coeficiente de Eficiência Proteica (PER); Coeficiente Líquida da Proteína (NPR).

	Balanço Nitrogenado	Digestibilidade Verdadeira (%)	Valor Biológico (%)	Coeficiente eficiência protéica (PER)	Coeficiente líquida da proteína (NPR)
PADRÃO	4,21 ^a ± 0,12	92,40 ^a ± 0,28	96,00 ^b ± 0,21	1,50 ^a ± 0,47	0,59 ^b ± 0,51
TESTE	7,76 ^a ± 0,02	97,30 ^a ± 0,31	99,87 ^b ± 0,25	1,18 ^a ± 0,43	0,64 ^b ± 0,47

Valores médios e desvio padrão.

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

b) Resultados com diferenças não significativas

6. DISCUSSÃO

Durante o tratamento do arroz há alterações físico-químicas e sensoriais nos grãos do arroz como o aumento na transparência e brilho, menor adesividade e redistribuição das substâncias hidrossolúveis (Bhattacharya, 1985). Esta mudança foi observada, também, nesta espécie tendo aumentado sua intensidade de cor e o tamanho dos grãos, conforme ilustrado na Figura 10.

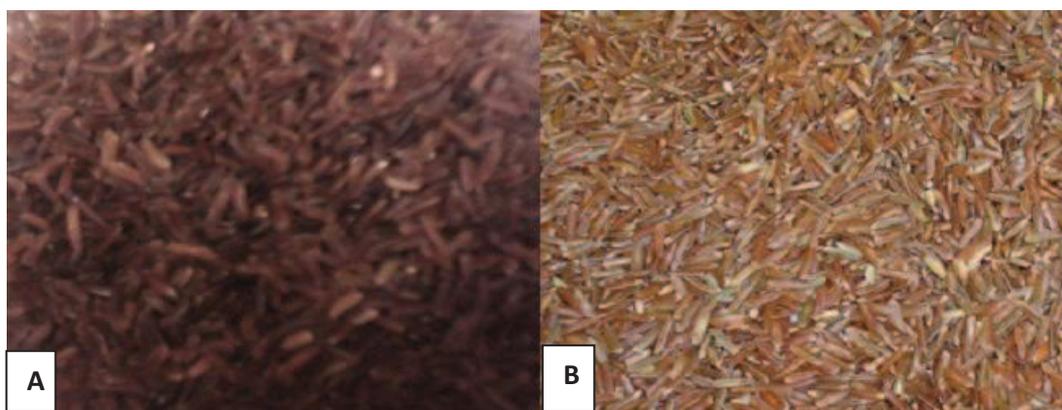


Figura 10: (A) *Oryza latifolia* parboilizado; (B) *Oryza latifolia* integral.

Alguns estudos mostram que durante a parboilização as variáveis tempo/temperatura, e o encharcamento estão diretamente ligadas à qualidade final dos grãos (Falcone 1988; Silva 2005), devido a isso o tempo de 4 horas de maceração com 15 minutos de autoclavagem foi o que melhor obteve rendimento em grãos inteiros e maior teor de proteína para esta espécie de arroz (*Oryza latifolia*).

O teor de proteína no arroz (*Oryza sativa*), em média, corresponde a 7% sendo as principais encontradas as albuminas e globulinas que possuem maior valor biológico (Coffman e Juliano, 1987). Porém, a quantidade encontrada na espécie *Oryza latifolia* coletada em maio de 2011 foi de 9,09% após a parboilização. Já foi encontrado 9,83% entre os meses de maio a junho de 2009 em estudo realizado por Barbosa (2009), em amostra integral.

Com a realização da composição centesimal do arroz em sua forma integral, sem o processo de parboilização, e após o beneficiamento, pode-se observar que

houve aumento na quantidade de amido, cinzas e lipídios, porém, algumas substancias como a proteína teve seu teor diminuído diante o inicial. Possivelmente devido sua solubilização durante o processo de maceração.

Com o fim do processo de parboilização o amido teve seu teor aumentado em 14,8%, talvez pela mudança da forma estrutural do amido passando de sua forma cristalina para amorfa.

Para os lipídios apesar de pequeno houve aumento de 6,4%. Consequência do processo de parboilização, pois o contato da água com o grão fez com que as substâncias presentes nas partes mais externas, como a casca, se solubilizasse e integrasse ao endosperma aumentando sua concentração.

