

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**VARIAÇÃO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA EM GRÃOS  
DE ARROZ SUBMETIDOS A DIFERENTES  
BENEFICIAMENTOS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Cátia Regina Storck**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2004**

**VARIAÇÃO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA EM GRÃOS DE  
ARROZ SUBMETIDOS A DIFERENTES BENEFICIAMENTOS**

**por**

**Cátia Regina Storck**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2004**

	Storck, Cátia Regina
S884v	
	<p>Variacão na composico química em gros de arroz submetidos a diferentes beneficiamentos / por Cátia Regina Storck ; orientador Leila Picolli da Silva. – Santa Maria, 2004.</p> <p>x, 108 f. : il.</p> <p>Dissertao (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, 2004.</p> <p>1. Tecnologia de alimentos 2. Arroz 3. Beneficiamento 4. Genética 5. Composico química I. Silva, Leila Picolli da, orient. II. Título</p> <p>CDU: 663/664:633.18</p>

Ficha catalográfica elaborada por Luiz Marchiotti Fernandes

CRB 10/1160 – Biblioteca Setorial do Centro do Ciências Rurais/UFSM

Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**VARIAÇÃO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA EM GRÃOS DE ARROZ  
SUBMETIDOS A DIFERENTES BENEFICIAMENTOS**

elaborada por  
**Cátia Regina Storck**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Leila Picolli da Silva, Dra.**  
(Presidente/Orientadora)

---

**Sérgio Iraçu Gindri Lopes, Dr. (IRGA)**

---

**Luisa Helena R. Hecktheuer, Dra. (UFSM)**

Santa Maria, 17 de dezembro de 2004

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a meus pais que me deram todo o apoio e suporte necessário para ingressar e concluir este mestrado. Meu pai, professor Dr. Lindolfo Storck, a quem sempre tive muita admiração pela inteligência e esforço, e que foi um orientador também. Minha mãe, Araci Storck, a quem também tenho admiração por conseguir administrar a casa, os filhos e ainda se manter em forma e que me poupou de ajudar em muitos serviços da casa para que eu estudasse. Ao meu noivo, Rafael Piaia, que agüentou e entendeu meu nervosismo durante esta fase, e que sempre me deu carinho e ficou ao meu lado. Minha irmã, Carla, que muitas vezes teve que ceder a vez no computador para que eu pudesse escrever meus trabalhos. Ao meu irmão, que nos momentos em que o computador “deu pane”, ajudou a solucionar os problemas. A eles meu muito obrigado.

Em segundo, a minha orientadora, Leila Picolli da Silva, que foi como uma mãe e me ensinou tantas coisas das quais vou me lembrar para o resto de minha vida. Uma pessoa maravilhosa, ótima orientadora e amiga. Uma pessoa a quem tenho muita admiração e que demonstra amor pela pesquisa e que serve de exemplo e estímulo para continuar nesta área.

Não posso deixar de mencionar a grande ajuda que tive das minhas estagiárias e bolsistas, Cristiane, Carine, Alessandra, Marcell e a todos do NIDAL, que de alguma maneira ou outra me auxiliaram nesta jornada.

Minhas colegas de mestrado Melissa e Fabiana, parceiras de laboratório, trabalhos aulas e é claro que parceiras de pizzaria. Nós três formamos as famosas “Meninas Superpoderosas” do NIDAL. Vou sentir saudades.

Ao curso e aos professores, em especial a Tatiana Emanuelli e o José Laerte Nörnberg que colaboraram de diversas formas e ajudaram bastante a esclarecer dúvidas que surgiram.

Ao IRGA, representado pelo Fagundes, que além do apoio financeiro, também esteve presente em alguns momentos, incentivando e ajudando com a pesquisa.

A secretária do curso Lia e a Elisabete do NIDAL.

A todos meus sinceros agradecimentos.

“No dramático momento em que uma célula masculina, microscópica, serpenteante, encaminha-se pra uma célula ovo muito maior e se liga a ela, um ser humano começa a existir e a NUTRIÇÃO tem início. Este período de desenvolvimento, quando as coisas podem ser definitivamente certas ou erradas é de vital importância e a NUTRIÇÃO pode exercer uma profunda influência, que se estende por toda a vida”

Roger Willians

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Universidade Federal de Santa Maria

### **VARIAÇÃO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA EM GRÃOS DE ARROZ SUBMETIDOS A DIFERENTES BENEFICIAMENTOS**

AUTORA: CÁTIA REGINA STORCK  
ORIENTADORA: LEILA PICOLLI DA SILVA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 17 de dezembro de 2004.

O arroz é fonte importante de energia da dieta, sendo consumido por cerca de 2/3 da população mundial. Apesar disso, sua classificação é baseada somente em parâmetros industriais e comerciais, não considerando seu valor nutricional, que é o atributo mais importante na escolha do alimento para compor dietas balanceadas. Pesquisas têm demonstrado a existência de fatores que afetam sobremaneira a composição e o valor nutricional deste cereal, tais como a variação fenotípica e o processamento. Sendo assim, os objetivos desta pesquisa foram os de determinar a composição química de diferentes cultivares nacionais de arroz branco e, com base nos resultados, agrupá-los em classes diferenciadas de acordo com as suas características nutricionais, bem como de verificar as diferenças existentes na sua composição química, quando submetido a diferentes beneficiamentos. Para isso, foram analisados os teores de matéria mineral, extrato etéreo, proteína bruta, amido digestível e resistente, fibra total, insolúvel e solúvel, amilose e minerais (Mg, K, P, Na, Fe, Mn, Zn) de nove cultivares de arroz indicados para a produção na região Sul do Brasil, beneficiados de forma a obter-se o arroz integral, o parboilizado e o branco. Os resultados obtidos mostraram diferenças na composição química entre cultivares, o que possibilitou o agrupamento destas de acordo com os teores de amido digestível, proteína, fibra insolúvel e solúvel, considerados nutrientes majoritários importantes para avaliar o valor nutricional do arroz. Os grupos formados diferiram-se significativamente, sendo algumas características persistentes entre os anos de cultivo. Estes resultados, embora preliminares, já demonstram que o arroz pode ser explorado de forma diferenciada na nutrição, de acordo com sua variabilidade genética, e não apenas como alimento de composição única e pouco variável. O beneficiamento, por sua vez, também influenciou sobremaneira os teores dos nutrientes avaliados, fato este que pode otimizar o uso desse cereal na nutrição humana. O arroz integral apresentou teores mais elevados de alguns nutrientes (extrato etéreo, fibra insolúvel) e minerais (magnésio, potássio, fósforo, sódio, manganês, zinco). Porém, estes resultados não são indicativos de superioridade nutricional. Isto porque fatores antinutricionais existentes nas camadas mais externas do grão podem interferir na absorção e utilização de minerais, bem como diminuir a digestibilidade protéica e energética. Por outro lado, este arroz pode ser fonte de fibra alimentar, a qual é um nutriente importante para tratamento de constipação, hipercolesterolemia e diabetes. O arroz parboilizado apresentou maior conteúdo de alguns minerais (potássio e fósforo) em relação ao branco, abrindo a possibilidade de que este seja preferencialmente indicado para pessoas em risco nutricional por deficiência de ingestão destes micronutrientes. Da mesma maneira que a variabilidade genética, os resultados obtidos quanto à influência do beneficiamento demonstraram que o arroz proveniente de diferentes processos também pode ser usado no estabelecimento de dietas específicas, de acordo com as necessidades individuais.

Palavras-chaves: beneficiamento, genética, composição química

**ABSTRACT**

Masters Dissertation  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Universidade Federal de Santa Maria

**CHEMICAL COMPOSITION VARIATION IN RICE GRAINS  
SUBMITTED TO DIFFERENT PROCESSES**

AUTHOR: CÁTIA REGINA STORCK

ADVISER: LEILA PICOLLI DA SILVA

Date and Local of Defense: Santa Maria, December 17, 2004.

Rice is a good source of energy in diets, consumed by 2/3 of the global population. In spite of it, this cereal is classified based on industrial and commercial parameters, not considering its nutritional value, which is the most important parameter needed to compose a balanced diet. Previous research has shown the existence of factors that can affect the composition and nutritional value of this grain, such as phenotypic variation and processing. Based on these facts, the objectives of this research were to determinate the chemical composition of different white rice cultivars, in order to categorize them, according to the nutritional value, into groups with distinct nutritional characteristics and verify differences in chemical composition when the cultivars are submitted to different processes. To attain these objectives, were determinate the content of mineral matter, crude fat, crude protein, digestible and resistant starch, total, insoluble and soluble fiber, amylose and minerals (Mg, K, P, Na, Fe, Mn, Zn) of nine rice cultivars indicated to production in the South region of Brazil, processed to obtain brown, parboiled and white rice. The obtained results show differences in chemical composition among cultivars what made possible to categorize them according to values of digestible starch, crude protein, insoluble and soluble fiber, considered important nutrients to evaluate nutritional value of rice. The groups formed were significantly different and some characteristics were persistent between cultivated years. This results, although they are preliminary; show that rice can be explored in different ways in nutrition, according to genetic variability and not just as a unique food with no variability. In the same way, the processes also greatly influenced the nutrient content, fact that can be used to optimize the use of this cereal in human nutrition. Brown rice showed higher values for some nutrients (crude fat, insoluble fiber) and minerals (Mg, K, P, Na, Mn, Zn). In spite of it, these results are not indicative of nutritional superiority, because antinutritional factors that exist in the grain outer layers, can influence absorption and utilization of mineral as also decrease proteins and energy digestibility. In the other hand, this rice can be a good source of fiber, which is an important nutrient to treat constipations, hipercolesterolemia and diabetes. Parboiled rice showed higher mineral content (K e P) then white, opening possibilities to indicate it to people who are in nutritional risk of micronutrients deficiency. In the same way that genetic variability, the results obtained to process influence showed that rice from different processes can also be used in specific diets according to individual needs.

Key words: processes, genetic, chemical composition



## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
2.1. Anatomia do grão de arroz .....	3
2.2. Beneficiamento do grão de arroz .....	4
2.3. Composição química do grão e função nutricional dos nutrientes.....	6
2.3.1. Carboidratos .....	6
2.3.1.1. Amido .....	6
2.3.1.2. Amilose/Amilopectina.....	7
2.3.1.3. Amido resistente.....	8
2.3.1.4. Fibra Alimentar .....	9
2.3.2. Proteína .....	11
2.3.3. Minerais .....	12
2.3.4. Vitaminas .....	13
<b>3. ARTIGOS</b> .....	15
3.1. Artigo 1 - Versão Original: Categorizing rice cultivars based on differences in chemical composition.....	16
3.2. Artigo 1 - Versão em Português: Classificação de cultivares de arroz quanto à medidas de interesse nutricional .....	32
3.3. Artigo 2: Influência do processamento na composição nutricional do arroz .....	48
3.4. Artigo 3: Composição mineral nos grãos de arroz irrigado integral, parboilizado e branco, cultivados no RS-Brasil .....	66
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	81

<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>83</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>84</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>92</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os hábitos alimentares da população têm passado por grandes mudanças nas últimas décadas, principalmente no que se refere ao aumento do consumo de alimentos industrializados. Porém, existem alimentos básicos que, independentemente dos “modismos”, sempre estão presentes na mesa dos consumidores. Este é o caso do arroz, consumido por 2/3 da população mundial e, ao menos para a metade dessa mesma população (incluindo vários países da América Latina, Ásia e ilhas do Pacífico), constitui-se a principal fonte de energia da dieta. Esta popularidade se deve, em especial, por ser o arroz um alimento de baixo custo, de fácil e rápido preparo e bastante versátil, pois combina com várias preparações.

Apesar da grande importância deste cereal na dieta humana, pouco se conhece sobre o seu valor nutricional, tendo em vista que sua classificação é baseada em parâmetros industriais e comerciais, devendo se enquadrar dentro da Norma de identidade, qualidade, embalagem e apresentação, aprovada pela Portaria n° 269, de 17 de novembro de 1988, complementada e alterada pelas Portarias n° 01, de 09 de janeiro de 1989; n° 157, de 04 de novembro de 1991; n° 80, de 10 de abril de 1992; n° 10, de 12 de abril de 1996 e n° 171, de 24 de abril de 1997 (Brasil, 1988, 1991, 1992, 1996, 1997). Segundo essas portarias, o arroz pode ser classificado em dois grupos (com casca e beneficiado); em diferentes subgrupos, de acordo com o seu preparo; em cinco classes, de acordo com as suas dimensões; em cinco tipos, de acordo com o percentual de defeitos graves, defeitos gerais agregados ou de grãos quebrados/quirera e de acordo com a sua renda base de moagem.

Como pode ser visto, essa classificação não considera o valor nutricional deste cereal, que é o parâmetro mais importante na escolha do alimento para compor dietas balanceadas. No entanto, pesquisas conduzidas ao longo dos anos têm demonstrado a existência de fatores que podem afetar sobremaneira a composição e o valor nutricional do arroz, tais como, variação genotípica, processamento, condições do clima, uso de fertilizantes e armazenamento (Vianna et al., 1984; Vianna et al., 1985; Singh et al., 1999).

Componentes como o amido resistente e a fibra alimentar, por exemplo, os quais, em determinados níveis, exercem efeitos benéficos ao organismo humano, estão presentes em quantidades variáveis nos diferentes cultivares usados para a produção de grãos. A variação genotípica também é observada pela variação dos teores de proteína bruta e amido, bem como de ferro, zinco, tiamina, riboflavina e niacina.

Quanto à influência do processamento, há relatos de diferenças expressivas nos teores de gordura, fibra alimentar e minerais entre o arroz branco e o integral. Já o processo de parboilização, segundo várias pesquisas (Mickus & Luh, 1980; Coffman & Juliano, 1987; Casiraghi et al., 1993; Eggum et al., 1993; Singh et al., 1999; TE-TZU, 2000; Silva et al., 2003), influencia significativamente os teores de minerais e amido digestível. Com isso, dependendo do processamento ao qual o grão de arroz for submetido, a composição química pode ser modificada, e assim, influenciar na composição da dieta.

Tendo em vista a importância do arroz na cultura e alimentação da população, variações na composição química, das quais destacam-se aquelas resultantes do genótipo e do beneficiamento, podem contribuir para as dietas de maneira diferenciada. Sendo assim, os objetivos desta pesquisa foram os de determinar a composição química de diferentes cultivares nacionais de arroz branco e, com base nos resultados, agrupá-los em classes diferenciadas de acordo com as suas características nutricionais e funcionais para uso na nutrição humana, bem como de verificar as diferenças existentes na composição química do arroz submetido a diferentes tipos de beneficiamentos.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

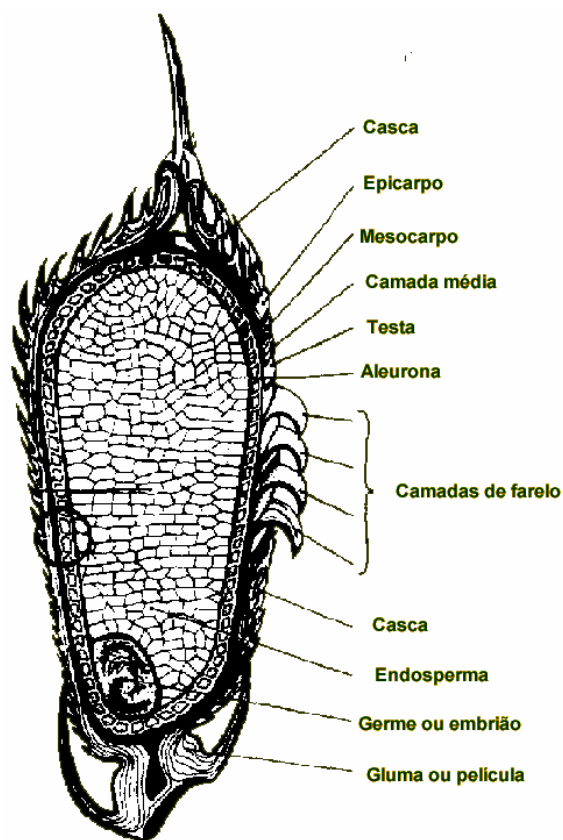
### 2.1. Anatomia do grão de arroz

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma gramínea semiaquática que pode crescer em condições climáticas bastante amplas (Marshall and Wadsworth, 1993). *In natura*, o grão deste cereal é formado por uma camada externa protetora (casca) e pela cariopse (Figura 1). A casca compreende entre 18 e 28% da massa do grão bruto (Coffman e Juliano, 1987; Juliano & FAO, 1993) e é composta pela pálea, na sua parte ventral, e pela lema, na sua parte dorsal. Para a obtenção do arroz integral, a casca é retirada, restando a cariopse, a qual é formada por pericarpo, camada média, testa, aleurona, embrião e endosperma (Marshall e Wadsworth, 1993; Neto, 1997).

O pericarpo (1 a 2% da massa do grão integral) é composto por epicarpo (formado por seis ou sete camadas de textura esponjosa, de células parenquimatosas parcialmente destruídas), mesocarpo, camada média, testa e exosperma (Matsuo e Hoshikawa, 1993). A testa e a exosperma se unem, devido ao colapso celular que ocorre no processo de enchimento do grão durante o amadurecimento, e, por esse motivo, são ocasionalmente chamadas de “seed coat”.

O embrião representa 2 a 3% do peso do grão integral e está ligado ao endosperma. As células do embrião contêm amido, proteína e gordura armazenados, os quais são usados na germinação como fonte de energia e geração de enzimas (Marshall e Wadsworth, 1993).

O endosperma, que compreende cerca de 89 a 91% da massa do grão integral, é formado pela aleurona, subaleurona e o próprio endosperma amiláceo. A aleurona é composta por células organizadas em duas ou três camadas no lado ventral do endosperma, uma camada (ou duas, dependendo da variedade do arroz ou condições ambientais) na parte lateral e cinco a seis camadas no lado dorsal (Grist, 1975; Juliano & FAO, 1993; Marshall e Wadsworth, 1993). Estas células são menores que as demais que formam o grão, possuem forma cúbica e têm uma grossa parede celular, armazenando principalmente proteína e lipídios no seu interior. As células do endosperma que se encontram na parte mais externa, em contato com a camada de aleurona, são chamadas de subaleurona. Sua forma é similar às células da aleurona, e o material que armazenam contém principalmente corpos protéicos, com mínima quantidade de amido (Matsuo e Hoshikawa, 1993).



**Figura 1.** Corte longitudinal do grão de arroz (Nitzke, 2004)

O arroz integral, submetido ao polimento, perde as camadas de pericarpo, aleurona, subaleurona, o embrião e um pouco do endosperma, restando apenas o endosperma amiláceo, comumente conhecido como arroz branco. As frações que são perdidas com o polimento formam o farelo, que compreende 6 a 10% do peso do grão integral (Coffman e Juliano, 1987; Juliano & FAO, 1993).

## 2. 2. Beneficiamento do grão de arroz

O grão de arroz, antes de estar na forma adequada para ser adquirido pelo consumidor, passa por processos de beneficiamento. As três principais formas que o arroz beneficiado é consumido, em ordem de importância, são branco, parboilizado e integral.

O beneficiamento tem início com a separação da casca do resto do grão. Nesta etapa, obtém-se o arroz integral (Dexter, 1998; WHFOODS, 2004). Essa operação é mais eficaz se não for realizada logo após a colheita e secagem do cereal, pois várias pesquisas têm demonstrado que o comportamento do arroz, tanto no processamento quanto no cozimento,

melhora com a armazenagem. Constituem algumas vantagens do beneficiamento: maior absorção de água, menor tendência a aglomerar-se após o cozimento e menor perda de sólidos durante o cozimento (Nitzke, 2004).

A etapa seguinte ao descascamento é o polimento. Neste processo, separa-se o farelo do grão propriamente dito através de uma série de cilindros, provocando a separação do germe e das camadas exteriores por abrasão, obtendo-se assim o arroz branco (Kennedy et al., 2002; Nitzke, 2004). O polimento tem o objetivo de melhorar a aparência e o gosto do arroz, porém apresenta fatores negativos em termos de nutrição, visto que neste processo, são perdidas partes das vitaminas, minerais e fibra dietética (Juliano & FAO, 1993; Matsuo e Hoshikawa, 1993; Javier, 2004; WHFOODS, 2004).

A parboilização é um processo que foi criado para aumentar a renda de beneficiamento, reduzir a adesividade do arroz, esterilizar o grão e aumentar a vida de prateleira (Eggum et al., 1993; Nitzke, 2004). Contudo, descobriu-se que 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 proteína e cinzas e menos gordura que o arroz branco.

O processo de parboilização envolve o encharcamento do grão (o suficiente para gelatinizar o amido), seguido por resfriamento e lenta secagem (Coffman e Juliano, 1987; Marshall e Wadsworth, 1993; Dexter, 1998). O encharcamento tem a finalidade de aplicar um certo grau de intumescimento, através da absorção de água. Normalmente deixa-se o arroz imerso por cerca de seis a nove horas, a temperaturas em torno de 65°C (estes parâmetros podem variar em função da variedade e grau de maturação). Após esta etapa, espera-se que o grão tenha de 30 a 32% de umidade, o que facilita a etapa de gelatinização. Na maioria das variedades este teor se situa na faixa de 30 a 36% de umidade (Silva et al., 2003b).

Tão importante quanto o encharcamento, a gelatinização é a operação que conduz ao grande diferencial econômico do arroz parboilizado, pois é durante esta fase que ocorre a "soldagem" dos grãos, a qual é responsável pela redução da ocorrência de quebrados durante o processamento (ABIAP, 2003; Nitzke, 2004).

Após a gelatinização, o arroz encontra-se com umidade ao redor de 30%, devendo, portanto, ser novamente levado ao seu estado inicial, por volta de 13% de umidade. Para esta etapa, pode-se utilizar o mesmo tipo de secador utilizado para a secagem primária (Singh, 1999; ABIAP, 2003; Nitzke, 2004). Este processo faz com que o endosperma fique mais duro,

sendo necessário aplicar maior pressão durante o polimento. Os grãos cozidos são menos aderidos, porém mais duros, não empapam e são resistentes às desintegrações (Juliano & FAO, 1993; Sujatha et al., 2004).