A quantidade de proteínas reduziu em 25% do teor inicial, consequência do tratamento hidrotérmico que provavelmente solubilizaram as proteínas que ficaram na água que foi utilizada para a maceração do arroz, uma das etapas da parboilização.

A espécie de arroz *Oryza sativa*, o arroz branco, popularmente conhecido e utilizado nas refeições, é constituído por um teor de carboidratos 75,6g, proteínas 7,8g, cinzas 1,2g, e 2,0g de lipídios (Pascual, 2010) em sua forma integral, enquanto que a espécie de arroz, *Oryza latifolia*, observou-se que este possui quantidade superior de carboidratos e cinzas (76,80g e 1,49g respectivamente) havendo uma perda de 25,5%, quando comparado aos lipídios, que foi de 1,49g, para cada 100g de amostra analisada.

Após o beneficiamento, para o teor de amido obteve-se 6,06% e proteínas de 16,5% a mais que o obtido no *Oryza sativa*. Contudo, cinzas e lipídios foram encontrados em menor quantidade (44% e 65,5%, respectivamente) (Walter, M.; Marchezanii, E.; Avilaii, L.A 2008).

Segundo a FAO/WHO (1991), o arroz é um produto de fácil digestibilidade a cerca de 96,5% e possuindo valor biológico em torno de 72,7%.

Realizado o ensaio biológico, considerando que as rações preparadas para este experimento possuíram características isocalóricas e isoprotéicas, obteve-se com o arroz *Oryza latifolia*, parboilizado, índices superiores ao da espécie *Oryza*

sativa, tendo obtido um valor biológico de 99,87% e de digestibilidade verdadeira de 97,3%.

Apesar deste arroz (*O. latifolia*) já possuir características nutricionais superiores como já observado em 2009 por Barbosa, o processo de parboilização propiciou uma melhora significativa em sua absorção.

O teor de nitrogênio fecal do grupo alimentado com a ração teste foi de 0,32g e o grupo que fez uso da ração padrão caseína 0,47g, indicativo de maior absorção de nitrogênio, pois houve 32% a menos de nitrogênio excretado pelo grupo Teste. Comparado ao estudo de Barbosa (2009), o processo de parboilização possibilitou o aumento em sua digestibilidade, pois houve eliminação de 1,00g de nitrogênio nas fezes (arroz integral), correspondendo a 68% a mais que o arroz que o arroz parboilizado.

Para o Cociente de Eficiência Protéica (PER), considerando os índices de referência, esta proteína seria enquadrada em proteína de baixa qualidade devido estar 21,3% abaixo do índice mínimo de 1,5g, porém, estudo realizado por Barbosa em 2009 o PER foi determinado em uma taxa de 1,58g, esta diferença pode ser explicada, possivelmente, pela sazonalidade desta espécie de arroz *Oryza latifolia*, variando sua quantidade de suas substâncias de um ano para outro.

Através do Coeficiente de Eficiência Líquida da Proteína (NPR) à ração que havia proteína teste (arroz *O. latifolia*) mostrou-se mais eficiente na manutenção do animal porque chegou ao índice de 0,64g quantidade maior que para a ração padrão que ficou quantificada em 0,59g, essa eficácia justifica-se, pois, quanto maior o índice, melhor proteína tende a ser.

7. CONCLUSÕES

Foram determinadas as condições ótimas de tempo e temperatura para o processo de parboilização;

O processo de parboilização mostrou-se eficiente e confirmou que o arroz apresenta melhor rendimento após o descascamento com menor quebra dos grãos.

Através da composição química do arroz parboilizado evidenciou-se melhora nas características nutricionais, como aumento de proteína.

Com o ensaio biológico pode-se perceber que houve crescimento e ganho de peso satisfatórios.