### **2.3. Composição química do grão e função nutricional dos nutrientes**

O arroz é constituído principalmente por amido, seguido por proteína e pequenas quantidades de lipídios, minerais e vitaminas. Entretanto, a proporção de cada uma dessas frações é bastante sensível a vários fatores, tais como variação genotípica, condições do clima, fertilizantes, qualidade do solo, processamento e armazenamento (Vianna et al., 1984; Vianna et al., 1985; Singh et al., 1999; Zhou et al., 2002), o que pode levar a grãos com características nutricionais diferenciadas.

Sabe-se que os diferentes componentes do alimento e suas quantidades exercem efeitos distintos no organismo humano. Desta maneira, a variação na composição química de determinado alimento pode definir seu melhor uso na nutrição.

#### **2.3.1. Carboidratos**

Os carboidratos potencialmente digeríveis fornecem, em média, 60% do valor calórico total ingerido diariamente, sendo indispensáveis para manter a integridade funcional do tecido nervoso e cerebral (Mahan, 1998).

O arroz é composto basicamente de carboidratos, os quais estão presentes, na maior parte, sob a forma de amido (90%), no endosperma (Coffman e Juliano, 1987). O arroz branco contém maior quantidade de carboidratos disponíveis à digestão do que o integral, o qual contém expressiva quantidade de fibra alimentar (Juliano & FAO, 1993). Além de amido, a fração de carboidratos não fibrosos contém pequenas quantidades de açúcares livres, incluindo sacarose (80 a 215mg/%), frutose (14 a 63mg/%) e glicose (20 a 25mg/%) (Matsuo et al., 1995).

##### **2.3.1.1. Amido**

Os cereais são fonte rica de amido, uma vez que armazenam este nutriente para suprir as necessidades energéticas durante a germinação. Em consequência disso, estes grãos também são usados na alimentação humana como fonte de energia. Uma vez que o teor de amido influencia diretamente no valor calórico do alimento, a quantificação de seus teores poderá ser utilizada como indicativo indireto de valor nutricional.



A quantidade de amido no grão de arroz pode variar entre diferentes cultivares devido a fatores genéticos e ambientais. Este fato foi comprovado por Frei et al. (2003), que encontraram valores de 72 a 82% de amido total nos grãos de arroz integral de 6 cultivares plantados nas Filipinas. Além disso, o processamento também influencia o percentual de amido, como pode ser comprovado por Rosin et al. (2002), que encontraram 83,2% de amido total no arroz integral e 87,4% no arroz branco. O processo de parboilização diminui a quantidade de amido disponível no arroz devido à formação de amido resistente durante este processo (Englyst, 1989; Theander et al., 1989; García-Alonso et al. 1998). Porém, as principais diferenças que existem na composição do amido e que influenciam profundamente as propriedades físicoquímicas do arroz são causadas pela variação na proporção de amilose/amilopectina (Zhou et al., 2002).

#### 2.3.1.2. Amilose/Amilopectina

O amido é composto por dois polímeros: a amilose e a amilopectina. O primeiro é formado por uma cadeia linear de glicose unida por ligações glicosídicas do tipo  $\alpha$ -1,4. O segundo é um polímero ramificado, constituído de ligações glicosídicas do tipo  $\alpha$ -1,4, com cadeias de glicose ligadas em  $\alpha$ -1,6 (FAO/WHO, 1997).

O arroz pode ter diferentes quantidades de amilose de acordo com a seguinte classificação: grão ceroso (1-2% amilose), não ceroso de baixo conteúdo de amilose (12-19%), conteúdo intermediário de amilose (20-24%) e alto conteúdo de amilose (25-32%) (Coffman & Juliano, 1987). Pesquisas realizadas por Ong e Blanshard (1995) e Frei et al. (2003) descrevem alta variação nesta medida em grãos de arroz de diferentes cultivares. Esta variação, aliada ao método de preparo, podem levar a diferentes respostas glicose/insulina e perfil hormonal (Kennedy e Burlingame, 2003).

Amidos com elevados níveis de amilose são associados com a menor resposta glicêmica e o esvaziamento mais lento do trato gastrointestinal que aqueles com baixos níveis de amilose (Frei et al., 2003). Estas condições são relevantes, especialmente, para a formulação de dietas para diabéticos, pois a digestão e a absorção lentas de carboidratos ajudam a manter regulares os níveis de glicose sangüínea (FAO/WHO, 1997) e a diminuir a resposta insulinêmica, provavelmente pelo aumento do tempo de trânsito intestinal (Lobo, 2001).

### 2.3.1.3. Amido Resistente

Para propósitos nutricionais, segundo Englyst et al (1992), o amido dos alimentos pode ser classificado em rapidamente digerível (ARD), lentamente digerível (ALD) e amido resistente (AR). De acordo com estes autores, as razões para a incompleta digestão do amido podem ser separadas em fatores intrínsecos (fonte botânica, processamento, propriedades físico-químicas, tamanho da partícula, razão amilose/amilopectina e presença de complexos amilose-lipídio) e extrínsecos (mastigação, tempo de trânsito intestinal, concentração de amilase no intestino, quantidade de amido presente e presença de outros componentes que podem retardar a hidrólise enzimática).

O amido resistente é definido como a soma de amido e produtos da sua degradação, não absorvidos no intestino delgado de humanos saudáveis (Champ & Faisant, 1996; FAO/WHO, 1997). É encontrado em alimentos cozidos, resfriados e processados, mas ocorre também “*in natura*”, em batata crua e banana verde. Os três tipos de amidos resistentes encontrados, segundo Englyst et al. (1992), são:

- AR-I – Amido fisicamente inacessível: as enzimas não têm acesso a essa fração. A quantidade é afetada pelo processamento e pode diminuir ou ser eliminada pela moagem. Ocorre em grãos e sementes parcialmente moídos.
- AR-II – Grânulos de amido resistente: certos grânulos de amido cru, como na batata e banana verde, são conhecidos por resistir ao ataque da  $\alpha$ -amilase. Isto ocorre, provavelmente, devido à natureza cristalina do amido, que é menos susceptível ao ataque de ácidos e enzimas.
- AR-III – Esta forma de AR é a mais comum na dieta humana e, do ponto tecnológico, a mais importante, uma vez que resulta do processamento do alimento (Englyst et al., 1992; García-Alonso et al., 1998).

A formação do AR-III ocorre devido à gelatinização e retrogradação do amido. Durante o processo de gelatinização (55 a 80°C), a ordem molecular do grânulo é gradualmente destruída, e o amido se torna facilmente digerível (Coffman & Juliano, 1987). Quando resfriado, o gel forma uma estrutura parcialmente cristalina, denominada de amido retrogradado (García-Alonso et al., 1998). A recristalização é reversível, no caso da amilopectina, e parcialmente reversível, no caso da amilose (Frei et al., 2003). O processo de cristalização das moléculas de amilose é facilitado devido a sua cadeia linear, enquanto que, na amilopectina, este processo é mais lento devido a sua cadeia ramificada. Por este motivo, alimentos com maior conteúdo de amilose tendem a formar maior quantidade de AR-III

(Eggum et al. 1993), no entanto alguns estudos não encontraram tal relação (Casiraghi et al., 1993; Rosin et al., 2002; Hoover and Zhou, 2003).

Rosin et al. (2002) realizaram um estudo com alimentos ricos em amido consumidos pela população brasileira, entre eles o arroz, submetendo-os a dois tratamentos para comparar a formação de amido resistente. A mesma amostra foi cozida e refrigerada (-20°C/30dias). As condições de armazenamento aumentaram o conteúdo de amido resistente (2,63 para 5,48% no arroz integral e 2,41 para 3,44% no arroz branco) e diminuíram o índice glicêmico (73 para 71 no arroz integral e 82 para 79 no arroz branco). Estes resultados também mostraram que não somente a alta concentração de amilose é relacionada com a retrogradação do amido e formação de amido resistente, mas também que diferentes fatores, como condições de armazenamento e presença de lipídios, afetam a reassociação da amilose durante a retrogradação. Segundo Eggum et al. (1993), a parboilização pode aumentar os níveis de amido resistente no arroz, mas não mais de 1%.

Do ponto de vista biológico, o maior efeito fisiológico do amido resistente é o de servir como um substrato fermentativo no cólon, promovendo o aumento e equilíbrio da massa microbiótica, similar a outros carboidratos não amiláceos (Champ & Faisant, 1996; Jenkins et al., 1998). Este fato resulta em aumento da frequência de evacuações e peso fecal, os quais são desejáveis na prevenção de problemas de constipação, hemorróidas e diminuição na produção de compostos tóxicos e mutagênicos (Yue & Waring, 1998). Além disso, a incompleta absorção do amido no intestino delgado diminui a quantidade de glicose disponível para o organismo, o que representa perda de energia potencial presente no alimento (Champ & Faisant, 1996).

Adicionalmente, o amido resistente também pode influenciar no metabolismo dos lipídios. De acordo com Sacquet et al. (1983), Champ et al. (1990) e Morand et al. (1992), a inclusão de amido resistente às dietas de ratos causa decréscimo nos níveis de colesterol e triglicerídios plasmáticos. Estima-se que o consumo de 20g ou mais de AR por dia possa oferecer benefícios à saúde na prevenção de algumas patologias, como por exemplo, as coronariopatias relacionadas a hiperlipidemias, diabetes, determinados tipos de câncer e obesidade (Lobo, 2001).

#### 2.3.1.4. Fibra Alimentar

Cereais são uma boa fonte de fibras, contudo a maior parte desta fração no grão de arroz é removida durante o processo de polimento (Oniang'o, 1998). Na Tabela de Composição de Alimentos do IBGE (1996) e na FAO/WHO (1997), são relatados,

respectivamente, valores de 0,6% e 3,5% de fibra no arroz branco. De acordo com Rosin et al. (2002), o teor de fibra alimentar no arroz branco (2,3%) é 2,6 vezes menor que no integral (5,89%).

Esta fração tem sido amplamente estudada nos últimos anos devido aos seus efeitos benéficos sobre o organismo humano. O comitê da AACCC (American Association of Cereal Chemists) descreve fibra alimentar como sendo o “remanescente da parte comestível de plantas e carboidratos análogos, que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado de humanos, com completa ou parcial fermentação no intestino grosso”. Isso inclui polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias associadas. Segundo este mesmo comitê, a fibra dietética exibe um ou mais dos efeitos: laxativo (formação e amaciamento da massa fecal; frequência de passagem aumentada; e/ou regulação), atenuante do colesterol sanguíneo e/ou atenuante da glicose sanguínea (Prosky, 1999).

A fibra alimentar é dividida nas frações insolúvel (celulose, hemicelulose, lignina e amido resistente) e solúvel (hemiceluloses solúveis, pectinas, gomas, mucilagens), as quais exercem diferentes funções no organismo humano. A fibra insolúvel, por ter capacidade de reter mais água, causa aumento no volume fecal e na pressão osmótica, diminuindo o tempo de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal (Warner, 1981). Já a fibra solúvel tem alta capacidade de fixar substâncias orgânicas e inorgânicas, seqüestrando os sais biliares, o que acarreta em aumento de sua excreção e, conseqüentemente, em redução na circulação enteropática. Com isso, o organismo tenta suprir o déficit de sais biliares sintetizando-os a partir de suas reservas de colesterol (Márques, 2001).

O potencial de fermentabilidade no intestino grosso é uma das mais importantes funções da fibra dietética (FAO/WHO, 1997). Nesta etapa, moléculas complexas são fragmentadas por bactérias intestinais em hexoses, pentoses e álcoois, os quais não são absorvidos nesta região do intestino, mas utilizados como substrato para outras colônias bacterianas que degradam essas substâncias em ácido láctico, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>, metano, acetato, propionato e butirato, com produção de energia. Este fato aumenta de forma considerável a massa bacteriana e, conseqüentemente, a massa fecal. Nestes casos, as bactérias podem chegar a representar até 1/3 do peso das fezes. Dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) produzidos pela fermentação da fibra, a seqüência preferencial de sua utilização nas células da mucosa do cólon é: butirato, acetato e propionato. O butirato apresenta um efeito trófico sobre o epitélio intestinal, pois estimula a proliferação dos enterócitos tanto no jejuno, como no íleo e no cólon. Já na presença de células neoplásicas na mucosa do cólon, o butirato age inibindo

a proliferação, exercendo, então, um efeito preventivo no desenvolvimento de câncer (Márques, 2001).

Tendo em vista todas as funções e benefícios da fibra alimentar no organismo, é possível levantar-se a hipótese de que cultivares de arroz com diferentes teores desse componente podem ser agrupados e usados em dietas específicas na nutrição humana.

### 2.3.2. Proteína

O conteúdo de proteína do arroz, segundo Coffman & Juliano (1987), pode variar de 4,3 a 18,2%, o que vai ao encontro dos resultados de Zhai et al. (2001) e Kennedy & 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).

As proteínas foram as primeiras substâncias a serem reconhecidas como uma parte vital dos tecidos vivos. 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).

Apesar de o conteúdo protéico do arroz ser menos expressivo que o de carboidratos, variações no teor desse nutriente podem causar efeitos significativos no metabolismo de pessoas que têm esse cereal como ingrediente majoritário da dieta (ex. asiáticos) (Islam et al., 1996).

As frações de proteína no arroz 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 & Juliano, 1987). O perfil de aminoácidos do arroz é alto em glutamina e ácido aspártico, porém, baixo em lisina (Grist, 1986; Juliano & FAO, 1993). No entanto, o polimento do arroz, além de remover uma quantidade considerável de proteína (15%), também diminui o seu valor biológico. Já o processo de parboilização pode diminuir a digestibilidade das proteínas pela formação de complexos proteína-amido ou produtos de Maillard durante o processo hidrotérmico. Contudo, este processo também aumenta o valor biológico da proteína, resultando em quase o mesmo NPU (*net protein utilization*) do arroz branco (Coffman & Juliano, 1987).

Um dos maiores problemas nutricionais de países em desenvolvimento, em especial aqueles que têm o arroz como principal produto na alimentação, é a desnutrição protéica-calórica (Juliano & FAO, 1993; Kennedy et al., 2002). Para melhorar a qualidade e a

quantidade de proteínas nesse cereal, alguns estudos, principalmente os relacionados ao melhoramento genético, vêm sendo desenvolvidos (Potrykus, 2004).

Nesse contexto, a identificação de cultivares com maior teor de proteína pode ser relevante para montar estratégias que visem diminuir a desnutrição protéico-calórica.

### 2.3.3. Minerais

Dentre todos os fatores que podem afetar os níveis de minerais no arroz, o fator genético e o processo de beneficiamento, destacando-se o polimento e a parboilização dos grãos. Zhai et al. (2001) encontrou diferenças significativas nos teores de alguns minerais (cálcio, magnésio, potássio, ferro e zinco) entre cultivares selvagem do Norte da América e da China, assim como Kennedy & Burlingame (2003), entre variedades de arroz integral.

O processo de polimento, dependendo da intensidade, pode reduzir os teores de P de 53 a 75%, Ca de 57 a 96% e de Mg de 62 a 98% (Coffman & Juliano, 1987; Bajaj et al., 1989). Ainda, de acordo com WHFOODS (2004), o polimento elimina metade do conteúdo de Mn e 60% de Fe presentes no grão integral.

Na parboilização, o conteúdo de matéria mineral aumenta. Isso acontece porque, segundo vários autores (Mickus & Luh, 1980; Coffman & Juliano, 1987; Casiraghi et al., 1993; Eggum et al., 1993; Singh et al., 1999; Te-Tzu, 2000; Silva et al., 2003), os minerais solúveis em água, presentes na camada externa, migram para o endosperma amiláceo, causando aumento nos teores desses componentes e melhorando o valor nutritivo dos grãos.

Em estudo realizado por David et al. (2003), a variação nos teores de Zn, Cu, Fe e Mn, nas amostras de grãos polidos, foi de 0,73 a 1,03 mg/kg; 0,11 a 0,29 mg/kg; 0,08 a 0,53 mg/kg; e 0,21 a 0,52 mg/kg, respectivamente. Na mesma ordem, nas amostras de grãos parboilizados, estas variações foram de 0,47 a 0,65 mg/kg; 0,12 a 0,28 mg/kg; 0,17 a 0,41 mg/kg; e 0,16 a 0,56 mg/kg, respectivamente. Apesar de demonstrarem diferenças entre os cultivares analisados, estes resultados indicam que o processo de parboilização não afetou, ou até diminuiu, os teores desses minerais. A explicação para este fato, segundo os autores, é de que possivelmente os efeitos mencionados de transferência de minerais do pericarpo para o endosperma do grão, por ocasião da parboilização, não sejam verdadeiros para os minerais estudados. Além disso, também é possível que alguns destes minerais sejam solubilizados e perdidos na água usada para o encharcamento dos grãos.

Os minerais cumprem as mais variadas funções no organismo, tais como construtora (formação de ossos, dentes, músculos, células sanguíneas, sistema nervoso), formação de hormônios (Iodo na tiroxina), formação de vitaminas (Cobalto na vit. B12), formação da

hemoglobina e mioglobina (Ferro), função reguladora (pressão osmótica, equilíbrio hídrico, equilíbrio ácido-base), estímulos nervosos (Ca, Mg, Na, K), ritmo normal do coração (K) e regulação da atividade metabólica (ativam enzimas) (Linder, 1991; Mahan, 1998).

Em países nos quais o arroz é o principal alimento, a deficiência de minerais (em especial Fe e Zn), chamada de “fome oculta”, encontra-se em evidência (Juliano & FAO, 1993; Javier, 2004). Portanto, nestes países, onde o consumo *per capita* de arroz é alto, qualquer aumento nos teores de minerais pode reverter em melhoras significativas na condição nutricional da população. Para isso, pesquisas estão sendo desenvolvidas com o objetivo de aumentar os teores destes nutrientes, assim como a sua disponibilidade no arroz (Kennedy e Burlingame, 2003; Vasconcelos et al., 2003; Potrykus, 2004).

Tendo em vista que diferentes cultivares podem apresentar variada quantidade de minerais, aquelas de maior conteúdo podem ter seu consumo incentivado em populações carentes para evitar esse tipo de “fome”.

#### 2.3.4. Vitaminas

Da mesma forma que os minerais, os teores de vitaminas também podem ser afetados pelo fator genético e o processo de beneficiamento. Zhai et al. (2001) encontraram diferenças entre cultivares selvagem do Norte da América e da China quanto a riboflavina, tocoferol e tiamina. Da mesma forma, Kennedy & Burlingame (2003) citam diferenças significativas entre 79 cultivares de arroz quanto aos teores destas vitaminas. De acordo com Kennedy et al. (2002), o arroz contribui com significantes quantidades de tiamina, riboflavina e niacina na dieta. No entanto este cereal é pobre quanto a vitamina A, vitamina D e vitamina C (Juliano & FAO, 1993).

O arroz integral contém maior teor de vitaminas do que o arroz branco pois, de acordo com Coffman & Juliano (1987), Juliano & FAO (1993) e Javier (2004), o polimento remove cerca de 80% da tiamina, 70% da riboflavina e 68% da niacina. As vitaminas do complexo B estão em maior concentração nas camadas que formam o farelo de arroz, por isso alguns países estimulam o consumo do arroz integral pela população (Kennedy et al. 2002). Resultados obtidos por Juliano & FAO (1993), Henry & Massey (2001) e Dexter (1998), demonstram que o processo de parboilização também aumenta os teores de tiamina, niacina e riboflavina nos grãos de arroz.

As vitaminas exercem as mais variadas funções no organismo humano. A tiamina (vitamina B<sub>1</sub>) tem papel essencial na transformação de energia e na condução de membranas e nervos. Embora seja necessária para metabolizar gorduras, proteínas e ácidos nucléicos, ela

está mais fortemente ligada ao metabolismo de carboidratos. Sua deficiência causa o beribéri, doença que envolve o sistema nervoso e cardiovascular. A riboflavina quando combinada com ácido fosfórico (FMN e FAD) age como catalisadora das reações de oxidação-redução nas células e funcionam como carreadoras de hidrogênio no sistema de transporte de elétrons mitocondrial. A niacina funciona como um componente das coenzimas nicotinamida adenina dinucleotídeo (NAD) e nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADP) que estão presentes em todas as células. Sua deficiência pode causar a pelagra, que é caracterizada por dermatite, demência e diarreia; tremores e língua dolorida (Mahan, 1998).

A deficiência de micronutrientes é comum em países que tem o arroz como alimento básico da dieta (Bangladesh, Índia, Indonésia, Vietnã). Essas deficiências são causadas principalmente pela falta de vitamina A, tiamina e riboflavina (no caso das últimas duas, devido ao consumo de arroz branco). Métodos de enriquecimento têm sido desenvolvidos para adicionar vitaminas sintéticas ao arroz repondo as que são perdidas com o polimento.

Recentemente, usando a técnica de transgenia, foi desenvolvido o “golden rice” ou arroz dourado, que por ter os teores de vitamina A e ferro aumentados, vêm sendo apontado como alternativa promissora na prevenção de doenças relacionadas à visão e à anemia. O cultivo deste arroz em países em desenvolvimento é uma das estratégias que serão adotadas no programa denominado Harvest Plus, que visa, a partir do esforço de várias instituições internacionais, minimizar os problemas de má nutrição em populações carentes. Tendo em vista que a dieta dessas populações contém grandes proporções de calorias provindas dos alimentos básicos (arroz), o aumento da densidade de micronutrientes nesses alimentos parece ser uma boa estratégia para melhorar o perfil nutricional desta população.