8. REFERENCIAS

- ADU-KWARTENG, E. ELLIS, W.O., ODURO, I. MANFUL, J.T., Rice grain quality: a comparison of local varieties under study in Ghana *et al.* Food Control, v. 14, p. 507-514, 2003
- ALMEIDA, P.N.A. – Principais tipos de arroz. Arroz Brasileiro /Natural Consultoria S/S Ltda., 2002.
- AMATO, G. W. – Parboilização e Qualidade do Arroz, Instituto Rio-grandense de Arroz, 2009.
- AMATO, G. W.; ELIAS, M. C. Parboilização do arroz. Porto Alegre: Editora Ricardo Lenz Ziede, 160p, 2005.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of AOAC international. 12th ed. Washington, 1992. 1115p.
- BARBOSA, M. M. 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. Tese de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2009.
- BUTOLO, J.E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Botucatu/ SP Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – 2002.
- CASIRAGHI, M.C.; BRIGHENTI, F.; PELLEGRINI, N.; LEOPARDI, E.; TESTOLIN, G. Effects of Processing on Rice Starch Digestibility Evaluated by in Vivo and inVitro Methods. *J. Cereal Sci.* 17, 147-156(1993).
- CASTRO, E.M, VIEIRA, N.R. A, RABELO, R.R, SILVA, S.A. Qualidade de grão em arroz. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. p. 30, 1999.
- CHEMIN S.M.S, MURA J.D.P. Tratado de Alimentação, Nutrição e Dietoterapia. São Paulo: Editora Roca Ltda.; 2007.
- Cintra, IP; Passos, MA.; Fisberg, M.; Machado, HC. Evolution of body mass index in two historical series of adolescent. *J Pediatr (Rio J)*, 83: 157-62, 2007.

COFFMAN, W.R.; JULIANO, B.O. Rice, In: Olson, R.A.; Frey, K.J. Nutritional quality of cereal grains: Genetic and agronomic improvement. Madison: American Society of Agronomy, 1987. P. 101-131. Cap. 5

DERRINGER, G.; SUICH, R. Simultaneous optimization of several response variables. Journal of Quality Technology, Milwaukee, v. 12, n. 4, p.214-219, oct. 1980.

DEXTER, P.B. Rice fortification for developing countries. Department of Food Science, University of Arkansas – Fayetteville. August, 1998

DORS, G.C., PINTO, R.H., BADIALE-FURLONG, E. Influência das condições de parboilização na composição química do arroz. Ciência e Tecnologia de Alimentos Campinas, 29(1): 219-224, jan-mar. 2009

EGGUM, B.O. The resistant starch, undigestible energy and undigestible protein contents of raw and cooked milled rice. Journal of Cereal Science, v.18, p. 159-170, 1995

ENCICLOPEDIA BRITANICA:

<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/502259/rice>. Acessado em maio de 2012 às 18h35min

FALCONE, M. fabricação de arroz parboilizado. Revista Politécnica, nº190, 1988

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

GRIST, D.H. Rice. 6th ed. Singapore: Longman, 1986. 599p

HEINEMANN, RJB; XU, Z.; GODBER, S.; LANFER-MARQUEZ, UM., Tocopherols, tocotrienols and γ -oryzanol contents in *japônica* and *indica* subspecies of Rice (*Oryza sativa* L.), cultivate in Brazil. Cereal Chemistry, v.85, n.2, p.243-247, 2008.

HENRY, C.J.K.; MASSEY, D. Micro-nutrient changes during food processing and storage. Crop Post-Harvest Programme. Issues Paper – 5. Dec. 2001

IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003 Disponibilidade domiciliar de alimentos e estado nutricional no Brasil, 2003.

INSTITUTO ADOLF LUTZ, Métodos físico-químicos para análise de alimentos, 4ª Ed. 2008, São Paulo.

ISLAM, N.; INAGARA, S.; CHISHAKI, N.; HORIGUCHI, T. Effect of N Top-Dressing on Protein Content in Japonica and Indica Rice Grains. *Cereal Chem.* 73, 571-573, 1996.

IRGA (INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ); Arroz: um alimento nobre e saudável, 2011.

JESUS, F.; SASKIA, F.L.; Plano de Manejo do Parque Nacional do Pantanal Matogrossense, 2003.

JULIANO, B.O.; FAO. Rice in Human Nutrition. FAO, Rome. 1993

KENNEDY, G.; BURLINGAME, B. Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. *Food Chem.* 80, 589-596. 2003

KENNEDY, G.; BURLINGAME, B.; NGUYEN, V.N. Nutritional Contribution of rice: impact of biotechnology and biodiversity in rice-consuming countries. Bangkok: the International Rice Commission – Twentieth Session, 2002

KHUSH, G.S. 1997. Origin, dispersal, cultivation and variation of Rice. *Plant Mol. Biol.* 35:25-34.

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

MADRUGA M. S.; SANTOS H. B.; BION F. M.; ANTUNES N. L. M. Avaliação nutricional de uma dieta suplementada com multimistura: estudo em ratos, 2004.

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.

MONDINI L.; MONTEIRO, A. C. Mudanças no padrão de alimentação da população urbana brasileira (1962 - 1988). Rev. Saúde Pública vol. 28 nº 6 São Paulo, dez. 1994.

MORAN, G.F.; HOOPER, S.D.; Conservation of the genetic resources of rare and widespread eucalypts in remnant vegetation. In Nature conservation: the role of remnants native vegetation (D.A. Saunders, G.W. Arnold, A.A. Burbidge e A.J.M. Hopkins, eds) Beatty, Surrey, p 151-162, 1987.

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

[NELSON, D. L.; MICHAEL](#), M. C. Princípios de bioquímica de Leningher, 5ª ed. 2010

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

PASCUAL C.S.C.I.; Efeitos da parboilização do arroz (*Oryza sativa* L.) integral sobre os compostos bioativos e a disponibilidade do amido, Faculdade Ciências Farmacêuticas, USP/SP, 2010.

PINHEIRO, A.R. de O.; GENTIL, P.C. : A iniciativa de incentivo ao consumo de frutas, verduras e legumes: uma estratégia para abordagem intersetorial no contexto da Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA - Brasil), 2005

REEVES, PHILIP G., FORREST H. NIELSEN AND GEORGE C. FAHEY, JR.*
United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Grand Forks Human Nutrition Research Center, Grand Forks, ND 58202-9034 and *Department of Animal Sciences, University of Illinois, Urbana, IL 61801. 1993

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).

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

SILVA, L.H.; COSTA, P.F.P; DIAS, A.R.G.; ELIAS, M.C. Temperatura de encharcamento no grau de gelatinização e no rendimento do arroz parboilizado. *Tecnológica*, p.9-18, 2005

SINDARROZ/SC- Sindicato da Indústria do Arroz no Estado de Santa Catarina; Portaria nº 157, de 1991, do MAA, em alteração a Portaria nº 269, de 1988, item 4.3.1

SINGH, S.; KALIA, M.; MALHOTRA, S.R. Effect of parboiling, hand-pounding and Machine-milling on Chemical Composition of Rice. *Journal of Food Science and Technology*, v.36, pag. 434-435, 1999

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.

SUJATHA, S.J.; AHMAD, R.; BHAT, P.R. Physicochemical properties and cooking qualities of two varieties of raw and parboiled rice cultivated in the coastal region of Dakshina Kannada, India. *Food Chem.* 86 (2), 211-216, 2004.

VERRUMA-BERNARDI, M. R.; BARROS C.S. DIAS S.S., TONHATI, H.; GUZMÁN-SILVA, M.A.; ARAÚJO, K.G.L.; BOAVENTURA, G.T. Efeito do consumo do queijo mozzarella de Leite de búfala no perfil nutricional e sérico de ratos. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, Vol. 20, No 3 (2009).

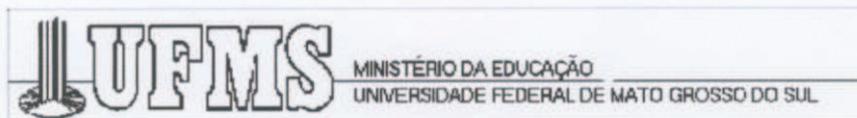
WAITZBERG D L. *Nutrição Oral, Enteral e Parenteral na Prática clínica*. São Paulo: Editora Atheneu. 2000

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

WHO STUDY GROUP ON DIET, NUTRITION AND PREVENTION OF CHRONIC DISEASES. Geneva, 1989. *Report*. Geneva, World Health Organization, 1990. (WHO - Technical Report Series, 797).

ZHAI, C.K.; ZHANG, X. Q.; SUN, G. J. *et al*. Comparative study on nutritional value of Chinese and North American wild rice. *Journal of food composition and analysis*. v. 14. p. 371-382, 2001

ANEXO I



C E R T I F I C A D O

Certificamos que o Protocolo nº 295 do Mestrando Daniel Borges Manta, sob a orientação do Prof. Dr. José Antônio Braga Neto, referente ao projeto de pesquisa, **“Qualidade nutricional do arroz nativo (*Oryza latifolia*) parboilizado da Região Pantanal do Estado do Mato Grosso do Sul”**, está de acordo com os princípios éticos adotados pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), 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 14 de abril de 2011.

Campo Grande (MS), 14 de abril de 2011.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Joice Stein', is positioned above the printed name.

Dr^a Joice Stein
Coordenadora da CEUA