### **3. ARTIGOS CIENTÍFICOS**

### 3.1. ARTIGO 1 – VERSÃO ORIGINAL

Journal of Food Composition and Analysis

(Configuração conforme normas da revista – Anexo1)

(Artigo no prelo, a ser publicado em Dezembro de 2004 – Anexo 2)

## CATEGORIZING RICE CULTIVARS BASED ON DIFFERENCES IN CHEMICAL COMPOSITION

Cátia Regina Storck<sup>1</sup>, Leila Picolli da Silva, Carlos Alberto Alves Fagundes

*Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 97105-900, Brazil*

### Abstract

This research aimed to verify variations in chemical composition of rice cultivars after polishing and to evaluate the constancy between two cultivated years in order to categorize them into groups with distinct nutritional characteristics. The cultivation year only significantly affected the Ash values. Categorizing cultivars showed that some of them presented a standard pattern for some measures. The groups formed by cluster analysis from 2001/2002 samples were: 1A [PROCNT (crude protein)=7.80%; CHOAVL (digestible starch)=85.8%; FIBINS (insoluble fiber)=1.14%; FIBSOL (soluble fiber)=1.23%], 2A (PROCNT=9.90%; CHOAVL=84.8%; FIBINS=0.85%; FIBSOL=1.64%) and 3A (PROCNT=8.54%; CHOAVL=83.5%; FIBINS=1.64%; FIBSOL=1.48%); and by 2002/2003 samples were: 1B (PROCNT=7.63%; CHOAVL=86.1%; FIBINS=0.89%; FIBSOL=1.69%), 2B (PROCNT=10.3%; CHOAVL=82.9%; FIBINS=1.31%; FIBSOL=1.65%) and 3B (PROCNT=8.56%; CHOAVL=84.2%; FIBINS=0.66%; FIBSOL=3.09%). The groups formed in the two years were different, but some cultivars showed a standard pattern for some measures (i.e. BR-IRGA-409, IRGA-416 and FORMOSA for CHOAVL-high, PROCNT-low, and FIBINS-intermediate), which can serve as indicators of the persistence of these characteristics. These results are of great importance for use in genetic improvement, since if we have a common cereal with differentiated nutritional values, we can improve diet quality in poor populations that need special attention.

Key words: white rice, nutritional value, genetic improvement

---

---

<sup>1</sup> Corresponding author. Tel.: +55 55 2208547; fax.: +55 55 2208353.  
E-mail address: [catia.sm@terra.com.br](mailto:catia.sm@terra.com.br) (C.R. Storck)

## **1. Introduction**

Rice is one of the most important cereals in human nutrition, consumed by 2/3 of the global population. It accounts for 12% of proteins and 14% of total dietary energy supply in the basic Brazilian diet, with a yearly consumption of circa 47kg/year per capita (IRRI, 2004). In spite of its great importance, this cereal is classified based on industrial and commercial parameters, and not its nutritional value which is the most important parameter needed to compose a balanced diet.

Previous research has shown the existence of factors that can affect the composition and nutritional value of this grain, such as phenotypic variation, weather conditions, fertilizers, soil quality, processing and storage (Perez et al, 1996; Islam et al. 1996; Park et al., 2001; Sujatha et al., 2004) among others. Studies with oats and wheat have shown that in spite of environmental factors interfering in chemical composition of cereals, making it difficult to obtain constancy in the results between different years of evaluation, the cultivars can keep a standard compositional pattern, independent of the observed variation in absolute values of the nutritional measures (i.e. higher or smaller quantity of starch, protein, etc.) (Silva, 2002).

Similarly, Coffman and Juliano (1987), Juliano and FAO (1993) and Eggum et al. (1993) have shown that components such as protein, available starch and dietary fiber, can also be present in variable amounts in different rice cultivars. If stability can be detected in nutritional quality of this cereal, it can also be used for different dietary strategies. Based on this fact, the aim of this research was to verify variations in chemical composition of rice cultivars and evaluate the constancy between cultivated years, in order to categorize them, according to nutritional value, into groups with distinct nutritional characteristics.

## 2. Material and methods

To attain the aim of this study, we used nine *Oryza sativa* L. rice cultivars (BR-IRGA 409, BR-IRGA 410, IRGA 416, IRGA 417, IRGA 418, IRGA 419, IRGA 420, IRGA 421 and Formosa), collected in genetic reproduction and maintenance trials carried out on the experimental farm of Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA/Cachoeirinha/RS), during 2001/2002 and 2002/2003 growth seasons. For each year, two individual samples of each rice cultivar were analysed. Each cultivar sample was obtained from a lot of land containing 30 rows (3m in length and 30cm row to row distance). The land lot mean yield for each cultivar was 15 kg and from this individual samples weighing 1.5 kg each were taken, dehusked and polished in a Suzuki machine (MT 96) previously calibrated to the cultivars. For the analysis, rice grains were ground (micro mill) to obtain appropriate particle size (<1mm). The samples were stored in plastic bags under refrigeration until analysis.

The measures of dry matter (DM) (105°C/12h), ash (ASH) (550°C/5h), Crude Fat (FAT) in Soxhlet machine (solvent ether), and Crude Protein (PROCNT) by nitrogen determination using the Kjeldahl method ( $N \times 5.95$ ) were carried out according to AOAC (1995).

The amylose (AMYSM) value was determined according to the iodimetric technique (Blue Value), described by Gilbert and Spragg (1964). The sample was gelatinized under heating. After this, hipocloridric acid, tartaric potassium and iodine solutions were added to the sample and color absorption was measured at a wavelength of 680nm.

The resistant starch (STARES) determination was determined enzymatically according to the method no. 996.11 (AOAC, 1995 reviewed in 1998), modified by Walter (2003). The sample was incubated with  $\alpha$ -amylase for 5 min at 95°C to be hydrolyzed. Then protease was added and the sample incubated at 60°C for 30 min for protein removal. After this, amyloglucosidase was added and the sample was incubated at 50° C for 30 min. The

sample was centrifuged and the supernatant was discarded. Dimethyl sulphoxide (DMSO) was added to the residue to make it soluble. This residue was submitted to a new digestion with amylose and amyloglucosidase. After centrifugation (10min, 1000g), glucose concentration in the supernatant was determined by using a glucose oxidase-peroxidase kit. Color absorption was measured at a wavelength of 505nm and glucose concentration was converted into resistant starch content by applying the factor 0.9. The digestible starch (CHOAVL) was determined by difference (CHOAVL = 100 - [ASH+FAT+PROCNT+FIBTG+STARES]).

Total fiber (FIBTG), insoluble fiber (FIBINS), and soluble fiber (FIBSOL) were determined according to the enzymatic-gravimetric method no. 985.29 and no. 991.42 (AOAC, 1995). The sample was first incubated at pH6.0 for 30 min at 100°C with  $\alpha$ -amylase and then allowed to cool. The pH was adjusted to 7.5, and the sample was incubated with protease for 30 min at 60°C to hydrolyze the protein. After cooling the sample, the pH was adjusted to 4.5 and the sample was incubated with amyloglucosidase for 30 min at 60°C to hydrolyze the starch dextrin. For determination of total dietary fiber, the soluble portion was precipitated with 80% ethanol (v/v) at 60°C for 60 min. For determination of insoluble fiber, the samples were filtered immediately after the end of the digestions. After filtration, the residue was washed successively with ethanol and acetone, dried (105°C air oven/12h), and weighed. A correction was made for ash and protein, and the amount of total dietary fiber and insoluble fiber was calculated. The content of soluble fiber was calculated by observing the difference between total and insoluble fiber.

All analyses were carried out in duplicate (each individual sample was analysed twice). The enzymes used in the enzymatic methods were  $\alpha$ -amylase Termamyl 120L®, protease Flavourzyme 500L® and amyloglucosidase AMG 300L®, all produced by Novozymes Latin American Limited.

Determined measured values were submitted to variance analysis and the means of the two years were compared using the F-test ( $p < 0.05$ ). Rice cultivars were divided into groups with distinctive nutritional characteristics by year and by Cluster analysis, using the Ward method, as indicated by Hair Jr. et al. (1998). The software used for the analysis was SPSS 8.0 for Windows.

### 3. Results and discussion

#### 3.1. Influence of cultivation year on chemical composition of rice cultivars

Significant decrease ( $p < 0.05$ ) in ASH values from the cultivation year of 2001/2002 to 2002/2003 (Table 1) was observed. As the climatic conditions were similar between years (data not shown), this difference could be attributed to other environmental factors such as soil type, fertilization, plant behavior and, water quality that were not controlled during the growing period. The other measures (AMYSM, PROCNT, FAT, CHOAVL, FIBTG, FIBINS and FIBSOL) were not affected by cultivation year ( $p > 0.05$ ) (Table 1).

**Table 1**

Amylose (AMYSM), mineral matter (ASH), crude fat (FAT), total fiber (FIBTG), crude protein (PROCNT), digestible starch (CHOAVL), insoluble fiber (FIBINS), and soluble fiber (FIBSOL) mean values of rice cultivated in 2001/2002 and 2002/2003 (% dry wt.)

	2001/2002			2002/2003		
	Mean <sup>a</sup> ± SD	Min	Max	Mean <sup>a</sup> ± SD	Min	Max
AMYSM	24.6 <sup>a</sup> ± 3.7	17.8	27.5	22.7 <sup>a</sup> ± 2.91	16.9	26.1
ASH	0.46 <sup>a</sup> ± 0.09	0.31	0.56	0.30 <sup>b</sup> ± 0.03	0.25	0.35
FAT	0.34 <sup>a</sup> ± 0.12	0.13	0.51	0.36 <sup>a</sup> ± 0.10	0.26	0.51
FIBTG	2.50 <sup>a</sup> ± 0.28	0.85	3.13	2.87 <sup>a</sup> ± 0.53	2.11	3.75
PROCNT	8.37 <sup>a</sup> ± 0.85	6.81	9.56	8.94 <sup>a</sup> ± 1.55	5.96	10.8
CHOAVL	85.1 <sup>a</sup> ± 0.96	83.5	86.8	84.5 <sup>a</sup> ± 1.83	82.2	88.0
FIBINS	1.07 <sup>a</sup> ± 0.29	0.71	1.64	1.05 <sup>a</sup> ± 0.36	0.60	1.77
FIBSOL	1.44 <sup>a</sup> ± 0.26	0.92	1.77	1.82 <sup>a</sup> ± 0.53	1.19	3.09

SD - Standard deviation; Min – Minimum; Max – Maximum.

<sup>a</sup> Different letters between means among years show significant difference ( $p < 0.05$ ) by Tukey's ( $n = 9$ ).

The mean values for AMYSM were 24.55% and 22.65% (2001/2002 and 2002/2003, respectively) with a range from 16.90% to 27.46%. This range is narrower than that reported by Kennedy and Burlingame (2003) (0.5 to 33%), which described the AMYSM content of

2000 rice varieties. According to Coffman and Juliano (1987), rice can be classified, depending on the AMYSM content, in waxy (1-2%), nonwaxy low AMYSM (12-19%), intermediate AMYSM (20-24%) and high AMYSM (25-32%). The AMYSM content, in spite of being extensively used for technological aims, also influences food digestibility. The consumption of high AMYSM cereals generally gives lower glycemic response and slower gastrointestinal emptying than that with a lower value (Frei et al., 2003; FAO/WHO, 1997). This indicates that we can select cultivars by AMYSM content and not only to apply this datum to attain different technological aims, but also to control glycemic index (Frei et al., 2003). However, one must be careful in the use of this measure to attain desirable physiological effects because other factors can interfere in the digestibility (AMYSM-lipids complexes and physico-chemical properties). In a study developed by Casiraghi et al. (1993), differences in starch digestibility and glycemic response of different rice varieties with similar AMYSM content were observed, concluding that the AMYSM, alone, is not a good starch digestibility index in this cereal.

The range of ASH content (0.38%) and FAT (0.35%) among cultivars, considering both cultivation years, showed medium variation of 60% and 164%, respectively, which is in accordance with results obtained by Coffman and Juliano (1987) and by Juliano and FAO (1993). Despite having this high range, the ASH content is not a good predictor of nutritional value, because we do not know which mineral is present in higher amounts. In this case the recommended procedure would be to analyze each mineral individually to better correlate its nutritional value. The FAT content is not important in rice since the higher amounts remain in the hull, which was removed.

The mean values of FIBTG found were higher than those cited by Prosky et al. (1985) and by Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (2004) (1.04% and 1.65%, respectively). In spite of its importance, the isolated FIBTG value does not indicate the real

potential of this measure, since its physiological effects are more related to the proportions of the insoluble and soluble fractions. Because, according to Jørgensen et al. (1996), Johansen and Knudsen (1997), Moore et al. (1998) and Guillon and Champ (2000), the effects of these fractions will depend not only on the ingested amount, but also on the predominance of one fraction related to the other and the synergism that can occur between them. Therefore, we can assume that the quantification of these two fractions, individually, is more important to nutritional value than just the quantification of FIBTG.

As discussed above, the measures of AMYSM, ASH, FAT and FIBTG, despite the importance of some aspects, are not good indexes of rice grain biological value. Therefore, in aiming to classify the studied cultivars according to characteristics with an effective applicability in nutrition, measures of PROCNT, CHOAVL, FIBINS and FIBSOL were used for cluster analysis.

The range variation of PROCNT values obtained in the present work (Table 1) was higher than that reported by Coffman and Juliano (1987) (7.3-8.3%), by Juliano and FAO (1993) (7.3-8.6%) and by Eggum et al. (1993) (7.1-8.7%). Because PROCNT is important in many metabolic processes and in the structure and maintenance of organic tissues (Mahan, 1998), some genetic improvement research has been conducted aiming to improve the quality and quantity of rice PROCNT (Islam et al., 1996). These studies are significantly nutritionally important since increasing the PROCNT values in this cereal consequently raises one's intake, especially in countries where rice is the staple food (Perez et al., 1996). According to the variations found among cultivars in two years of evaluation and to the above mentioned views, the hypothesis that some of the rice cultivars could be used to promote higher or smaller PROCNT intake, according to specific needs of each individual (i.e. higher PROCNT intake to promote growth; smaller PROCNT intake to control kidney problems) is raised.



The mean values of CHOAVL (Table 1) were higher than those related by Casiraghi et al. (1993) (78.2%), Sagum and Arcot (2000) (72.8%) and by Sujatha et al. (2004) (78%), but were lower than the ones cited by Juliano and FAO (1993) (96.5%). Considering that CHOAVL is the main energy source from cereals, variation in its values can be used for different diets.

The results found in this research show that mean values of FIBSOL (1.63%) were higher than FIBINS (1.05%), and both were higher than the ones cited by Prosky et al. (1988). The physiological effects of each fraction are different in the human body. (Márques, 2001; Guillon and Champ, 2000; Bergman, 1990; Bach Kudsén et al., 1993; Zhao et al., 1995; Topping, 1991; Stephen and Cummings, 1979; Gould et al., 1989; Easwood, 1992; Warner, 1981) Considering that, in this study, there was a difference of up to 163% for FIBINS values and 126% for FIBSOL among analyzed cultivars, different cultivars can be chosen for their specific beneficial effects related to fiber fractions.

### 3.2. Categorizing rice cultivars according to nutritional potential

Despite being an important factor, the individual discussion of each measure variation allows an incomplete analysis of nutritional potential of different cultivars. Therefore, the present research has attempted to correct this deficiency through multivariate cluster analyses using a group of measures (PROCNT, CHOAVL, FIBINS and FIBSOL) that estimates more clearly the nutritional quality of this cereal in order to classify the respective cultivars into groups with specific and different characteristics. According to Lima et al. (2000), controlling nutrient composition of grains allows cultivars' selection and classification in batches that, according to nutritional characteristics, could be used with different aims in nutrition, thus optimizing the use of this cereal.

Independently of observed variation in absolute values of the evaluated measures, it seems that the cultivars have a tendency to keep a stable pattern between years (i.e. higher or lower starch or protein content) (Silva, 2002), which can be an indicative of stability in nutritional quality. This information could be used as a criterion in grain production of different cultivars for specific uses in human nutrition. In the present study, even though variations in absolute values of the evaluated measures for the same cultivar between cultivated years occurred, a standard pattern for some measures was observed, which makes it possible to classify them according to nutritional value, in groups with specific nutritional characteristics.

The groups obtained with cultivars from 2001/2002 (Table 2) showed the following characteristics:

Group 1A: Higher CHOAVL, intermediate FIBINS, and lower PROCNT and FIBSOL values;

Group 1B: Higher PROCNT and FIBSOL, intermediate CHOAVL, and low FIBINS values;

Group 1C: Higher FIBINS, intermediate FIBSOL and PROCNT, and lower CHOAVL values.

The groups formed with cultivars from 2002/2003 (Table 2) presented some changes related to cultivars' distribution and group characteristics as follows:

Group 2A: Higher CHOAVL, intermediate FIBINS and FIBSOL, and lower PROCNT values;

Group 2B: Higher PROCNT and FIBINS, and lower CHOAVL and FIBSOL values;

Group 2C: Higher FIBSOL, intermediate CHOAVL and PROCNT, and lower FIBINS values.

**Table 2**

Groups formed by rice cultivars cultivated in 2001/2002 and 2002/2003 considering the measures of crude protein (PROCNT), available starch (CHOAVL), insoluble fiber (FIBINS), and soluble fiber (FIBSOL) (% dry wt.)

Group <sup>a</sup>	Measures				Cultivars
	PROCNT Mean <sup>b</sup>	CHOAVL	FIBINS	FIBSOL	
1A	7.80 <sup>ns</sup> ↓	85.8 <sup>ns</sup> ↑	1.14 <sup>b</sup> ±	1.23 <sup>b</sup> ↓	BR-IRGA 409, IRGA 416, IRGA 419, FORMOSA
1B	8.90 <sup>ns</sup> ↑	84.8 <sup>ns</sup> ±	0.85 <sup>c</sup> ↓	1.64 <sup>a</sup> ↑	BR-IRGA 410, IRGA 417, IRGA 418, IRGA 421
1C	8.54 <sup>ns</sup> ±	83.5 <sup>ns</sup> ↓	1.64 <sup>a</sup> ↑	1.48 <sup>ab</sup> ±	IRGA 420
2A	7.63 <sup>b</sup> ↓	86.1 <sup>a</sup> ↑	0.89 <sup>ns</sup> ±	1.69 <sup>b</sup> ±	BR-IRGA 409, BR-IRGA 410, IRGA 416, FORMOSA
2B	10.3 <sup>a</sup> ↑	82.9 <sup>b</sup> ↓	1.31 <sup>ns</sup> ↑	1.65 <sup>b</sup> ↓	IRGA 417, IRGA 419, IRGA 420, IRGA 421
2C	8.56 <sup>b</sup> ±	84.2 <sup>ab</sup> ±	0.66 <sup>ns</sup> ↓	3.09 <sup>a</sup> ↑	IRGA 418

n = groups with different numbers of repetitions; ↑ (high), ± (intermediated) and ↓ (low).

<sup>a</sup> Groups formed by cluster analysis with the cultivars from 2001/2002 (1A, 1B, 1C) and 2002/2003 (2A, 2B, 2C)

<sup>b</sup> Different letters between means show significant difference ( $p < 0.05$ ) by Tukey's

Analyzing the groups obtained in the two years, it was possible to observe that the cultivar BR-IRGA 410 did not follow any standard behavior for the measures analyzed and the cultivar IRGA 419 showed constancy just for FIBSOL (low) value.

According to our results, different cultivars with specific characteristics could be used in different aims in diets adding value to a cereal that is very common, as with the cultivars BR-IRGA 409, IRGA 416 and FORMOSA that presented constant behavior, keeping constant the CHOAVL (high), PROCNT (low), and FIBINS (intermediate) values, although the FIBSOL values have changed from low to intermediate between the two years. With these characteristics, these cultivars, allied to a healthy diet, could be recommended for people that need high energetic support, such as athletes. They could also help to increase intake of fiber in diets poor in this nutrient.

On the other hand, the cultivar IRGA 420 also showed constancy in CHOAVL but in low content. The FIBINS content was kept in a high level, the PROCNT content ranged from high to intermediate, and FIBSOL from intermediate to low. Based on these results, this cultivar could be indicated to increase FIBINS intake in people that suffer from intestinal

constipation and, due to the low CHOAVL content, for people that are in weight reducing programs.

The cultivar IRGA 418 showed constancy of FIBSOL (high), FIBINS (low) and CHOAVL (intermediate) results, with variation in PROCNT value from high to intermediate. Based on these results, the special nutritional advantage of this cultivar is that, allied to a balanced food intake, it could be used to increase FIBSOL intake by people that are in reducing weight programs, because this fraction has the ability to form gels in the gastrointestinal tract, increasing its fecal bulk by almost seven times, a fact that brings a sensation of satiety and subsequent ingestion decrease (Márques, 2001).

For the cultivars IRGA 417 and IRGA 421 there was constancy just in PROCNT (high) values in two years of grouping, with inversion in FIBINS (low-high) and FIBSOL (high-low) values and a range from intermediate to low in CHOAVL. These cultivars, different from the BR-IRGA 409, IRGA 416 and FORMOSA that presented low PROCNT and high CHOAVL content, could be consumed by, for example, growing children and athletes, not that rice would replace other sources of protein, but it could increase its consumption. It would be also interesting to encourage the intake of these cultivars among poor populations that present higher risk of development of protein malnutrition, since their diets are deficient in this nutrient, a fact that is currently diagnosed in the majority of the Brazilian population (Recine and Radaelli, 2003).

As we could see, the groups formed in one year were not the same in the other year and had not the same characteristics, but some cultivars showed a standard behavior for some measures, which can serve as an indicator of the persistence of these characteristics. To characterize the chemical composition of a rice cultivar more years of evaluation are needed and there are still some factors that affect these results. These results are of great importance for use in genetic improvement, since if we can have a common cereal with differentiated

nutritional value, we can add nutritional value to this food and improve diet quality in poor populations that need special attention.

#### **4. Conclusions**

Our results indicate that there are differences between groups of cultivars and, independently of absolute variation between cultivation years, some of them kept a standard pattern for measures of nutritional interest. According to this results,, this observation is indicative of nutritional quality stability and, possibly, could be used as a criterion to choose production of different cultivars of grains for specific uses in human nutrition.

#### **5. Acknowledgements**

The authors acknowledge the financial support granted by “Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior” (CAPES) and “Instituto Rio Grandense do Arroz” (IRGA).

#### **6. References**

- AOAC (1995). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16th ed., Washington, DC.
- AOAC (1995). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 16<sup>th</sup> ed., supplement 1998, Washington, DC. Chapter 32: 25-28.
- Bach Kudsén, K.E.; Jensen, B.B.; Hansen, I. (1993). Digestion of polysaccharides and other major components in the small and large intestine of pigs fed on diets consisting of oat fractions rich in  $\beta$ -D-glucan. *Br. J. Nutr.*, Cambridge, 70 (2), 537-556.
- Bergman, E.N. (1990). Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Phys. Rev.*, Bethesda. 70 (2), 567-589.

- Casiraghi, M.C.; Brighenti, F. Pellegrini, N.; Leopardi, E.; Testolin, G. (1993). Effects of Processing on Rice Starch Digestibility Evaluated by in Vivo and in Vitro Methods. *J Cereal Sci.* 17, 147-156.
- Coffman, W.R.; Juliano, B.O. (1987). Rice. In: Olson, R.A.; Frey, K.J. Nutritional quality of cereal grains: Genetic and agronomic improvement. Madison: *American Society of Agronomy*. cap.5, 101-131.
- Easwood, M.A. (1992). The physiological effect of dietary fiber: and update. *Annu. Rev. Nutr.*, New York, 12 (1), 19-35.
- Eggum, B.O., Juliano, B.O., Perez, C.M., Acedo, E.F. (1993). The resistant starch, undigestible energy and undigestible protein contents of raw and cooked milled rice. *J. Cereal Sci.* 18, 159-170.
- Food and Agricultural Organization / World Health Organization (FAO/WHO) (1997). Carbohydrates in Human Nutrition: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, April 14-18, 1997, *Food and Nutrition paper*, FAO, Rome, 140p.
- Frei, M.; Siddhuraju, P.; Becker, K. (2003). Studies on in vitro starch digestibility and the glycemic index of six different indigenous rice cultivars from the Philippines. *Food Chem.* 83, 395-402.
- Gilbert, G.A.; Spragg, S.P. (1964). Iodine Sorption: "Blue Value". In: Whistler, R.L. et al. *Methods in Carbohydrate Chemistry*: volume IV – starch. London : Academic Press. 168-169.
- Gould, J.M.; Jasberg, B.K.; Dexter, L.B.; Hsu, J.T.; Lewis, S.M.; Fahey, G.C. Jr. (1989). High-fiber, noncaloric flour substitute for baked foods - Properties of alkaline peroxide-treated lignocellulose. *Cereal chem.*, St. Paul, 66 (3), 201-295.

- Guillon, F.; Champ, M. (2000). Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. *Food Res. Int.*, Ontario, 33 (3-4), 233-245.
- Hair Jr., J.F.; Anderson, R.E.; Tahman, R.L.; Black, W;C. (1998). *Multivariate data analysis*. 5.ed. New Jersey. 730p.
- IRRI. Riceweb. A compendium of facts and figures from the world of rice. Retrieved March 10, 2004 from the World Wide Web: <http://www.riceweb.org>.
- Islam, N.; Inagara, S.; Chishaki, N.; Horiguchi, T. (1996). Effect of N Top-Dressing on Protein Content in Japonica and Indica Rice Grains. *Cereal Chem.* 73, 571-573.
- Johansen, H. N.; Knudsen, K.E.B. (1997). Physico-chemical properties and the degradation of oat bran polysaccharides in the gut of pigs. *J. Sci. Food Agric.* 73, 81-92.
- Jørgensen, H.; Zhao, X.-Q.; Eggum, B.O. (1996). The influence of dietary fibre and environmental temperature on the development of the gastrointestinal tract, digestibility, degree of fermentation in the hind-gut and energy metabolism in pigs. *Br. J. Nutr.* 75, 365-378.
- Juliano, B.O.; FAO (1993). Rice in Human Nutrition. FAO, Rome. Retrieved January 14, 2004 from the World Wide Web: <http://www.fao.org/inpho/content/documents//vlibrary/t0567e/t0567e00.htm>.
- Kennedy, G.; Burlingame, B. (2003). Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. *Food Chem.* 80, 589-596.
- Lima, G.J.M.M. de; Singer, J.M.; Guinoni; A.L. et al. (2000). Classificação do milho, quanto à composição em alguns nutrientes através do emprego de análise de conglomerados [abstract]. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., Uberlândia. *Anais...* Uberlândia.
- Mahan, L.K., 1998. Krause: Alimentos, nutrição e dietoterapia. 9th ed. São Paulo: Roca.

- Márques, L. R [2001?]. A fibra terapêutica. 2. ed. São Paulo. 175p.
- Moore, M.A.; Park, C.B.; Tsuda, H. (1998). Soluble and insoluble fiber influences on cancer development. *Critical Rev oncology/hematology*. 27. 229-242.
- Park, J.K.; Kim, S.S.; Kim, K.O. (2001). Effects of Milling Ratio on Sensory Properties of Cooked Rice and Physicochemical Properties of Milled and Cooked Rice. *Cereal Chem*. 78, 151-156.
- Perez, C.M.; Juliano, B.O.; Liboon, S.P.; Alcantara, J.M.; Cassman, K.G. (1996). Effects os Late Nitrogen Fertilizer Application on Head Rice Yield, Protein Content, and Grain Quality of Rice. *Cereal Chem*. 73 (5): 556-560.
- Prosky, L.; Asp, N.G.; Furda, I.; Devries, J.W. Schweizer, T.F.; Harland, B.F. (1985). Determination of Total Dietary Fiber in Foods and Food Products: Collaborative Study. *J. Assoc. Anal. Chem. Int*. 68, 677-679.
- Prosky, L.; Asp, N.G.; Schweizer, T.F.; Devries, J.W.; Furda, I. (1988). Determination of Insoluble, Soluble, and Total Dietary Fiber in Foods nad Food Products: Interlaboratory Study. *J. Assoc. Anal. Chem. Int*. 71, 1017-1023.
- Recine, E.; Radaelli, P. (2003). *Obesidade e desnutrição*. NUT/FS/UnB; ATAN/DAB/SPS: Brasília, 60p. Retrieved October 14, 2003 from the World Wide Web: [http://www.saude.gov.br/bvs/publicacoes/obesidade\\_desnutricao.pdf](http://www.saude.gov.br/bvs/publicacoes/obesidade_desnutricao.pdf).
- Sagum, R.; Arcot, J. (2000). Effect of domestic processing methods on the starch, non-starch polysaccharides and in vitro starch and protein digestibility of three varieties of rice with varying levels of amylose. *Food Chem*. 70, 107-111.
- Silva, L.P. da (2002). *Composição química de trigo e de aveia e efeito dos teores e proporções de fibra alimentar sobre a resposta biológica de frangos de corte e ratos* (Tese



- de Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 188p.
- Stephen, A.M.; Cummings, J.H. (1979). Water-holding by dietary fibre in vitro and its relationship to faecal output in man. *Gut*, London, 20 (5), 722-729.
- Sujatha, S.J.; Ahmad, R.; Bhat, P.R. (2004). 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.
- Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2004). *USP*. Retrieved April 23, 2004 from the World Wide Web: <http://143.107.7.148/tabela/tbcamenu.php>.
- Topping, D.L. (1991). Soluble Fiber Polysaccharides: Effects on Plasma Cholesterol and colonic Fermentation. *Nutr Rev.* 49, 195-203.
- Walter, M.; Silva, L.P.; Pazini, M. (2003). Comparação de Metodologias para Determinação de Amido Resistente [abstract]. In: *5º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos*; 2003 Nov 1-6; Campinas, São Paulo: CD-ROOM.
- Warner, A. C. I. (1981). Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. *Nutr. Abstr. Rev.* (Series 'B'). 51, 789-975.
- Zhao, X.; Jørgensen, H.; Eggum, B.O. (1995). The influence of dietary fibre on body composition, visceral, organ weight, digestibility and energy balance in rats housed in different thermal environments. *Br. J. Nutr.*, Cambridge. 73 (5), 687-699.

### 3.2. ARTIGO 1 – VERSÃO EM PORTUGUÊS

## CLASSIFICAÇÃO DE CULTIVARES DE ARROZ QUANTO A MEDIDAS DE INTERESSE NUTRICIONAL

Cátia Regina Storck<sup>1</sup>, Leila Picolli da Silva, Carlos Alberto Alves Fagundes

*Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 97105-900, Brazil*

### Resumo

Esta pesquisa objetivou determinar a composição química nos grãos branco polido de nove cultivares de arroz produzidos em duas safras consecutivas (2001/2002 e 2002/2003) no município de Cachoeirinha, RS e avaliar a constância desses resultados em dois anos de cultivo, visando classificá-los em grupos com características nutricionais distintas. O ano de cultivo somente afetou significativamente os valores de matéria mineral. Quanto á classificação dos cultivares dentro de cada ano, os grupos formados pelas amostras de 2001/2002 foram: 1A [PB (proteína bruta) =7,80%, AD (amido digestível) =85,8%, FI (fibra insolúvel) =1,14% e FS (fibra solúvel) =1,23%], 2A (PB=9,90%, AD=84,8%, FI=0,85%, FS=1,64%) e 3A (PB=8,54%, AD=83,5%, FI=1,64%, FS=1,48%); e pelas amostras de 2002/2003 foram: 1B (PB=7,63%, AD=86,1%, FI=0,89%, FS=1,69%), 2B (PB=10,3%, AD=82,9%, FI=1,31%, FS=1,65%) e 3B (PB=8,56%, AD=84,2%, FI=0,66%, FS=3,09%). Os grupos formados nos dois anos tiveram composição diferenciada, porém alguns cultivares apresentaram comportamento persistente para certas medidas de importância nutricional (ex. BR-IRGA-409, IRGA-416 e FORMOSA para AD-alto, PB-baixo, e FI-intermediário). Esses resultados são de grande importância, uma vez que tendo-se um cereal comum com valor nutricional diferenciado, pode-se melhorar a qualidade da dieta de populações pobres que necessitam de atenção especial. Adicionalmente, tais resultados podem ser explorados pelo melhoramento genético, a fim de serem obtidos cultivares nutricionalmente superiores.

Palavras-chave: arroz branco, valor nutricional, melhoramento genético.

### 1. Introdução

O arroz é um dos cereais mais importantes na alimentação humana, consumido por cerca de 2/3 de toda a população mundial. Contribui com 12% das proteínas e 14% das calorias da dieta básica do brasileiro, com um consumo anual de 47Kg/ano/per capita (IRRI,

---

<sup>1</sup> Corresponding author. Tel.: +55 55 2208547; fax.: +55 55 2208353.  
E-mail address: catia.sm@terra.com.br (C.R. Storck)

2004). Apesar da grande importância, a classificação desse cereal baseia-se em parâmetros industriais e comerciais, não levando em consideração seu valor nutricional, que é o parâmetro mais importante na escolha dos alimentos para compor uma dieta balanceada.

Pesquisas têm demonstrado a existência de fatores que podem afetar a composição e o valor nutricional do grão, tais como variação genotípica, condições do clima, fertilizantes, qualidade do solo, processamento e armazenamento (Perez et al, 1996; Islam et al. 1996; Park et al., 2001; Sujatha et al., 2004), entre outros. Estudos com aveia e trigo indicam que, apesar de fatores ambientais e climáticos interferirem na composição química dos cereais dificultando a obtenção de constância nos resultados entre diferentes anos de avaliação, os cultivares podem manter um padrão de comportamento, independentemente da variação observada nos teores absolutos das medidas nutricionais (ex: maior ou menor teor de amido, de proteína, etc) (Silva, 2002).

Da mesma forma, Coffman & Juliano (1987), Juliano & FAO (1993) e Eggum et al. (1993) afirmam que componentes como proteína, amido disponível e fibra alimentar também estão presentes em quantidades variáveis nos diferentes cultivares de arroz. Assim, sendo detectada uma estabilidade na qualidade nutricional desses cultivares, os mesmos também poderiam ser usados em diferentes estratégias dietéticas. Baseando-se nesse fato, os objetivos do presente trabalho foram os de determinar a composição química nos grãos de nove cultivares de arroz produzidos em duas safras consecutivas (2001/2002 e 2002/2003) no município de Cachoeirinha, RS e avaliar a persistência entre os anos de cultivo, afim de classificá-los, de acordo com medidas de interesse nutricional, em grupos com características nutricionais distintas.

## 2. Material e métodos

Para atingir o objetivo desta pesquisa, foram utilizados nove cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) (BR-IRGA 409, BR-IRGA 410, IRGA 416, IRGA 417, IRGA 418, IRGA 419, IRGA 420, IRGA 421 e IAS 12-9 Formosa), coletados na Estação Experimental do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA/Cachoeirinha/RS), durante as safras agrícolas de 2001/2002 e 2002/2003. Cada amostra foi obtida de uma parcela de 30 linhas (3m de comprimento e 30cm de distância entre as linhas). A média de produtividade de cada parcela foi de 15Kg, da qual foi retirado 1,5Kg, que foi descascado e polido em engenho de provas Suzuki (MT 96), previamente regulado para o cultivar.

Na seqüência, nas dependências do Núcleo Integrado de Desenvolvimento de Análises Laboratoriais (NIDAL) da UFSM, os grãos foram moídos (micromoinho) a fim de se obter um tamanho de partículas apropriado para as análises de composição química (<1mm). Essas amostras foram armazenadas em sacos plásticos, sob congelamento, até o momento das análises.

As medidas de matéria seca (MS) (105°C/12h), matéria mineral (MM) (550°C/5h), extrato etéreo (EE) em aparelho Soxhlet (solvente éter) e proteína bruta (PB) através da determinação de nitrogênio pelo método de Kjeldahl ( $N \times 5,95$ ) foram realizadas de acordo com as técnicas descritas pela AOAC (1995).

O teor de amilose (Aml) foi determinado de acordo com a técnica iodométrica (Blue Value), descrita por Gilbert & Spragg (1964), em que as amostras foram gelatinizadas sob aquecimento. Após, foi adicionado ácido hipoclorídrico, tartarato de potássio e solução de iodo. A absorbância foi medida a 680nm.

A determinação do amido resistente (AR) foi realizada enzimaticamente de acordo com o método nº 996.11 (AOAC, 1995, revisada em 1998), modificado por Walter (2003). A amostra foi incubada com  $\alpha$ -amilase, por 5 min, a 95°C. Na seqüência, foi adicionada

protease, seguida de nova incubação a 60°C, por 30 min. Após, foi adicionado amiloglicosidase, e realizada incubação a 50°C, por 30 min. A amostra foi então centrifugada e o sobrenadante foi descartado. Adicionou-se ao resíduo remanescente dimetilsulfóxido (DMSO) para torná-lo solúvel, seguido de nova digestão com  $\alpha$ -amilase e amiloglicosidase. Após a centrifugação (10 min, 1000g), a concentração de glicose no sobrenadante foi determinada com o uso de um Kit glicose oxidase-peroxidase. A absorbância foi medida a 505nm, e a concentração de glicose foi convertida em amido resistente aplicando-se um fator de 0,9. A estimativa de amido disponível (AD) foi realizada por diferença ( $AD = 100 - [MM+EE+PB+FT+AR]$ ).

Os teores de fibra total (FT), insolúvel (FI) e solúvel (FS) foram determinados conforme o método enzimático-gravimétrico nº 985.29 e nº 991.42 (AOAC, 1995). A amostra foi primeiramente incubada a pH 6,0, por 30 min, a 100°C, com  $\alpha$ -amilase e, então, resfriada. O pH foi ajustado para 7,5. Adicionou-se protease, seguida de incubação a 60°C, por 30 min, para hidrolizar a proteína. Após o resfriamento, o pH foi ajustado para 4,5, sendo realizada nova incubação com amiloglicosidase por 30 min, a 60°C, para hidrolizar as dextrinas do amido. Para a determinação de FT, a parte solúvel foi precipitada com etanol 80% (v/v), a 60°C, por 60 min. Já para a FI, as amostras foram imediatamente filtradas após o final das digestões. Depois da filtragem, os resíduos foram lavados sucessivamente com etanol e acetona, secados (105°C/12h em estufa de ventilação) e pesados. As correções para matéria mineral e proteína foram feitas, e a quantidade total de fibra dietética e insolúvel foi calculada. O conteúdo de fibra solúvel foi determinado observando-se a diferença entre fibra total e insolúvel.

Todas as análises foram realizadas em duplicata. As enzimas utilizadas nos métodos enzimáticos foram  $\alpha$ -amilase Termamyl 120L®, protease Flavourzyme 500L® e amiloglicosidase AMG 300L®; todas fabricadas pela Novozymes Latin American Limited.

Os valores das medidas determinadas foram submetidos à análise de variância e as médias das safras foram comparadas pelo F-teste ( $P < 0,05$ ). Os cultivares de arroz foram divididos em grupos com características nutricionais distintas em cada ano de cultivo, considerando as medidas de AD, PB, FI e FS. Para tal foi realizada análise de agrupamento de acordo com o método de Ward, conforme indicado por Hair Jr. et al. (1998). O programa utilizado para as análises foi o SPSS 8.0 para Windows.

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1. Influência do ano de cultivo na composição química de cultivares de arroz

Foi observada diminuição significativa ( $P < 0,05$ ) no teor de MM do ano de cultivo de 2001/2002 para o de 2002/2003 (Tabela 1). Como as condições climáticas foram similares entre os anos (dados não mostrados), essa diferença poderia ser atribuída a outros fatores ambientais tais como tipo de solo, fertilização, manejo e qualidade da água, entre outros. As demais medidas (Aml, PB, EE, AD, FT, FI e FS) não foram influenciadas pelo ano de cultivo ( $p > 0,05$ ) (Tabela 1).

**Tabela 1:** Valores médios de matéria mineral (MM), amilose (Aml), extrato etéreo (EE), fibra total (FT), proteína bruta (PB), amido digestível (AD), fibra insolúvel (FI) e fibra solúvel (FS) de cultivares de arroz branco polido cultivados nas safras de 2001/2002 e 2002/2003 (% na matéria seca)

	2001/2002			2002/2003		
	Média <sup>a</sup> ± DP	Min	Max	Média <sup>a</sup> ± SD	Min	Max
MM	0,46 <sup>a</sup> ± 0,09	0,31	0,56	0,30 <sup>b</sup> ± 0,03	0,25	0,35
Aml	24,6 <sup>a</sup> ± 3,7	17,8	27,5	22,7 <sup>a</sup> ± 2,91	16,9	26,1
EE	0,34 <sup>a</sup> ± 0,12	0,13	0,51	0,36 <sup>a</sup> ± 0,10	0,26	0,51
FT	2,50 <sup>a</sup> ± 0,28	0,85	3,13	2,87 <sup>a</sup> ± 0,53	2,11	3,75
PB	8,37 <sup>a</sup> ± 0,85	6,81	9,56	8,94 <sup>a</sup> ± 1,55	5,96	10,8
AD	85,1 <sup>a</sup> ± 0,96	83,5	86,8	84,5 <sup>a</sup> ± 1,83	82,2	88,0
FI	1,07 <sup>a</sup> ± 0,29	0,71	1,64	1,05 <sup>a</sup> ± 0,36	0,60	1,77
FS	1,44 <sup>a</sup> ± 0,26	0,92	1,77	1,82 <sup>a</sup> ± 0,53	1,19	3,09

DP – Desvio Padrão; Min – Mínimo; Max – Máximo

<sup>a</sup> Letras distintas entre médias entre os anos indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo teste Tukey ( $n = 9$ )

OBS: Os resultados para cada cultivar encontra-se no Anexo 3.

Os teores médios de Aml foram de 24,6% a 22,7% (2001/2002 e 2002/2003, respectivamente), com variação de 16,9% a 27,5%. Essa variação é menor do que aquela relatada por Kennedy & Burlingame (2003) (0,5 a 33%), os quais determinaram teor de Aml em 2000 variedades de arroz. Segundo Coffman & Juliano (1987), o arroz pode ser classificado, de acordo com o conteúdo de Aml, em ceroso (1-2% amilose) e não ceroso, sendo este com baixo conteúdo de Aml (12-19%), com conteúdo intermediário de Aml (20-24%) ou com alto conteúdo de Aml (25-32%). O conteúdo de Aml, apesar de ser extensamente usado para fins tecnológicos, também exerce influência na digestibilidade do alimento. O consumo de cereais com teor elevado de Aml geralmente provoca menor resposta glicêmica e esvaziamento mais lento do trato gastrointestinal do que aqueles com baixo teor (Frei et al., 2003; FAO/WHO, 1997). Isso indica que podemos selecionar cultivares pelo seu teor de Aml, não só para aplicá-los a diferentes fins tecnológicos, mas também para controlar o índice glicêmico (Frei et al., 2003).

No entanto, há de se ter cuidado no uso desta medida para atingir os efeitos fisiológicos desejáveis, pois outros fatores podem interferir na sua digestibilidade (complexos amilose/lipídios e propriedades físico-químicas). Em estudo realizado por Casiraghi et al. (1993), observou-se diferença na digestibilidade do amido e resposta glicêmica de diferentes variedades de arroz com conteúdo similar de Aml. Com isso, estes autores concluíram que a amilose, sozinha, não é um bom preditor da digestibilidade do amido desse cereal.

O conteúdo médio de MM (0,38%) e EE (0,35%) dos cultivares, considerando os dois anos de cultivo, apresentaram variação de 60% e 164%, respectivamente, o que está de acordo com os resultados obtidos por Coffman & Juliano (1987) e por Juliano & FAO (1993). Apesar de apresentar grande variação, o conteúdo de MM não é um bom preditor do valor nutricional, porque não revela qual mineral está presente em maior quantidade. Neste caso, o procedimento recomendado seria analisar cada mineral individualmente para efetuar melhor

uma correlação com o valor nutricional. O conteúdo de gordura também é uma medida de menor importância no arroz, uma vez que a maior quantidade está presente nas camadas externas, que foram removidas.

Os teores médios de FT encontrados foram superiores aos citados por Prosky et al. (1985) e pela Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (2004) (1,04% e 1,65%, respectivamente). Embora seja importante, o teor de FT isolado não indica o real potencial nutricional dessa medida, uma vez que os seus efeitos fisiológicos estão intimamente relacionados à proporção de suas frações solúvel e insolúvel. Isto porque, de acordo com Jørgensen et al. (1996), Johansen and Knudsen (1997), Moore et al. (1998) e Guillon and Champ (2000), o efeito destas frações dependerá não só da quantidade ingerida, como também da predominância de uma fração em relação à outra e do sinergismo que pode ocorrer entre elas. Sendo assim, conclui-se que a quantificação destas duas frações individualmente é mais importante como indicativo de valor nutricional que apenas a quantificação de fibra total.

Conforme a discussão acima as medidas de Aml, MM, EE e FT, apesar de importantes sob certos aspectos, não são bons indicadores do valor biológico dos grãos de arroz. Deste modo, visando classificar os cultivares estudados de acordo com características de efetiva aplicabilidade na nutrição, foram usadas as medidas de PB, AD, FI e FS para análise de agrupamento.

A amplitude de variação quanto aos valores de PB obtidos no presente trabalho (Tabela 1) foi maior do que a relatada por Coffman & Juliano (1987) (7,3-8,3%), por Juliano & FAO (1993) (6,3-7,1%) e por Eggum et al. (1993) (7,1-8,7%). Por ser essencial em vários processos metabólicos e na construção e manutenção dos tecidos orgânicos (Mahan, 1998), alguns estudos de melhoramento genético têm sido conduzidos a fim de melhorar a qualidade e quantidade de proteínas no arroz (Islam et al., 1996). Estas pesquisas são de significativa



importância nutricional, uma vez que, elevando-se os teores de PB nesse cereal, aumenta-se, conseqüentemente, sua ingestão, principalmente em países onde o arroz é o principal alimento da dieta (Perez et al., 1996). De acordo com as variações encontradas entre os cultivares avaliados nos dois anos de cultivo e diante do exposto acima, levanta-se a hipótese de que alguns deles poderiam ser utilizados para promover o maior ou o menor consumo protéico, de acordo com as necessidades específicas de cada indivíduo (ex. maior teor protéico para promoção de crescimento; menor teor protéico para controle de problemas renais).

Os teores médios de AD (Tabela 1) foram superiores aos relatados por Casiraghi et al. (1993) (78,2%), Sagum & Arcot (2000) (72,8%) e por Sujatha et al. (2004) (78%), porém, inferiores ao citado por Juliano & FAO (1993) (96,5%). Variações nos teores desse nutriente poderão ser usadas para elaboração de dietas diferenciadas quanto à biodisponibilidade energética.

Os resultados encontrados neste trabalho revelam que os teores médios de FS (1,63%) foram maiores que os de FI (1,05%) e que ambos foram superiores aos citados por Prosky et al. (1988). Os efeitos fisiológicos de cada uma destas frações são diferenciados no organismo humano (Márques, 2001; Guillon & Champ, 2000; Bergman, 1990; Bach Knudsen et al., 1993; Zhao et al., 1995; Topping, 1991; Stephen & Cummings, 1979; Gould et al., 1989; Easwood, 1992; Warner, 1981). Considerando que neste estudo houve variação de 0,71 a 1,64% entre os valores de FI e de 0,92 a 1,77% nos de FS entre os cultivares analisados, levanta-se a hipótese de que diferentes cultivares podem ser escolhidos por seus efeitos benéficos relacionados às frações específicas da fibra.

### 3.2. Classificação dos cultivares de acordo com o potencial nutricional

Apesar de ser um fator importante, a discussão sobre a variação individual de cada medida proporciona uma análise incompleta do potencial nutricional dos diferentes cultivares

de arroz. Desse modo, esta pesquisa procurou corrigir essa deficiência através da análise multivariada de agrupamento, utilizando o conjunto de medidas que melhor estimam a qualidade nutricional desse cereal (PB, AD, FI e FS), a fim de classificar os cultivares em grupos com características específicas e diferenciadas. De acordo com Lima et al. (2000), o controle da composição de nutrientes dos grãos permite a seleção e a classificação de cultivares em lotes que, de acordo com as características nutricionais, poderiam ser usados com diferentes objetivos na nutrição, otimizando o uso do arroz.

Independente da variação observada nos teores absolutos destas medidas, os cultivares tendem a manter padrão de comportamento entre anos de cultivo (ex. maior ou menor teor de amido, de proteína, etc) (Silva, 2002), o que pode ser um indicativo de estabilidade da qualidade nutricional. Esta informação poderia ser utilizada como um critério de escolha na produção de grãos de diferentes cultivares para usos específicos na nutrição humana. No presente trabalho, apesar de ocorrerem variações nos valores absolutos das medidas avaliadas para um mesmo cultivar entre os anos de cultivo, foi observado um padrão de comportamento para algumas medidas, o que possibilita classificá-los, de acordo com o valor nutricional, em grupos com características nutricionais específicas.

Os grupos obtidos com os cultivares de arroz do ano de 2001/2002 (Tabela 2) apresentaram as seguintes características:

Grupo 1A: Valor alto para AD, intermediário para FI e baixo para FS e PB.

Grupo 1B: Valores altos para PB e FS, intermediário para AD e baixo para FI.

Grupo 1C: Valor alto para FI, valores intermediários para FS e PB e valor baixo para AD.

Os grupos formados com os cultivares de arroz do ano de 2002/2003 (Tabela 2) apresentaram algumas mudanças quanto à distribuição dos cultivares e características dos grupos, como segue:

Grupo 2A: Valor alto para AD, valores intermediários para FI e FS e valor baixo para PB.

Grupo 2B: Valores altos para PB e FI e baixos para AD e FS.

Grupo 2C: Valor alto para FS, valores intermediários para AD e PB e valor baixo para FI.

**Tabela 2**

Grupos formados pelos cultivares cultivados em 2001/2002 e 2002/2003 considerando as medidas de proteína bruta (PB), amido digestível (AD), fibra insolúvel (FI) e fibra solúvel (FS) (% na matéria seca)

Grupos <sup>a</sup>	Medidas				Cultivares
	PB Média <sup>b</sup>	AD	FI	FS	
1A	7,80 <sup>ns</sup> ↓	85,8 <sup>ns</sup> ↑	1,14 <sup>b</sup> ±	1,23 <sup>b</sup> ↓	BR-IRGA 409, IRGA 416, IRGA 419, FORMOSA
1B	8,90 <sup>ns</sup> ↑	84,8 <sup>ns</sup> ±	0,85 <sup>c</sup> ↓	1,64 <sup>a</sup> ↑	BR-IRGA 410, IRGA 417, IRGA 418, IRGA 421
1C	8,54 <sup>ns</sup> ±	83,5 <sup>ns</sup> ↓	1,64 <sup>a</sup> ↑	1,48 <sup>ab</sup> ±	IRGA 420
2A	7,63 <sup>b</sup> ↓	86,1 <sup>a</sup> ↑	0,89 <sup>ns</sup> ±	1,69 <sup>b</sup> ±	BR-IRGA 409, BR-IRGA 410, IRGA 416, FORMOSA
2B	10,3 <sup>a</sup> ↑	82,9 <sup>b</sup> ↓	1,31 <sup>ns</sup> ↑	1,65 <sup>b</sup> ↓	IRGA 417, IRGA 419, IRGA 420. IRGA 421
2C	8,56 <sup>b</sup> ±	84,2 <sup>ab</sup> ±	0,66 <sup>ns</sup> ↓	3,09 <sup>a</sup> ↑	IRGA 418

<sup>n</sup> = Grupos com números diferentes de repetições; ↑ (alto), ± (intermediário) e ↓ (baixo).

<sup>a</sup> Grupos formados pela análise de agrupamento com os cultivares dos anos de cultivo de 2001/2002 (1A, 1B, 1C) e 2002/2003 (2A, 2B, 2C)

<sup>b</sup> Letras distintas entre médias entre os anos indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo teste Tukey

Analisando-se os agrupamentos obtidos nos dois anos de cultivo, foi possível observar que o cultivar BR-IRGA 410 não seguiu nenhum padrão quanto às medidas analisadas e que o IRGA 419 mostrou constância apenas para a medida de FS (baixo).

De acordo com os resultados, cultivares com características específicas poderiam ser usados em diferentes objetivos na dieta, adicionando valor a um cereal que é bastante comum. Os cultivares BR-IRGA 409, IRGA 416 e FORMOSA, por exemplo, que apresentaram comportamento constante, mantendo teores de AD alto, FI intermediário e PB baixo, tendo os teores de FS alterado de baixo para intermediário entre os dois anos de cultivo, poderiam ser indicados para pessoas que necessitam de alto aporte calórico, tais como os atletas. Ainda, poderiam auxiliar no aumento do consumo de fibra em dietas deficientes nesta fração.

Por outro lado, o cultivar IRGA 420, o qual também apresentou constância no conteúdo de AD (baixo), FI (alto), PB (alto a intermediário) e FS (intermediário a baixo), poderia ser indicado para aumentar o consumo de FI por pessoas que sofrem de constipação intestinal e, devido ao baixo conteúdo de AD, para pessoas que estão em programas de redução de peso.

O cultivar IRGA 418 mostrou persistência para os resultados de FI (baixo), FS (alto) e AD (intermediário), com variação no teor de PB de alto para intermediário. Baseado nesse resultado, a principal vantagem nutricional deste cultivar é que, aliado a uma ingestão adequada de outros alimentos, poderia ser usado para aumentar o consumo de FS por pessoas que estão em programas de redução de peso, pois esta fração tem a habilidade de formar géis no trato gastrointestinal, aumentando o bolo fecal em até sete vezes, fato este que se traduz por sensação de saciedade e, conseqüentemente, reduz a ingestão de mais alimentos (Márques, 2001).

Para os cultivares IRGA 417 e IRGA 421, houve constância nos valores de proteína (alto) nos dois anos de cultivo, porém com inversão nos valores de FI (baixo-alto) e FS (alto-baixo), sendo o conteúdo de AD variável de intermediário a baixo. Estes cultivares, ao contrário do BR-IRGA 409, IRGA 416 e FORMOSA, poderiam ser consumidos, por exemplo, por crianças em crescimento e por atletas, contribuindo para o aumento no consumo desse nutriente (PB). Da mesma forma, também seria interessante estimular o consumo destes cultivares entre populações pobres, que apresentam maior risco de desenvolver desnutrição protéica, fato este que é corriqueiramente diagnosticado na maioria da população brasileira (Recine & Radaelli, 2003).

Como pode ser observado, alguns cultivares apresentaram comportamento semelhante entre os anos de cultivo para algumas medidas de interesse nutricional, o que poderia ser indicativo da persistência dessas características. No entanto, alguns anos a mais de avaliação

são necessários para determinar a persistência de sua composição química. Assim, essas informações poderiam ser usadas para agregar valor nutricional a este alimento e melhorar a qualidade da dieta de populações que necessitam de atenção especial, bem como ser usadas pela engenharia genética na produção de grãos com características nutricionais diferenciadas.

#### **4. Conclusão**

Os resultados indicaram diferenças entre os grupos de cultivares, sendo que, independentemente da variação absoluta entre os anos de cultivo, alguns deles mantiveram comportamento persistente para medidas de interesse nutricional. De acordo com tais resultados, verifica-se uma estabilidade na qualidade nutricional do arroz, o que possivelmente, poderia ser usado como um critério para a produção de grãos de cultivares específicos visando o uso diferenciado na nutrição humana.

#### **5. Referências bibliográficas**

- AOAC (1995). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16th ed., Washington, DC.
- AOAC (1995). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16th ed., supplement 1998, Washington, DC. Chapter 32: 25-28.
- Bach Knudsen, K.E.; Jensen, B.B.; Hansen, I. (1993). Digestion of polysaccharides and other major components in the small and large intestine of pigs fed on diets consisting of oat fractions rich in  $\beta$ -D-glucan. *Br. J. Nutr.*, Cambridge, 70 (2), 537-556.
- Bergman, E.N. (1990). Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Phys. Rev.*, Bethesda. 70 (2), 567-589.

- Casiraghi, M.C.; Brighenti, F. Pellegrini, N.; Leopardi, E.; Testolin, G. (1993). Effects of Processing on Rice Starch Digestibility Evaluated by in Vivo and in Vitro Methods. *J Cereal Sci.* 17, 147-156.
- Coffman, W.R.; Juliano, B.O. (1987). Rice. In: Olson, R.A.; Frey, K.J. Nutritional quality of cereal grains: Genetic and agronomic improvement. Madison: American Society of Agronomy. cap.5, 101-131.
- Easwood, M.A. (1992). The physiological effect of dietary fiber: and update. *Annu. Rev. Nutr.*, New York, 12 (1), 19-35.
- Eggum, B.O., Juliano, B.O., Perez, C.M., Acedo, E.F. (1993). The resistant starch, undigestible energy and undigestible protein contents of raw and cooked milled rice. *J. Cereal Sci.* 18, 159-170.
- Food and Agricultural Organization / World Health Organization (FAO/WHO) (1997). Carbohydrates in Human Nutrition: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, April 14-18, 1997, Food and Nutrition paper, FAO, Rome, 140p.
- Frei, M.; Siddhuraju, P.; Becker, K. (2003). Studies on in vitro starch digestibility and the glycemic index of six different indigenous rice cultivars from the Philippines. *Food Chem.* 83, 395-402.
- Gilbert, G.A.; Spragg, S.P. (1964). Iodine Sorption: "Blue Value". In: Whistler, R.L. et al. *Methods in Carbohydrate Chemistry: volume IV – starch.* London : Academic Press. 168-169.
- Gould, J.M.; Jasberg, B.K.; Dexter, L.B.; Hsu, J.T.; Lewis, S.M.; Fahey, G.C. Jr. (1989). High-fiber, noncaloric flour substitute for baked foods - Properties of alkaline peroxide-treated lignocellulose. *Cereal chem.*, St. Paul, 66 (3), 201-295.

- Guillon, F.; Champ, M. (2000). Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. *Food Res. Int., Ontario*, 33 (3-4), 233-245.
- Hair Jr., J.F.; Anderson, R.E.; Tahman, R.L.; Black, W;C. (1998). *Multivariate data analysis*. 5.ed. New Jersey. 730p.
- IRRI. Riceweb. A compendium of facts and figures from the world of rice. Retrieved March 10, 2004 from the World Wide Web: <http://www.riceweb.org>.
- Islam, N.; Inagara, S.; Chishaki, N.; Horiguchi, T. (1996). Effect of N Top-Dressing on Protein Content in Japonica and Indica Rice Grains. *Cereal Chem.* 73, 571-573.
- Johansen, H. N.; Knudsen, K.E.B. (1997). Physico-chemical properties and the degradation of oat bran polysaccharides in the gut of pigs. *J. Sci. Food Agric.* 73, 81-92.
- Jørgensen, H.; Zhao, X.-Q.; Eggum, B.O. (1996). The influence of dietary fibre and environmental temperature on the development of the gastrointestinal tract, digestibility, degree of fermentation in the hind-gut and energy metabolism in pigs. *Br. J. Nutr.* 75, 365-378.
- Juliano, B.O.; FAO (1993). *Rice in Human Nutrition*. FAO, Rome. Retrieved January 14, 2004 from the World Wide Web: <http://www.fao.org/inpho/content/documents//vlibrary/t0567e/t0567e00.htm>.
- Kennedy, G.; Burlingame, B. (2003). Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. *Food Chem.* 80, 589-596.
- Lima, G.J.M.M. de; Singer, J.M.; Guinoni; A.L. et al. (2000). Classificação do milho, quanto à composição em alguns nutrientes através do emprego de análise de conglomerados [abstract]. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., Uberlândia. Anais... Uberlândia.
- Mahan, L.K., 1998. *Krause: Alimentos, nutrição e dietoterapia*. 9th ed. São Paulo: Roca.

- Márques, L. R [2001?]. A fibra terapêutica. 2. ed. São Paulo. 175p.
- Moore, M.A.; Park, C.B.; Tsuda, H. (1998). Soluble and insoluble fiber influences on cancer development. *Critical Rev oncology/hematology*. 27. 229-242.
- Park, J.K.; Kim, S.S.; Kim, K.O. (2001). Effects of Milling Ratio on Sensory Properties of Cooked Rice and Physicochemical Properties of Milled and Cooked Rice. *Cereal Chem*. 78, 151-156.
- Perez, C.M.; Juliano, B.O.; Liboon, S.P.; Alcantara, J.M.; Cassman, K.G. (1996). Effects os Late Nitrogen Fertilizer Application on Head Rice Yield, Protein Content, and Grain Quality of Rice. *Cereal Chem*. 73 (5): 556-560.
- Prosky, L.; Asp, N.G.; Furda, I.; Devries, J.W. Schweizer, T.F.; Harland, B.F. (1985). Determination of Total Dietary Fiber in Foods and Food Products: Collaborative Study. *J. Assoc. Anal. Chem. Int*. 68, 677-679.
- Prosky, L.; Asp, N.G.; Schweizer, T.F.; Devries, J.W.; Furda, I. (1988). Determination of Insoluble, Soluble, and Total Dietary Fiber in Foods nad Food Products: Interlaboratory Study. *J. Assoc. Anal. Chem. Int*. 71, 1017-1023.
- Recine, E.; Radaelli, P. (2003). Obesidade e desnutrição. NUT/FS/UnB; ATAN/DAB/SPS: Brasília, 60p. Retrieved October 14, 2003 from the World Wide Web: [http://www.saude.gov.br/bvs/publicacoes/obesidade\\_desnutricao.pdf](http://www.saude.gov.br/bvs/publicacoes/obesidade_desnutricao.pdf).
- Sagum, R.; Arcot, J. (2000). Effect of domestic processing methods on the starch, non-starch polysaccharides and in vitro starch and protein digestibility of three varieties of rice with varying levels of amylose. *Food Chem*. 70, 107-111.
- Silva, L.P. da (2002). Composição química de trigo e de aveia e efeito dos teores e proporções de fibra alimentar sobre a resposta biológica de frangos de corte e ratos (Tese de Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 188p.



- Stephen, A.M.; Cummings, J.H. (1979). Water-holding by dietary fibre in vitro and its relationship to faecal output in man. *Gut*, London, 20 (5), 722-729.
- Sujatha, S.J.; Ahmad, R.; Bhat, P.R. (2004). 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.
- Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2004). USP. Retrieved April 23, 2004 from the World Wide Web: <http://143.107.7.148/tabela/tbcmenu.php>.
- Topping, D.L. (1991). Soluble Fiber Polysaccharides: Effects on Plasma Cholesterol and colonic Fermentation. *Nutr Rev.* 49, 195-203.
- Walter, M.; Silva, L.P.; Pazini, M. (2003). Comparação de Metodologias para Determinação de Amido Resistente [abstract]. In: 5º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos; 2003 Nov 1-6; Campinas, São Paulo: CD-ROOM.
- Warner, A. C. I. (1981). Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. *Nutr. Abstr. Rev. (Series 'B')*. 51, 789-975.
- Zhao, X.; Jørgensen, H.; Eggum, B.O. (1995). The influence of dietary fibre on body composition, visceral, organ weight, digestibility and energy balance in rats housed in different thermal environments. *Br. J. Nutr.*, Cambridge. 73 (5), 687-699.

### 3.3 ARTIGO 2

Submetido a Revista Brasileira de Nutrição  
(Configuração conforme normas da revista – Anexo 3)

## INFLUÊNCIA DO PROCESSAMENTO NA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE GRÃOS DE ARROZ

## PROCESSING INFLUENCE ON NUTRITIONAL COMPOSITION OF RICE GRAINS

Cátia Regina Storck<sup>1</sup>

Leila Picolli da Silva<sup>2</sup>

Carine Gláucia Comarella<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria. Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (NIDAL), CCR, UFSM, Campus Universitário. Bairro Camobi. Santa Maria, RS, Brasil. CEP: 97105-900. Fone: (55) 55-220 8547. Fax: (55) 2208353. Correspondência para: C.R. STORCK. *E-mail*: catia.sm@terra.com.br.

<sup>2</sup> Dra. CAPES-PRODOC/Brasil. Professora do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria.

<sup>3</sup> Aluna do curso de Farmácia da Universidade Federal de Santa Maria

**Termos de indexação:** *Oryza sativa*, Química, Nutrição, Análise de alimentos.

**Indexing terms:** *Oryza sativa*, Chemistry, Nutrition, Food Analysis

**Título resumido:** Composição nutricional do arroz

**Órgãos Financiadores:** CAPES nº processo AUX-PRODOC-680/2002 e IRGA – Instituto Rio Grandense do arroz, sem número de processo.

Este trabalho faz parte de dissertação de mestrado do primeiro autor no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria, com previsão de defesa em dezembro de 2004.

### **RESUMO**

Sabe-se que o arroz é o principal alimento da dieta de mais da metade da população mundial. Porém, esse cereal pode apresentar variação em diversas medidas químicas decorrentes do processamento a que foi submetido. Sendo assim, o consumo de diferentes tipos de arroz pode causar efeitos nutricionais distintos. Por esta razão, o presente estudo teve como objetivo verificar a influência do processamento na composição nutricional de grãos de nove cultivares de arroz irrigado (integral, parboilizado e branco) cultivados no Rio Grande do Sul - Brasil. O arroz integral apresentou o maior teor de matéria mineral (1,15%), gordura bruta (2,52%), fibra total (12,2%) e insolúvel (8,96%). O arroz parboilizado apresentou maior conteúdo de amido resistente (4,38%), e o arroz branco, maior conteúdo de amido digestível (84,5%). Os teores de proteína bruta e amilose não foram afetados pelo processamento. A influência do fator genético sobre a composição química também pôde ser observada. Neste âmbito, verificou-se, por exemplo, que o cultivar IRGA 417 branco apresentou o dobro de proteína do que o IAS 12-9 FORMOSA branco, e que o cultivar IRGA 421 parboilizado apresentou quatro vezes mais fibra solúvel do que o cultivar BR-IRGA 410 parboilizado. Os resultados obtidos demonstraram a importância de se avaliar o efeito do processamento, aliado ao fator genético, na composição nutricional do arroz, uma vez que essas informações podem servir como subsídios para escolha do tipo de grão que melhor preenche as necessidades dietéticas individuais.

## ABSTRACT

It is known that rice, a cereal that is the staple food of over half the world's population, can bring higher ranges in various measures through different processes, considering that the intake of different kinds of rice can cause distinct nutritional effects. For this reason, this research aimed to verify the influence on the nutritional composition processing of brown, parboiled and white rice using nine rice cultivars. As expected, brown rice showed higher content of mineral matter (1.15%); crude fat (2.52%); total (12.2%) and insoluble (8.96%) fiber. Parboiled rice showed higher resistant starch (4.38%) content, and white rice, higher digestible starch (84.5%). Crude protein and amylose were not affected by the processing. The genetic factor, that greatly influences the chemical composition, could also be observed among cultivars, as could be observed with the white cultivar IRGA 417 that showed almost 2 times more crude protein and with the parboiled cultivar IRGA 421 that showed 4 times more soluble fiber than IRGA-BR 410. Considering the importance of rice in human nutrition, it is very important to evaluate the influence of different processes and/or genetic factor in the nutritional composition of rice, once these studies provide information to better choose the one that can fulfill our individual needs.

## INTRODUÇÃO

A composição nutricional dos alimentos é um fator importante para o planejamento de dietas balanceadas, uma vez que, conhecendo-se estes valores, pode-se alcançar diferentes resultados na nutrição humana. O arroz é o alimento básico na dieta de mais da metade da população mundial, e sabe-se que os diferentes processos aos quais esse grão é submetido (polimento, parboilização ou apenas a retirada da casca)

podem causar variações nas diversas medidas de importância nutricional<sup>1, 2</sup>, afetando, conseqüentemente, o conteúdo de nutrientes da dieta.

O arroz integral é composto pelas camadas do pericarpo, capa do grão e núcleo, o embrião ou gérmen, e o endosperma. O endosperma é formado pela camada de aleurona e o endosperma propriamente dito<sup>3</sup> consiste da camada de subaleurona e amido. Por isso o arroz integral contém maior teor de alguns nutrientes (fibra, minerais e lipídios, principalmente) quando comparado ao branco e ao parboilizado; no entanto, o seu teor de energia disponível é menor. Apesar de seu valor nutricional ser aparentemente superior, a suscetibilidade à oxidação lipídica durante o armazenamento e o tempo mais prolongado de cozimento<sup>4</sup> diminuem a sua aceitabilidade no mercado consumidor.

Quando o arroz integral passa pelo processo de polimento e as camadas mais externas são removidas, obtém-se o arroz branco. Quanto maior a intensidade do polimento, maior número de camadas são perdidas e, conseqüentemente, maior é a perda de nutrientes<sup>2</sup>. O arroz branco é a forma mais consumida em alguns países<sup>5</sup>, sendo composto basicamente por amido. Por este motivo, em países que têm esse cereal como principal alimento da dieta, freqüentemente são observadas deficiências nutricionais, principalmente as relacionadas à falta de proteína, ferro, iodo e vitamina A<sup>1</sup>.

A parboilização foi criada com o objetivo de aumentar a renda de beneficiamento. Nesta, ocorre o encharcamento do grão sob calor (apenas o suficiente para gelatinizar o amido), seguido de resfriamento e secagem lenta<sup>6, 7</sup>. Este processo deixa o endosperma mais duro, sendo necessária maior pressão durante o polimento. Além disso, os grãos cozidos ficam menos viscosos, mais soltos e resistentes à desintegração<sup>4</sup>. Adicionalmente, a parboilização também influencia a composição

química em termos de conteúdo mineral, amido disponível, amido resistente e fibra dietética<sup>6</sup>. Da mesma maneira, Singh et al.<sup>8</sup> também relatam que o arroz parboilizado tem maior teor de proteína e matéria mineral e menor teor de gordura que o arroz branco.

Como visto, os diferentes processos de beneficiamento podem influenciar a composição química e o valor nutricional do arroz. No entanto, a intensidade dessas mudanças depende de uma série de fatores agronômicos que estão diretamente associados às preferências do mercado consumidor. Devido a isso, esta pesquisa teve o objetivo de verificar a influência de processamentos tradicionalmente aceito pelo mercado consumidor brasileiro (integral, parboilizado e branco) na composição nutricional de grãos de arroz de diferentes cultivares.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Para atingir os objetivos deste estudo, foram testados 3 tratamentos (formas de beneficiamento: integral, parboilizado e branco), sendo as repetições (nove/tratamento) constituídas pelos cultivares BR-IRGA 409, BR-IRGA 410, IRGA 416, IRGA 417, IRGA 418, IRGA 419, IRGA 420, IRGA 421 e IAS 12-9 Formosa; todos recomendados para o plantio na Região Sul, coletados na Estação Experimental do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA/Cachoeirinha/RS), na safra de 2002/2003. Cada cultivar foi colhido de uma parcela de 27 m<sup>2</sup> contendo 30 fileiras (3 m de comprimento e 30 cm de distância entre as fileiras).

Para se obter o arroz parboilizado, os grãos na forma bruta (com casca) foram submetidos ao encharcamento (razão massa de grãos:água de 1:1,5) em água aquecida a 65°C ± 1°C, por 300 minutos, e autoclavados a 110°C±1°C (pressão de 0,6

KPa $\pm$ 0,05Kpa), por 10 minutos. Após este processo, as amostras foram secas até que atingissem 12 $\pm$ 2% de umidade. Os grãos integral, parboilizado e branco foram descascados em engenho de provas Suzuki (MT 96), previamente regulado para o cultivar. As amostras de arroz branco e parboilizado foram polidas nesta mesma máquina. Na seqüência, nas dependências do Núcleo Integrado de Desenvolvimento de Análises Laboratoriais (NIDAL) da UFSM, as amostras foram moídas em um micromoinho a fim de atingirem um tamanho apropriado para as análises (<1mm). Foram armazenadas em sacos plásticos, sob congelamento (-18°C), até o início das análises.

As medidas de matéria seca (MS) (105°C/12h), matéria mineral (MM) (550°C/5h), extrato etéreo (EE) em aparelho Soxhlet (solvente éter) e proteína bruta (PB) através da determinação de nitrogênio pelo método de Kjeldahl (N x 5,95) foram realizadas de acordo com as técnicas descritas pela AOAC<sup>9</sup>.

A determinação do amido resistente (AR) foi realizada enzimaticamente de acordo com o método nº 996.11<sup>10</sup>, modificado por Walter et al.<sup>11</sup>. O teor de amido digestível (AD) foi calculado por diferença (AD = 100 -[MM+EE+PB+FT+AR]). Os teores de fibra total (FT), insolúvel (FI) e solúvel (FS) foram determinados conforme o método enzimico-gravimétrico nº 985.29 e nº 991.42 (AOAC, 1995). O teor de amilose (Aml) foi determinado de acordo com a técnica iodométrica (*Blue Value*), descrita por Gilbert & Spragg<sup>12</sup>.

O experimento foi conduzido em delineamento completamente casualizado, sendo que todas as análises foram realizadas em duplicata. As enzimas utilizadas nos métodos enzimáticos foram  $\alpha$ -amilase Termamyl 120L®, protease Flavourzyme 500L®

e amilglicosidase AMG 300L®; todas fabricadas pela Novozymes Latin American Limited.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas por Tukey, ao nível de 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As formas de arroz integral, parboilizado e branco foram diferentes para todas as variáveis ( $p < 0,05$ ), exceto para PB e Aml ( $p > 0,05$ ) (Tabelas 1 e 2). O arroz integral apresentou maiores teores de MM (1,15%), EE (2,52%), FT (12,2%) e FI (8,96%). O arroz parboilizado apresentou maior teor de AR (4,38%), e o arroz branco, maior quantidade de AD (84,5%) (Tabela 1 e 2).

Tabela 1

Tabela 2

Nesta pesquisa, o conteúdo de MM no arroz integral foi 1,7 vezes maior do que no parboilizado e 3,8 vezes maior do que no branco ( $p < 0,05$ ). Essas diferenças existem porque o arroz integral não passa pelo processo de polimento, retendo mais as camadas externas nas quais os minerais estão presentes em quantidades mais elevadas<sup>13</sup>. No entanto, isso não significa maior disponibilidade de minerais no arroz integral, uma vez que os fitatos presentes neste tipo de grão diminuem a absorção desses minerais pelo organismo<sup>14</sup>.

No caso da parboilização, as diferenças podem ser atribuídas ao fato de que minerais solúveis, presentes nas camadas externas, migram para o endosperma amiláceo, resultando em aumento nos valores destes componentes, o que melhora o valor nutricional dos grãos<sup>2, 6</sup>. Outra possibilidade seria consequência da menor



remoção de minerais das camadas externas do grão no arroz parboilizado comparado ao branco durante o polimento, pois os grãos resultantes do processo de parboilização têm consistência mais dura<sup>13</sup>.

Quanto ao EE, o seu maior conteúdo no arroz integral, comparado ao branco e ao parboilizado, é atribuído à não remoção das camadas externas no grão, onde o óleo se localiza em maior proporção. Embora possa causar aumento na energia bruta, o teor elevado de lipídio no arroz integral pode não estar relacionado ao melhor aproveitamento deste pelo organismo humano, uma vez que outros fatores, tais como fibra e fitato, também estão presentes em quantidades maiores, e podem ocasionar decréscimo na energia digestível<sup>4</sup>. Adicionalmente, o alto teor de lipídio pode diminuir a vida de prateleira e originar um gosto indesejável devido ao processo oxidativo.

Neste trabalho, o conteúdo de fibra no arroz integral foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) do que no arroz branco e no parboilizado devido à menor remoção das camadas externas. O conteúdo de FT do arroz parboilizado também foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) do que no branco, provavelmente devido à formação de AR durante este processo. A FI do arroz integral, do mesmo modo, apresentou teores mais elevados ( $p < 0,05$ ) do que nos demais processos; no entanto, a FS foi distinta somente do arroz branco. O arroz branco e o parboilizado não mostraram diferenças ( $p > 0,05$ ) para FI e FS, apesar de o arroz parboilizado ter apresentado os teores dessas duas frações um pouco mais elevados.

A FT é uma medida importante, porém seus efeitos fisiológicos estão intimamente relacionados à proporção das frações insolúvel e solúvel. A FI age como uma “esponja”, retendo grandes quantidades de água e aumentando o volume fecal, o que causa um efeito laxativo<sup>15, 16</sup>. A FS tem a habilidade de diminuir o trânsito

gastrointestinal e retardar a absorção da glicose, assim como diminuir a circulação enteropática dos ácidos biliares, fazendo com que os níveis de colesterol LDL diminuam<sup>17</sup>. Esta fração pode ainda aumentar o balanço microbiótico e a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), os quais estimulam o fluxo sanguíneo e causam efeito trófico nas paredes do intestino<sup>18, 19</sup>.

O conteúdo de AR no arroz parboilizado (4,17%) foi maior do que no integral (3,50%), e este foi maior do que no branco (3,05%) ( $p < 0,05$ ). O AR, definido como “a soma do amido e produtos da degradação do amido não absorvidos no intestino delgado de indivíduos saudáveis”,<sup>20</sup> pode existir de diferentes formas nos alimentos.

A quantidade de AR no arroz integral e no branco pode ser atribuída à natureza do amido (cristal tipo –B), a qual é altamente resistente à  $\alpha$ -amilase (AR tipo II). Já no parboilizado predomina o AR tipo III, encontrado em alimentos processados, decorrentes da gelatinização e retrogradação do amido<sup>21</sup>. Casiraghi et al.<sup>22</sup> comentam que o arroz parboilizado é digerido mais lentamente do que o branco ( $p < 0,05$ ) porque a ação da  $\alpha$ -amilase é reduzida devido às mudanças na estrutura do amido após o processamento em altas temperaturas, ou melhor, pelo aumento da resistência deste nutriente à digestão.

Sabe-se que parte do AR permanece nos resíduos da determinação de fibra dietética e contribui para a superestimação do conteúdo de FT em alimentos amiláceos. Contudo, o verdadeiro conteúdo de AR dos alimentos é maior do que os recuperados nos resíduos da fibra, pois somente uma fração do AR total permanece nesses resíduos<sup>23</sup>, similarmente aos resultados encontrados nesta pesquisa (Tabela 2).

De acordo com Jenkins et al.<sup>24</sup>, o maior efeito fisiológico do AR parece ser o de servir como substrato para a fermentação colônica (com produção de butirato), com

modesto aumento do bolo fecal, o que traz implicações positivas para a prevenção de doenças de origem alimentar, tais como câncer e hiperlipidemia. Kim et al.<sup>25</sup> observaram que complicações, tais como a hiperlipidemia, podem ser controladas usando-se AR, especialmente proveniente do arroz, o qual pareceu exercer maior potencial quando comparado ao AR do milho. Esta fração ainda é importante para prevenir constipação, diverticulose e hemorróidas<sup>26</sup>.

Embora existam tipos de amido que não são digestíveis (AR), também existem os que são lentamente digeridos. Um fator que influencia a digestibilidade do amido é o seu conteúdo em amilose e a formação de complexos amilose-lipídios<sup>27</sup>. O conteúdo de Aml não apresentou diferenças entre os processamentos ( $p>0,05$ ) conforme era esperado, uma vez que suas variações são predominantemente influenciadas pelo genótipo. De acordo com Coffman & Juliano<sup>2</sup>, o arroz pode ser classificado, dependendo do conteúdo de amilose, em ceroso (1-2%) e não ceroso, sendo este com baixo teor de Aml (12-19%), com conteúdo intermediário de Aml (20-24%) e com alto conteúdo de Aml (25-32%). As amostras analisadas apresentaram de baixos a altos teores de Aml (11,8 a 26,1%).

O conteúdo de Aml do arroz é o fator mais importante de qualidade e que mais influencia a preferência do consumidor<sup>26</sup>. Está diretamente relacionado com o volume de expansão e absorção de água durante o cozimento e com a dureza e brancura do arroz cozido<sup>4</sup>. Eggum et al.<sup>6</sup> mostraram que o consumo de cereais com alto teor de amilose tem maior capacidade de diminuir a resposta glicêmica e retardar o esvaziamento gastrointestinal do que aqueles com baixo teor de amilose. Esta menor resposta glicêmica tem sido atribuída à formação de complexos entre amilose e lipídios durante o aquecimento, a qual diminui a susceptibilidade às enzimas<sup>26</sup>. Alimentos digeridos

lentamente ou que apresentam baixo índice glicêmico têm sido associados com melhora no controle do diabetes, redução dos lipídios sanguíneos e, a longo prazo, redução do risco de desenvolvimento de diabetes<sup>24</sup>.

O arroz branco apresentou o maior conteúdo de AD (84,5%) entre os diferentes processos. O conteúdo menor de AD do arroz parboilizado (80,7%) pode ser explicado pela formação de AR durante a parboilização, conforme pode ser observado nos resultados obtidos (Tabela 2). O menor conteúdo de AD no arroz integral é esperado, uma vez que as camadas externas estão em maior proporção em relação ao endosperma<sup>4</sup>.

O conteúdo de PB não apresentou diferenças entre os processamentos, porém o arroz integral (10,5%) teve valores um pouco mais elevados do que o parboilizado (9,4%), e este um pouco mais que o branco (8,93%) ( $p>0,05$ ). A proteína do arroz contrasta com a encontrada em outros cereais porque é composta principalmente por glutelina e elevado teor de lisina (3,5-4,0%), que consiste no primeiro aminoácido limitante<sup>2</sup>. A qualidade da proteína do arroz integral é superior à do arroz branco. No entanto, o balanço nitrogenado indica menor digestibilidade de N no arroz integral, embora com valor biológico e NPU (*net protein utilization*) similares. Estudos conduzidos por pesquisadores japoneses mostraram digestibilidade aparente de N de 75% no arroz integral e de 86% no arroz branco<sup>2</sup>. Com isso, mesmo apresentando mais proteína, a quantidade final de N a ser usada pelo organismo é quase a mesma tanto no arroz integral como no branco. O arroz geralmente é considerado como detentor de um dos menores conteúdos de proteína dentre os cereais<sup>28</sup>, porém, sendo esse grão um dos mais consumidos no mundo e contribuindo com uma variação de 7 a 71% no conteúdo de proteína das dietas (dependendo do país)<sup>4</sup>, é bastante importante que sejam

pesquisados meios de se aumentarem o conteúdo, a qualidade e a disponibilidade de PB neste cereal.

Além das diferenças verificadas entre os processamentos, é impossível não mencionar a variação genética, que influencia sobremaneira na composição química do arroz<sup>2, 7, 28-30</sup>. Como pôde ser observado, o cultivar IRGA 417 branco, por exemplo, apresentou quase 1,7 vezes mais PB do que o cultivar IAS 12-9 FORMOSA branco; o cultivar IRGA 421 parboilizado apresentou 4 vezes mais FS do que o cultivar BR-IRGA 410; e o cultivar IRGA 420 integral apresentou 2,5 vezes mais FS do que o cultivar IRGA 417 integral. Com isso, sugere-se que o uso de diferentes processamentos, aliado a cultivares específicos, possa ser uma estratégia para atingir diferentes propósitos nas dietas.

## **CONCLUSÕES**

O tipo de beneficiamento influenciou a composição nutricional dos cultivares de arroz, sendo que o arroz integral apresentou teores de fibra e matéria mineral significativamente mais elevados do que o arroz branco e o parboilizado. Por outro lado, a parboilização, comparada ao arroz branco, aumentou os teores de matéria mineral e amido resistente. Já o arroz branco, composto principalmente por amido e menor quantidade de proteína, bem como de outros nutrientes.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Kennedy, G.; Burlingame, B.; Nguyen, V.N. Nutritional Contribution of rice: impact of biotechnology and biodiversity in rice-consuming countries. The International Rice Commission – Twentieth Session, Bangkok, Thailand, 2002.

2. 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.
3. MATSUO, T.; HOSHIKAWA, K. Science of the rice plant – Morphology. Food and Agriculture Policy Research Center, Tokyo, v.1, 1993.
4. Juliano, B.O.; FAO. Rice in Human Nutrition. (Book on the Internet). FAO, Rome, 1993 [cited 2004 Jan 14]. Available from:  
<http://www.fao.org/inpho/content/documents//vlibrary/t0567e/t0567e00.htm>.
5. Pimentel, B.G.; Nascimento, C.S.; Salgado, E.M.; Kajishima, S.; Verruma-Bernardi, M.R. Avaliação das características físicas e preferência do arroz polido e parboilizado. In: Simpósio Latino Americano de Alimentos [CD-ROM]; Campinas, São Paulo, 2003.
6. Eggum, B.O., Juliano, B.O., Perez, C.M., Acedo, E.F. The resistant starch, undigestible energy and undigestible protein contents of raw and cooked milled rice. *J. Cereal Sci.* 1993; 18: 159-170.
7. Grist, D. H. Rice. 5th ed. New York: Longman, 1975. 601p.
8. Singh, S.; Kalia, M.; Malhotra, S.R. Effect of parboiling, hand-pounding and Machine-milling on Chemical Composition of Rice. *J. Food Sci. Technol* 1999; 36: 434-435.
9. AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16th ed., Washington, DC., 1995.
10. AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16th ed., supplement 1998, Washington, DC., 1995. Chapter 32: 25-28.

11. Walter, M.; Silva, L.P.; Pazini, M. Comparação de Metodologias para Determinação de Amido Resistente [abstract]. In: Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos [CD-ROM], Campinas, São Paulo, 2003.
12. Gilbert, G.A.; Spragg, S.P. Iodine Sorption: "Blue Value". In: Whistler, R.L. et al. Methods in Carbohydrate Chemistry: volume IV – starch. London: Academic Press; 1964. p.168-169.
13. Wimberly, J.E. Paddy rice postharvest industry and developing countries. Manila, International Rice Research Institute, 1983.
14. Henry, C.J.K.; Massey, D. Micro-nutrient changes during food processing and storage. Crop Post-Harvest Programme. Issues Paper – 5. Dec. 2001. [cited 2004 set 22]. Available from: [www.cphp.uk.com/downloads/issue\\_paper\\_5.pdf](http://www.cphp.uk.com/downloads/issue_paper_5.pdf)
15. Gould, J.M.; Jasberg, B.K.; Dexter, L.B.; Hsu, J.T.; Lewis, S.M.; Fahey, G.C. Jr. High-fiber, noncaloric flour substitute for baked foods - Properties of alkaline peroxide-treated lignocellulose. Cereal chem. 1989; 66(3): 201-295.
16. Easwood, M.A. The physiological effect of dietary fiber: and update. Annu. Rev. Nutr. 1992; 12(1): 19-35.
17. Guillon, F.; Champ, M. Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. Food Res. Int 2000; 33(3-4): 233-245.
18. Bach Kudsén, K.E.; Jensen, B.B.; Hansen, I. Digestion of polysaccharides and other major components in the small and large intestine of pigs fed on diets consisting of oat fractions rich in  $\beta$ -D-glucan. Br. J. Nutr 1993; 70(2): 537-556.
19. Topping, D.L. Soluble Fiber Polysaccharides: Effects on Plasma Cholesterol and colonic Fermentation. Nutr Rev 1991; 49: 195-203.

20. Asp, N.G. Preface “Resistant starch – Proceedings from the second plenary meeting of Eureka: European FLAIR Concerted Action N11 on physiological implications of the consumption of resistant starch in man”. *Eur J Clin Nutr* 1992; 46 suppl.2.
21. García-Alonso, A.; Saura-Calixto, F. Delcour, J.A. Influence of Botanical Source and Processing on Formation of Resistant Starch Type III. *Cereal Chem* 1998; 75(6): 802-804.
22. Casiraghi, M.C.; Brighenti, F. Pellegrini, N.; Leopardi, E.; Testolin, G. Effects of Processing on Rice Starch Digestibility Evaluated by in Vivo and in Vitro Methods. *J Cereal Sci* 1993; 17: 147-156.
23. Goñi, I., Garcia-Diz, L., Mañas, E., Saura-Calixto, F. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. *Food Chem* 1996; 56: 445-449.
24. Jenkins, D.J.A. et al. Physiological Effects of Resistant Starch on Fecal Bulk, Short Chain Fatty Acids, Blood Lipids and Glycemic Index. *J. Amer. Coll. Nutrit* 1998; 17: 609-616.
25. Kim, W.K.; Chung, M.K.; Kang, N.E.; Kim, M.H.; Park, O.J. Effect of resistant starch from corn and rice on glucose control, colonic events, and blood lipid concentrations in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Nutrit. Biochem* 2003; 14: 166-172.
26. Frei, M.; Siddhuraju, P.; Becker, K. Studies on in vitro starch digestibility and the glycemic index of six different indigenous rice cultivars from the Philippines. *Food Chem* 2003; 83: 395-402.
27. Sagum, R.; Arcot, J. Effect of domestic processing methods on the starch, non-starch polysaccharides and in vitro starch and protein digestibility of three varieties of rice with varying levels of amylose. *Food Chem* 2000; 70: 107-111.



28. Zhou, Z.; Robards, K.; Helliwell, S.; Blanchard, C. Composition and functional properties of rice. *Int. J. Food and Tech* 2002; 37: 849-868.
29. Kennedy, G.; Burlingame, B. Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. *Food Chem* 2003; 80: 589-596.
30. Zhai, C. K.; Zhang, X. Q.; Sun, G. J.; Lorenz, K. J. Comparative study on nutritional value of Chinese and North American wild rice. *J Food Comp Anal* 2001; 14: 371-382.

**TABELA 1:** Conteúdo de matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), fibra total (FT), fibra insolúvel (FI), fibra solúvel (FS) de grãos de cultivares de arroz submetidos a diferentes beneficiamentos [branco, parboilizado (parb) e integral (Int)] (% na MS)

<b>Cultivares</b>	<b>MM</b>			<b>EE</b>			<b>FT</b>			<b>FI</b>			<b>FS</b>		
	<b>Branco</b>	<b>Parb</b>	<b>Int</b>	<b>Branco</b>	<b>Parb</b>	<b>Int</b>	<b>Branco</b>	<b>Parb</b>	<b>Int</b>	<b>Branco</b>	<b>Parb</b>	<b>Int</b>	<b>Branco</b>	<b>Parb</b>	<b>Int</b>
<b>BR-IRGA 409</b>	0,28	0,62	1,17	0,26	0,75	3,09	2,89	3,49	11,0	0,83	1,56	7,59	2,06	1,92	3,43
<b>BR-IRGA 410</b>	0,28	0,58	1,10	0,32	0,49	3,20	2,86	2,86	10,7	1,20	1,84	7,81	1,66	1,02	2,88
<b>IRGA 416</b>	0,34	0,67	1,27	0,45	0,46	3,39	2,11	3,61	10,9	0,92	1,50	7,04	1,19	2,10	3,86
<b>IRGA 417</b>	0,25	0,50	1,03	0,27	0,40	2,56	3,57	5,20	13,2	1,77	3,10	11,5	1,80	2,10	1,70
<b>IRGA 418</b>	0,30	0,67	1,11	0,31	0,51	2,48	3,75	4,35	12,3	0,66	1,32	8,95	3,09	3,03	3,31
<b>IRGA 419</b>	0,35	0,79	1,03	0,47	1,14	2,91	3,00	4,77	12,9	1,24	2,30	10,6	1,77	2,48	2,25
<b>IRGA 420</b>	0,31	0,83	1,20	0,37	0,96	1,58	2,77	4,05	11,9	1,18	1,26	7,69	1,58	2,78	4,22
<b>IRGA 421</b>	0,31	0,79	1,29	0,51	0,74	1,18	2,48	5,01	11,8	1,05	0,81	9,96	1,43	4,20	1,88
<b>IAS 12-9 Formosa</b>	0,28	0,61	1,17	0,26	0,75	2,34	2,42	3,99	11,1	0,60	0,95	9,27	1,83	3,04	1,84
<b>Média</b>	<b>0,30<sup>c</sup></b>	<b>0,67<sup>b</sup></b>	<b>1,15<sup>a</sup></b>	<b>0,36<sup>b</sup></b>	<b>0,69<sup>b</sup></b>	<b>2,52<sup>a</sup></b>	<b>2,87<sup>c</sup></b>	<b>4,15<sup>b</sup></b>	<b>11,8<sup>a</sup></b>	<b>1,05<sup>b</sup></b>	<b>1,63<sup>b</sup></b>	<b>8,93<sup>a</sup></b>	<b>1,82<sup>b</sup></b>	<b>2,52<sup>ab</sup></b>	<b>2,82<sup>a</sup></b>
<b>Dp</b>	<b>0,03</b>	<b>0,11</b>	<b>0,09</b>	<b>0,10</b>	<b>0,25</b>	<b>0,74</b>	<b>0,53</b>	<b>0,77</b>	<b>0,89</b>	<b>0,36</b>	<b>0,71</b>	<b>1,53</b>	<b>0,53</b>	<b>0,89</b>	<b>0,94</b>
<b>Cv</b>	<b>10,5</b>	<b>16,3</b>	<b>8,18</b>	<b>27,9</b>	<b>36,0</b>	<b>29,4</b>	<b>18,3</b>	<b>18,5</b>	<b>7,59</b>	<b>34,0</b>	<b>43,6</b>	<b>17,1</b>	<b>29,3</b>	<b>35,5</b>	<b>33,4</b>

\* Letras distintos entre as médias indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) por Tukey.

**TABELA 2:** Conteúdo de amido resistente (AR), amilose (Aml), amido digestível (AD) e proteína bruta (PB) de grãos de cultivares de arroz submetidos a diferentes beneficiamentos [branco, parboilizado (parb) e integral (Int)] (% na MS)

Cultivares	AR			Aml			AD			PB		
	Branco	Parb	Int	Branco	Parb	Int	Branco	Parb	Int	Branco	Parb	Int
<b>IRGA-BR 409</b>	2,95	4,37	3,50	26,1	20,0	21,7	85,3	81,8	71,4	8,33	8,98	9,82
<b>IRGA-BR 410</b>	3,40	4,85	3,57	23,7	20,2	21,2	85,2	83,5	71,8	7,96	7,72	9,68
<b>IRGA 416</b>	3,09	4,73	3,45	18,7	16,2	12,3	85,8	81,0	70,2	8,25	9,51	10,7
<b>IRGA 417</b>	3,08	4,59	3,27	23,9	22,7	19,9	82,4	77,9	67,4	10,4	11,4	12,6
<b>IRGA 418</b>	2,89	4,29	3,64	23,1	17,2	23,1	84,2	80,9	69,8	8,56	9,32	10,7
<b>IRGA 419</b>	3,17	4,16	3,60	23,4	21,4	19,2	82,2	77,9	67,1	10,8	11,2	12,5
<b>IRGA 420</b>	2,94	4,07	3,47	23,9	23,6	21,5	84,0	81,0	73,7	9,66	9,07	8,13
<b>IRGA 421</b>	3,08	4,13	3,57	24,1	19,9	22,8	83,1	78,7	70,2	10,5	10,6	11,9
<b>IAS 12-9</b>												
<b>FORMOSA</b>	3,07	4,22	3,64	16,9	12,3	11,8	88,0	83,4	73,6	5,96	7,05	8,12
<b>Media</b>	<b>3,08<sup>c</sup></b>	<b>4,38<sup>a</sup></b>	<b>3,52<sup>b</sup></b>	<b>22,7<sup>ns</sup></b>	<b>19,3<sup>ns</sup></b>	<b>19,3<sup>ns</sup></b>	<b>84,5<sup>a</sup></b>	<b>80,7<sup>b</sup></b>	<b>70,6<sup>c</sup></b>	<b>8,94<sup>ns</sup></b>	<b>9,44<sup>ns</sup></b>	<b>10,5<sup>ns</sup></b>
<b>Dp</b>	<b>0,15</b>	<b>0,28</b>	<b>0,12</b>	<b>2,91</b>	<b>3,53</b>	<b>4,28</b>	<b>1,83</b>	<b>2,13</b>	<b>2,35</b>	<b>1,55</b>	<b>1,48</b>	<b>1,69</b>
<b>Cv</b>	<b>4,94</b>	<b>6,37</b>	<b>3,31</b>	<b>12,8</b>	<b>18,3</b>	<b>22,2</b>	<b>2,17</b>	<b>2,64</b>	<b>3,33</b>	<b>17,4</b>	<b>15,7</b>	<b>16,1</b>

\* Letras distintos entre as médias indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) por Tukey.

### 3.4 ARTIGO 3

Submetido a Revista Alimentos e Nutrição

(Configuração conforme normas da revista – Anexo 4)

#### **COMPOSIÇÃO MINERAL NOS GRÃOS DE ARROZ IRRIGADO INTEGRAL, PARBOILIZADO E BRANCO, CULTIVADOS NO RS-BRASIL**

Cátia Regina STORCK<sup>1</sup>; Cristiane Casagrande DENARDIN<sup>2</sup>, Leila Picolli da SILVA<sup>1,2</sup>

#### **RESUMO**

O arroz é o principal alimento para mais da metade da população mundial; porém, sua contribuição em minerais é variável e relacionada ao processo de beneficiamento. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de tais processos nos teores de macro e microminerais em grãos de arroz integral, parboilizado e branco. Para tal, foram usados nove cultivares de arroz, provenientes do Instituto Rio Grandense do Arroz (safra 2002/2003). Os teores de Mg, K, P, Na, Mn e Zn foram significativamente maiores nos grãos integrais. A parboilização, ao contrário do esperado, não aumentou o conteúdo de todos os minerais, sendo que estes grãos, comparados aos brancos, tiveram menor teor de Mn e Zn. Além das diferenças entre os beneficiamentos, pôde-se observar variação entre cultivares, como por exemplo, nos teores de Fe e Zn, que variaram 223% (BR-IRGA 409 X IRGA 420) e 41% (IRGA 417 x IRGA 420), respectivamente, no arroz branco. Com isso, levanta-se a hipótese de que cultivares de arroz podem ser selecionados em função da presença de teores mais elevados de minerais, a fim de serem usados em estratégias específicas na prevenção e combate de várias doenças resultantes da ingestão insuficiente destes nutrientes.

Palavras-chave: minerais, arroz integral, arroz branco, parboilização.

---

<sup>1</sup> Núcleo Integrado de Desenvolvimento de Análises Laboratoriais, Departamento de Tecnologia e Ciência de Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – CEP: 97105900, Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>1,2</sup> ProDoc, beneficiária de auxílio financeiro CAPES – Brasil.

## INTRODUÇÃO

Desde eras remotas, a raça humana tem consciência de que a ingestão de uma dieta balanceada é essencial para o bom funcionamento do organismo e, conseqüentemente, para a manutenção da saúde. Porém, o estilo de vida atual de nossa sociedade tem menosprezado tais conhecimentos em detrimento de alimentos de preparo rápido, mas nem sempre de valor nutricional balanceado. Este fato é o principal responsável pela crescente incidência da chamada “fome oculta”, a qual é causada pela baixa ingestão de minerais e vitaminas, que são elementos essenciais para o bom funcionamento do organismo humano. Considerando que os cereais constituem o principal alimento na dieta daqueles que não têm acesso a alimentos ricos em micronutrientes, tais como leite, carne, frutas e vegetais, o consumo de um cereal com maior conteúdo de minerais pode ajudar no combate desse tipo de desnutrição.

Sabe-se que o arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais de maior cultivo no mundo, sendo o principal alimento na dieta de mais da metade da população mundial [20]. No entanto, apesar de ser uma fonte reconhecida de energia, sua contribuição em minerais na dieta é bastante variável e diretamente relacionada ao processo de beneficiamento do grão, além de sofrer influências do genótipo, do ambiente e das práticas agrícolas [6, 22, 25].

As formas em que o arroz é mais consumidos são, em ordem decrescente, o polido (branco), o parboilizado e o integral. Para a obtenção do arroz integral, apenas a casca é retirada do grão; já no caso do arroz branco, todas as camadas externas (pericarpo, tegumento, camada de aleurona e embrião) são retiradas. O polimento tem o objetivo de melhorar a aparência e o gosto do arroz, contudo apresenta fatores negativos em termos de valor nutricional, uma vez que parte dos minerais, vitaminas, fibra dietética e outras substâncias de relevância nutricional, que se encontram em maior proporção no embrião e no farelo, são retiradas [26]. Este fato é comprovado em estudo realizado por Coffman & Juliano<sup>6</sup> e por Bajaj et al.<sup>3</sup>, os quais, ao investigarem as perdas de minerais durante o polimento do arroz, observaram decréscimos entre 53 e 75% de P, 57 e 96% de Ca e 62 e 98% de Mg. Ainda, de acordo com WHFOODS<sup>35</sup>, o polimento elimina metade do conteúdo de Mn e 60% do Fe presentes no grão integral.

Embora pesquisas demonstrem a superioridade em conteúdo mineral do arroz integral em relação ao branco, devido ao fato de que estes estão presentes em maiores quantidades nas camadas externas que não são removidas no beneficiamento [7, 19, 22, 25], alguns fatores influenciam negativamente o seu consumo entre as populações mundiais, entre os quais, aqueles relacionados a sua palatabilidade e a sua baixa vida de prateleira. Além disso, o maior teor de minerais no arroz integral não reflete, necessariamente, a maior biodisponibilidade dos mesmos, uma vez que grande parte destes podem estar complexados com outros componentes, tais como fibra e fitatos, e, portanto, indisponíveis ao metabolismo humano.

Nos últimos anos, estudos têm demonstrado que o processo de parboilização, usado com o principal propósito de aumentar a renda de moagem do arroz, também influencia positivamente seu valor nutricional, uma vez que provoca migração de minerais solúveis das camadas externas para o endosperma amiláceo do grão [5, 6, 10, 27, 32].

Sendo o arroz um ingrediente expressivo na dieta, qualquer processo que possa resultar em aumento na concentração e na biodisponibilidade de seus minerais pode exercer efeito significativo na nutrição e saúde humana, principalmente em países onde este cereal é o principal alimento [13, 14]. Neste contexto, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito do beneficiamento nos teores de macro e microminerais em grãos de arroz integral, parboilizado e branco.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Para atingir os objetivos deste estudo, foram testados 3 tratamentos (formas de beneficiamento: integral, parboilizado e branco), sendo as repetições (nove/tratamento) constituídas pelos cultivares BR-IRGA 409, BR-IRGA 410, IRGA 416, IRGA 417, IRGA 418, IRGA 419, IRGA 420, IRGA 421 e IAS 12-9 Formosa; todos recomendados para o plantio na Região Sul, coletados na Estação Experimental do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA/Cachoeirinha/RS), na safra de 2002/2003. Cada cultivar foi colhido de uma parcela de 27 m<sup>2</sup> contendo 30 fileiras (3 m de comprimento e 30 cm de distância entre as fileiras).

As amostras ficaram em repouso pós-colheita por um período de dois meses e, após, foram descascadas em engenho de provas Suzuki (MT 96), previamente regulado para o cultivar, visando a obtenção do arroz integral.

Para obter o arroz parboilizado, as amostras foram submetidas a encharcamento (razão massa de grãos:água de 1:1,5) em água aquecida a  $65^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 300 minutos, e autoclavadas a  $110^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  (pressão de  $0,6\text{ KPa}\pm 0,05\text{Kpa}$ ), por 10 minutos, secas até  $12\pm 2\%$  de umidade e descascadas.

O polimento do arroz parboilizado e do branco foi realizado no mesmo engenho do descasque. Na seqüência, nas dependências do Núcleo Integrado de Desenvolvimento de Análises Laboratoriais (NIDAL) da UFSM, as amostras foram moídas ( $<1\text{mm}$ ) em um micromoinho a 27.000 rpm e armazenadas em sacos plásticos sob congelamento ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) até o momento das análises. O experimento foi conduzido em delineamento completamente casualizado, sendo que todas as análises foram conduzidas em triplicata.

As medidas de matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) foram realizadas de acordo com a AOAC2, e o conteúdo de macrominerais [sódio (Na), potássio (K), fósforo (P) e magnésio (Mg)] e microminerais [ferro (Fe), zinco (Zn) e manganês (Mn)], de acordo com Tedesco et al.33.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas por Tukey ao nível de 5% de significância.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O conteúdo de MM das amostras, bem como os seus respectivos teores de Mg, K, P, Na, Mn e Zn, foram significativamente influenciados pelo processamento ( $p<0,05$ ), fato que não foi evidenciado para o teor de Fe ( $p>0,05$ ) (Tabelas 1 e 2). Como relatado na literatura [6, 19, 20, 22, 25, 26, 28, 35], os teores dos minerais analisados foram mais elevados no arroz integral do que no parboilizado e maiores neste do que no branco.

O fato de o arroz integral ter apresentado maiores teores de alguns minerais (Mg, K, P, Na, Mn e Zn) não indica que os mesmos estejam biodisponíveis ao organismo humano, pois a presença de ácido fítico e de outros fatores antinutricionais, abundantes nas camadas

Tabela 1. Teores de magnésio (Mg), potássio (K), fósforo (P) e sódio (Na) em cultivares de arroz integral, parboilizado (Parb) e branco

Cultivar	Mg			K			P			Na		
	Integral	Parb	Branco	Integral	Parb	Branco	Integral	Parb	Branco	Integral	Parb	Branco
BR-IRGA 409	392,6	70,9	90,6	264,3	117,7	60,5	325,8	135,5	112,8	1,23	1,18	1,81
BR-IRGA 410	350,2	59,5	87,7	213,9	124,8	52,4	287,9	122,6	83,9	6,35	0,30	2,52
IRGA 416	312,4	86,8	46,4	200,8	152,6	62,7	237,6	187,3	87,5	3,92	0,90	2,87
IRGA 417	362,1	70,7	56,9	180,3	79,0	45,9	251,4	101,8	80,6	1,35	0,30	2,89
IRGA 418	385,6	83,9	93,7	229,1	128,6	48,8	317,9	126,5	117,9	3,18	0,70	3,30
IRGA 419	325,2	127,0	100,9	215,2	190,2	63,6	310,7	220,6	119,4	1,81	0,30	0,76
IRGA 420	284,4	142,4	120,0	187,5	230,1	57,4	232,0	321,8	129,3	1,28	0,90	0,60
IRGA 421	413,2	126,2	96,1	275,7	189,1	60,7	417,9	262,6	122,0	1,29	0,90	1,11
IAS 12-9 Formosa	293,9	116,7	69,9	215,6	134,1	54,6	277,4	189,4	87,1	3,57	2,39	2,20
Média	<b>346,6<sup>a</sup></b>	<b>98,2<sup>b</sup></b>	<b>84,7<sup>b</sup></b>	<b>220,3<sup>a</sup></b>	<b>149,6<sup>b</sup></b>	<b>56,3<sup>c</sup></b>	<b>295,4<sup>a</sup></b>	<b>185,4<sup>b</sup></b>	<b>104,5<sup>c</sup></b>	<b>2,66<sup>a</sup></b>	<b>0,87<sup>c</sup></b>	<b>2,01<sup>b</sup></b>
CV	<b>13,1</b>	<b>30,6</b>	<b>27,1</b>	<b>14,6</b>	<b>30,8</b>	<b>11,2</b>	<b>19,4</b>	<b>39,4</b>	<b>18,4</b>	<b>65,8</b>	<b>74,8</b>	<b>49,4</b>

\* Valores seguidos por letras distintas diferem entre si ( $p > 0,05$ )

\*\* Valores expressos em mg/100g de matéria seca

CV = coeficiente de variação

Tabela 2. Teores de ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e matéria mineral (MM) em cultivares de arroz integral, parboilizado (Parb) e branco

Cultivar	Fe			Mn			Zn			MM		
	Integral	Parb	Branco	Integral	Parb	Branco	Integral	Parb	Branco	Integral	Parb	Branco
BR-IRGA 409	1,73	1,63	2,52	1,87	0,91	1,03	3,02	1,40	2,43	1,17	0,62	0,28
BR-IRGA 410	1,10	1,15	1,08	3,11	1,02	1,51	2,88	1,01	2,10	1,10	0,58	0,28
IRGA 416	0,89	1,57	1,15	2,03	0,91	1,38	2,81	1,15	2,30	1,27	0,67	0,34
IRGA 417	1,25	0,86	0,93	3,77	1,18	1,73	3,13	1,37	2,79	1,03	0,50	0,25
IRGA 418	1,30	0,50	1,14	2,47	0,51	2,04	3,34	1,40	2,43	1,11	0,67	0,30
IRGA 419	2,06	1,00	0,94	3,11	1,28	1,52	2,72	1,26	2,28	1,03	0,79	0,35
IRGA 420	1,03	1,14	0,78	1,87	0,92	2,34	2,45	1,33	1,97	1,20	0,83	0,31
IRGA 421	1,51	0,71	0,79	1,87	0,51	1,41	3,43	1,58	2,55	1,29	0,79	0,31
IAS 12-9 Formosa	0,69	0,78	1,50	1,91	0,51	0,71	2,85	1,23	2,29	1,17	0,61	0,28
Média	<b>1,29<sup>ns</sup></b>	<b>1,04<sup>ns</sup></b>	<b>1,20<sup>ns</sup></b>	<b>2,45<sup>a</sup></b>	<b>0,86<sup>c</sup></b>	<b>1,52<sup>b</sup></b>	<b>2,96<sup>a</sup></b>	<b>1,31<sup>c</sup></b>	<b>2,35<sup>b</sup></b>	<b>1,15<sup>a</sup></b>	<b>0,67<sup>b</sup></b>	<b>0,30<sup>c</sup></b>
CV	<b>33,2</b>	<b>36,4</b>	<b>44,9</b>	<b>29,2</b>	<b>34,0</b>	<b>32,1</b>	<b>10,4</b>	<b>12,6</b>	<b>10,2</b>	<b>8,2</b>	<b>16,3</b>	<b>10,5</b>

\* Valores seguidos por letras distintas diferem entre si ( $p > 0,05$ )

\*\* Valores expressos em mg/100g de matéria seca, exceto MM (g%).

CV = coeficiente de variação



mais externas do grão, podem interferir sobremaneira na absorção desses minerais. Coffman e Juliano<sup>6</sup> descrevem que a digestibilidade dos minerais no arroz integral é de 78%, enquanto que no arroz branco é de 91%.

Esses fatores antinutricionais, com exceção do fitato estão sujeitos à desnaturação pelo calor [20]. Com isso, mesmo após o cozimento do arroz, o fitato ainda está ativo. Este componente tem forte habilidade de quelar íons metais multivalentes, especialmente Zn, Ca e Fe, o que resulta na formação de sais bastante insolúveis, com baixa biodisponibilidade [17, 31]. Portanto, se o consumidor já está ingerindo uma dieta pobre em minerais, o consumo de alimentos com alto teor de ácido fítico pode levar a uma deficiência nutricional mais grave [23].

A parboilização resultou em acréscimos significativos de 223% de MM, 266% de K e 177% de P em relação ao arroz branco ( $p < 0,05$ ), mas não afetou o conteúdo de Mg. Por outro lado, os teores de Mn, Zn e Na, ao contrário do esperado, foram maiores nos grãos de arroz branco do que nos de parboilizado. Segundo Te-Tzu<sup>34</sup>, Juliano & FAO<sup>20</sup>, Abiap<sup>1</sup>, Henry & Massey<sup>17</sup> e Dexter<sup>9</sup>, durante o processo de parboilização, minerais solúveis presentes nas camadas externas podem migrar para o endosperma amiláceo, resultando em aumento nos teores desses componentes e acréscimo no valor nutricional do grão. Porém, este fato parece não ser verdadeiro para todos os minerais, o que é confirmado pelo estudo realizado por David et al.<sup>8</sup>, no qual os teores de Zn e Mn nas amostras de arroz branco foram, da mesma forma, superiores ao parboilizado. Segundo estes autores, é possível que parte destes minerais seja solubilizada e perdida na água usada para o encharcamento dos grãos no processo de parboilização.

Resultados semelhantes também foram observados por Fagundes et al.<sup>11</sup>, em que os teores de P e K apresentaram aumento após a parboilização, enquanto Mn e Zn tiveram seus teores reduzidos. Segundo eles, pode ter ocorrido uma retenção não uniforme de minerais no arroz parboilizado, possivelmente devido à maior ou menor migração e fixação destes em função de variáveis do processo hidrotérmico e pela resistência oferecida ao polimento após a parboilização. Heinemann et al.<sup>16</sup> também encontraram redução nos teores

desses mesmos minerais após a parboilização e sugeriram que este fato pode indicar sua difusão para camadas mais externas do grão, sendo após, removidos com o polimento. Agrega-se a essas hipóteses a possibilidade de que tal processo possa desencadear respostas fisiológicas decorrentes do estresse provocado pelo encharcamento sob temperatura de 65°C, que causam aumento da atividade respiratória e enzimática, semelhante ao processo germinativo, o que induz à migração desses minerais para as camadas mais externas do grão, em especial para a aleurona, que é composta predominantemente por enzimas que agem diretamente na resposta a mudanças nos fatores ambientais.

Segundo Matsuo et al.<sup>26</sup>, alguns minerais são usados como cofatores enzimáticos na transdução de ácidos nucléicos, síntese de proteínas e outras reações de catabolismo e anabolismo que ocorrem durante o desencadeamento do processo germinativo. O Zn, por exemplo, é necessário em reações associadas ao metabolismo de carboidratos, síntese e degradação de proteínas, síntese de ácidos nucléicos, transporte de CO<sub>2</sub>. Já o Mn está associado às enzimas acetil-CoA carboxilases e isocitrato desidrogenase no ciclo de Krebs [24].

No processo subsequente ao da parboilização, ocorrem a autoclavagem e a posterior secagem dos grãos, interrompendo o processo germinativo e, possivelmente, diminuindo os níveis de alguns minerais cofatores no endosperma, com conseqüente aumento nas camadas mais externas do grão. Dados não publicados demonstram que farelos provenientes de amostras de arroz parboilizado apresentam maiores teores de Mn, Zn e Na em relação aos farelos provenientes do arroz branco, o que sustenta tal hipótese.

O beneficiamento não afetou igualmente todas as amostras analisadas, sendo que, para Na (BR-IRGA 409, IRGA 417 e IRGA 418) e Mn (IRGA 420), algumas amostras de grãos brancos apresentaram teores maiores que os seus integrais respectivos. A amostra IRGA 420 parboilizada também apresentou maior teor de K e P que a integral. Essa mesma variabilidade foi observada para Fe em algumas amostras (Tabela 2). Vários fatores podem ter influenciado na obtenção destes resultados, desde aqueles intrínsecos à planta até os de

contaminações involuntárias, sendo esta última hipótese pouco provável, uma vez que, mesmo analisando novos lotes da mesma amostra, os resultados persistiram.

Além das diferenças existentes entre os beneficiamentos, não podemos descartar a variação genética, que exerce grande influência na composição química deste cereal [6, 15, 22, 37, 38]. Neste trabalho, observou-se que o Fe e o Zn, por exemplo, variaram 223% (BR-IRGA 409 X IRGA 420) e 41% (IRGA 417 x IRGA 420), respectivamente, entre diferentes cultivares de arroz branco.

As deficiências de Fe e Zn são as mais preocupantes em populações carentes e afetam todas as faixas etárias, principalmente em países que têm o arroz como ingrediente majoritário da dieta [9, 20]. Estas deficiências podem ser decorrentes tanto dos baixos teores destes minerais no arroz, como também da presença de ácido fítico.

Mais de 2 bilhões de pessoas em todo o mundo são anêmicas, sendo a maioria delas pela deficiência de Fe. A prevalência dessa patologia nos países em desenvolvimento é 3 a 4 vezes maior do que em países desenvolvidos, sendo especialmente problemática em países do Sudeste da Ásia e África subtropical. Sua deficiência ocasiona problemas no desenvolvimento físico e mental, bem como retardo na capacidade de aprendizado. Já o Zn é essencial em várias rotas metabólicas, e sua deficiência causa aumento da ocorrência de infecções, retardos no crescimento e problemas reprodutivos. Estima-se que 61% da população de países em desenvolvimento esteja na faixa de risco de desnutrição por Zn, enquanto em países desenvolvidos este risco cai para 10% [4].

Como é de conhecimento geral, o consumo per capita de arroz varia consideravelmente entre as diferentes culturas e condições econômicas, sendo o branco a forma mais consumida [12, 29]. O consumo de 100g de arroz integral, por exemplo, pode suprir de 10,7% (Fe) a 94% (Mg) das necessidades diárias de uma pessoa adulta [18]. Do mesmo modo, a ingestão da mesma quantidade de arroz parboilizado pode suprir de 7,5% (K) a 26,5% (P). Já o consumo de arroz branco supre 2,8% (K) a 43% (Mn) das necessidades.

Diante do exposto, levanta-se a hipótese de que cultivares de arroz podem ser selecionados em função da presença de teores mais elevados destes minerais, a fim de

serem usados em estratégias específicas na prevenção e combate de várias doenças resultantes da ingestão insuficiente desses nutrientes. Pesquisas semelhantes já estão sendo desenvolvidas [21, 30, 36], entre elas, a de maior destaque é a criação do golden rice ou arroz dourado, que, por ter os teores de ferro e vitamina A aumentados, vem sendo apontado como alternativa promissora na prevenção de doenças relacionadas à anemia e à visão. O cultivo deste arroz em países em desenvolvimento é uma das estratégias que serão adotadas no programa denominado Harvest Plus, que visa, a partir do esforço de várias instituições internacionais, minimizar os problemas de má nutrição em populações carentes.

Contudo, deve-se ressaltar que o enriquecimento do arroz ou de qualquer outro alimento, por mais desejável que seja, não irá suprir todas as necessidades orgânicas para manter a saúde, o que só será alcançado com uma dieta equilibrada.

### **CONCLUSÃO**

Os diferentes beneficiamentos influenciaram significativamente os teores da maioria dos minerais analisados, exceto o Fe, sendo os grãos integrais aqueles que apresentaram maiores teores. A parboilização, ao contrário do esperado, não aumentou o conteúdo de todos os minerais, sendo que, comparada ao branco, teve menor teor de Mn e Zn.

Uma ampla variação entre cultivares também foi observada, o que pode servir como subsídio para a formulação de dietas diferenciadas, bem como para futuro uso no melhoramento genético.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao pesquisador Carlos Alberto Fagundes pelo apoio e fornecimento das amostras necessárias a realização das análises; ao Instituto Rio Grandense do Arroz pelo apoio financeiro e ao CNPq pela bolsa de iniciação científica.

## ABSTRACT

Rice is the staple food for more than half of the world's population; even so, his contribution in minerals is variable and related to the milling's processes. The objective of the study was to evaluate the milling influence on mineral levels in grains of brown, parboiling and white rice. Nine rice cultivars obtained in the Instituto Rio Grandense do Arroz were used (Crop 2002/2003). The levels of Mg, K, P, Na, Mn and Zn were significantly affected by processing, fact that it was not evidenced for Fe levels, being the brown grains those that presented higher levels. The parboiling, in the other hand, did not increase the content of all minerals, and had smaller levels of Mn and Zn, compared to the white rice,. Besides the differences among processes, variations could be observed between cultivars, for example, the levels of Fe and Zn, varied 223% (BR-IRGA 409 X IRGA 420) and 41% (IRGA 417 x IRGA 420), respectively, in the white rice. With this, raises the hypothesis that rice cultivars can be selected considering the presence of higher levels of minerals, aiming to use then in specific strategies preventing several diseases resulted from insufficient ingestion of these nutrients.

Keywords: minerals, brown rice, white rice, parboiling.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABIAP. Associação Brasileira das Indústrias de Arroz Parboilizado. Disponível em <<http://www.abiap.com.br>> .Acesso em 13 fev. 2003.
2. AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16th ed., supplement 1998, Washington, DC. Chapter 32: p. 25-2, 1995.
3. Bajaj, M. et al. Extended milling of Indian rice. II. Effect of mineral composition. *Chemie. Mikrobiologie, Der Lebensmittel*, v. 12, p. 58-60, 1989.

4. Brown K. H.; Wuehler S. E. Zinc and human health. Ottawa: **Micronutrient Initiative**, 2000.
5. Casiraghi, M.C. et al. Effects of Processing on Rice Starch Digestibility Evaluated by in Vivo and in Vitro Methods, **Journal of Cereal Science**, v.17, p.147-156, 1993.
6. 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, cap.5, p. 101-131, 1987.
7. CHOE, J. S. Comparison of Nutritional Composition in Korean rices. **Journal Korean Society of Food Science and Nutrition**, v.31 (1), p.885-892, 2002.
8. David, D.B. et al. Concentração de Minerais em Grãos Polidos e Parboilizados de Diferentes Cultivares de Arroz: Zn, Cu, Fe, Mn. In: III Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 644-646.
9. DEXTER, P. B. Rice fortification for developing countries. Department of Food Science, University of Arkansas – Fayetteville. August, 1998. Disponível em <<http://www.mostproject.org/rice4.pdf>>. Acesso em: 22 set, 2004.
10. EgguM, B.O. et al. The resistant starch, undigestible energy and undigestible protein contents of raw and cooked milled rice. **Journal of Cereal Science**, v.18, p.159-170, 1993.
11. Fagundes, P.L. et al. Teores de minerais em amostras comerciais de arroz polido e parboilizado. Disponível em: < <http://www.usp.br/siicusp/11osiicusp/ficha2484.htm>>. Acesso em 10 mai, 2004.

12. Food and Agricultural Organization / World Health Organization (FAO/WHO). Carbohydrates in Human Nutrition: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, April 14-18, 1997, **Food and Nutrition paper**, FAO, Rome, 140p, 1998.
13. Graham, R. et al. Breeding for micronutrient density in edible portions of staple food crops: conventional approaches, **Field Crops Research**, v.60, p. 57-80, 1999.
14. Gregorio, G.B.; Progress in breeding for trace minerals in staple crops. **The Journal of Nutrition**. v. 132 (3), p. 500S-502S, 2002.
15. GRIST, D.H. **Rice**. 5th ed. New York: Longman, 1975. 601p.
16. HEINEMANN, R. J. B.; FAGUNDES, P. L.; PENTEADO, M. V. C.; LANFER-MARQUEZ, W.M. Estudo comparativo dos nutrientes em arroz integral, parboilizado e polido e sua contribuição na dieta. In: XIX Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Recife, PE. **Anais...** 2004. CR-ROM.
17. Henry, C.J.K.; Massey, D. Micro-nutrient changes during food processing and storage. Crop Post-Harvest Programme. Issues Paper – 5. Dec. 2001. Disponível em: <[http://www.cphp.uk.com/downloads/issue\\_paper\\_5.pdf](http://www.cphp.uk.com/downloads/issue_paper_5.pdf)>. Acesso em 22 set., 2004
18. ION. Food and nutrition. DRI. Disponível em: <<http://www.ion.edu>>. Acesso em: 19 set, 2004.
19. JAVIER, Q. J. Let's promote brown rice to combat hidden hunger. **Rice Today**, January, 2004.

20. Juliano, B.O.; Fao. Rice in Human Nutrition. FAO, Rome. Disponível em: <<http://www.fao.org/inpho/content/documents//vlibrary/t0567e/t0567e00.htm>>. Acesso em 13 fev. 1993.
21. Kennedy, G.; Burlingame, B. Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. **Food Chemistry**, v. 80, p. 589-59, 2003.
22. Kennedy, G.; Burlingame, B.; Nguyen, V.N. Nutritional Contribution of rice: impact of biotechnology and biodiversity in rice-consuming countries. **The International Rice Commission – Twentieth Session**, Bangkok, Thailand, 2002.
23. Lehrfeld, J. HPLC separation and qualification of phytic acid and some inositol phosphates in foods: Problems and solutions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.42, p. 2726-2731, 1994.
24. LINDER, M. C. Nutricional Biochemistry and Metabolism with Clinical Applications. 2th ed. Fullerton, California, 1991.
25. MARSHALL, W. E.; WADSWORTH, J. I. **Rice Science and Technology**. New Orleans, Louisiana, 1993. 470p.
26. Matsuo, T. et al. Science of the Rice Plant. Vol. II, Physiology. **Food and Agriculture Policy Research Center**, Tokyo, 1995.
27. Mickus, R.R.; Luh, B.S. Rice enrichment with vitamins and amino acids. In: **Rice: Production and utilization**, ed. B. S. Luh, p. 486 – 500, 1980.



28. Park, J.K.; Kim, S.S.; Kim, K.O. Effects of Milling Ratio on Sensory Properties of Cooked Rice and Physicochemical Properties of Milled and Cooked Rice. **Cereal Chemistry**, v.78, p.151-156, 2001.
29. Pimentel, B.G. et al. Avaliação das características físicas e preferência do arroz polido e parboilizado. In: 5º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos; 2003. **Anais...** Campinas, São Paulo: CD-ROM.
30. POTRYKUS, I. Golden Rice. Federal Institute of Technology (ETH), Zurich, Switzerland. Disponível em <<http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4751E/y4751e06.htm>>. Acesso em: 13 set, 2004.
31. Rhou, J.R.; Erdman, J.V. Phytic acid in health and disease. CRC **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.35, p.495-508, 1995.
32. 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, p.434-435, 1999.
33. Tedesco, M.J. et al. **Análises de Solos, Plantas e outros Materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRSG. 174p. (Boletim Técnico, 5), 1995.
34. Te-Tzu, Chang. Rice (II.A.7). In: Kenneth FK, Kriemhild Coneè Ornelas (2000). **The Cambridge World History of Food**, 2000, 1958p.
35. The world's healthiest foods (WHFOODS). George Mateljan Foundation. Disponível em <<http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=foodspice&dbid=128>>. Acesso em 6 set., 2004.

36. VASCONCELOS, M. et al. Enhanced iron and zinc accumulation in transgenic rice with the ferritin gene. **Plant Science**, v.164, p.371-378, 2003.
37. ZHAI, C. K.; ZHANG, X. Q.; SUN, G. J.; LORENZ, K. J. Comparative study on nutritional value of Chinese and North American wild rice. **Journal of food composition and analysis**. v.14. p. 371-382, 2001.
38. ZHOU, Z. et al. Composition and functional properties of rice. **International Journal of Food and Technology**, v.37, p.849-868, 2002.

#### 4. DISCUSSÃO

O acesso ao alimento é a forma mais primária de proteger as pessoas contra a malnutrição. Porém não é suficiente, pois evidências recentes indicam que a melhoria da segurança alimentar familiar, medida pelo consumo adequado de calorias, não se traduz necessariamente numa melhoria do estado nutricional (Haddad et al., 1995).

Além disso, pode-se dizer que ainda hoje a desnutrição e a fome são realidades marcantes e incontestáveis no cenário sócio-econômico do mundo subdesenvolvido e dos chamados países em desenvolvimento, tais como o Brasil. Este fato se torna mais grave se considerarmos as projeções que sugerem um aumento mundial de mais 1,2 bilhão de bocas para alimentar em 2020, sendo que esta expansão dar-se-á independentemente dos fatos de que, atualmente, 800 milhões de pessoas – quase uma em cada sete – enfrentam fome crônica e de que uma em cada três crianças no mundo é subnutrida (HARVESTPLUS, 2004). Neste contexto, vê-se a necessidade da ingestão de alimentos que não somente preencham as necessidades energéticas, mas que também contribuam com nutrientes fundamentais para manter a saúde, como a proteína e os minerais.

Calcular as dietas de maneira que contenham todos os nutrientes necessários para atender às exigências orgânicas de cada indivíduo é uma preocupação constante dos nutricionistas. Para isso, são usadas tabelas de composição de alimentos que consideram apenas o ingrediente único (exemplo, o arroz), descartando influências de ordem genética e ambiental sobre as medidas usadas como indicativo nutricional, o que pode levar a erros nos cálculos e, conseqüentemente, a resultados não condizentes com os esperados. No entanto, informações a respeito das características nutricionais e de sua persistência nos cultivares de arroz produzidos no País ainda são muito incipientes, o que demonstra a importância de estudos nesta área.

Dentre as características nutricionais, os teores de amido digestível, proteína, fibra insolúvel e solúvel são nutrientes majoritários importantes para avaliar a composição do arroz, uma vez que este é basicamente conhecido como uma fonte energética; porém, dependendo da população que o consome, também é considerado uma fonte importante de outros nutrientes. Os resultados obtidos no artigo 1 mostram que os grupos de cultivares avaliados diferem-se significativamente quanto às respectivas características nutricionais, sendo algumas das quais persistentes entre os anos de cultivo. Essas diferenças encontradas entre os

grupos de cultivares são importantes para determinar usos diferenciados na nutrição. Por exemplo, em uma dieta em que é necessário restringir a quantidade de proteína, como é o caso de pacientes nefropatas, cultivares de arroz com menor quantidade deste nutriente, tais como os pertencentes ao grupo 2A (Artigo 1, tabela 2), poderiam ser mais eficientes do que os do grupo 2B (7,63% versus 10,30%). Por outro lado, o uso de cultivares do grupo 2B poderia auxiliar no combate e prevenção à desnutrição energético-protéica, principalmente em países que têm este cereal como principal alimento na dieta.

Estes resultados, embora preliminares, já demonstram que o arroz pode ser explorado de forma diferenciada na nutrição, de acordo com sua variabilidade genética, e não apenas como alimento de composição única e pouco variável. Entretanto, para determinar o nível de persistência de tais características em diferentes condições ambientais, faz-se necessário um período maior de avaliação, o que pode ser objeto de futuros estudos.

Outro aspecto importante a ser considerado, além da composição inerente dos cultivares, está relacionado com os processos de beneficiamento a que o arroz é submetido antes do consumo, os quais podem alterar sua composição nutricional. Essas alterações podem ser visualizadas nos artigos 2 e 3. Por exemplo, o arroz parboilizado, com maior conteúdo de alguns minerais (K e P) em relação ao branco, poderia ser indicado para pessoas em risco nutricional por deficiência de ingestão destes micronutrientes. Além disso, este arroz apresenta maior teor de amido resistente, o qual exerce efeitos benéficos ao organismo.

O arroz integral, por sua vez, apresentou teores mais elevados de alguns nutrientes (gordura, fibra insolúvel) e minerais (Mg, K, P, Na, Mn, Zn). Contudo, este fato não é indicativo de superioridade nutricional. Isto porque fatores antinutricionais existentes nas camadas mais externas do grão podem interferir na absorção e utilização de minerais, bem como diminuir a digestibilidade protéica e energética. Por outro lado, este arroz pode ser fonte importante de fibra alimentar, a qual é um nutriente importante para tratamento de constipação, hipercolesterolemia e diabetes.

Da mesma maneira que a variabilidade genética, os resultados obtidos demonstram que o arroz proveniente de diferentes processos de beneficiamento também pode ser usado no estabelecimento de dietas específicas, de acordo com as necessidades individuais.

## 5. CONCLUSÕES

- Existem variações significativas na composição química entre os cultivares de arroz indicados para produção na região Sul do Brasil que possibilitam a formação de grupos com características nutricionais diferentes quanto aos teores de amido digestível, proteína, fibra insolúvel e solúvel.
- Grãos de arroz integral, de cultivares indicados para produção na região Sul do Brasil, apresentam maiores teores de extrato etéreo, fibra insolúvel e solúvel, amido resistente e menor teor de amido digestível em relação ao arroz branco.
- A parboilização de grãos de arroz aumenta os teores de amido resistente, potássio e fósforo em relação a grãos de arroz branco.
- Grãos de arroz integral, de cultivares indicados para produção na região Sul do Brasil, apresentaram maiores teores de extrato etéreo, fibra insolúvel e amido resistente e menor teor de amido digestível em relação ao parboilizado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIAP. Associação Brasileira das Indústrias de Arroz Parboilizado. Disponível em <<http://www.abiap.com.br>> .Acesso em 13 fev. 2003.
- ADU-KWARTENG, E. et al. **Food Control**, v. 14, p. 507-514, 2003.
- AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16th ed., Washington, DC, 1995.
- AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16th ed., supplement 1998, Washington. 1995 Chapter 32: p. 25-2.
- ASP, N.G. Preface “Resistant starch – Proceedings from the second plenary meeting of Eureka: European FLAIR Concerted Action N11 on physiological implications of the consumption of resistant starch in man”, **European Journal of Clinical Nutrition**, v.46, suppl.2, 1992.
- BACH KUDSEN, K.E.; JENSEN, B.B.; HANSEN, I. Digestion of polysaccharides and other major components in the small and large intestine of pigs fed on diets consisting of oat fractions rich in  $\beta$ -D-glucan, **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 70, n.2, p. 537-556, 1993.
- BAJAJ, M. *et al.* Extended milling of Indian rice. II. Effect of mineral composition. **Chemie. Mikrobiologie**, Der Lebensmittel, v. 12, p. 58-60, 1989.
- BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species, **Physiology Reviews**, v.70, n.2, p.567-589, 1990.
- BETT-GARBER, K.L. *et al.* Categorizing Rice Cultivars Based on Cluster Analysis of Amylose Content, Protein Content and Sensory Attributes, **Cereal Chemistry**, v.78, p.551-558, 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria no 269, de 17 de novembro de 1988. Norma de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do arroz. **Diário Oficial da União [da República Federativa do Brasil]** : Brasília, 22 de nov. 1988.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria no 157, de 04 de novembro de 1991. **Diário Oficial da União [da República Federativa do Brasil]** : Brasília, 05 de nov. 1991.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria no 80, de 10 de abril de 1992. **Diário Oficial da União [da República Federativa do Brasil]**: Brasília, 13 de abr. 1992.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria no 10, de 12 de abril de 1996. **Diário Oficial da União [da República Federativa do Brasil]**: Brasília, 15 de abr. de 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria no 171, de 24 de abril de 1997. **Diário Oficial da União [da República Federativa do Brasil]** : Brasília, 25 de abr. de 1997.

BROWN K. H.; WUEHLER S. E. **Zinc and human health**. Ottawa: Micronutrient Initiative, 2000.

CASIRAGHI, M.C. et al. Effects of Processing on Rice Starch Digestibility Evaluated by in Vivo and in Vitro Methods, **Journal of Cereal Science**, v.17, p.147-156, 1993.

CHAMP, M.; FAISANT, N. Resistent Starch: Analytical and physiological aspests. **Bol. SBCTA**, v.30, n.1, p.37-43,1996.

CHAMP, M.; RIOTTOT, M.; BORNET, F.*et al.* Amilomaïs traités par cuisson-extrusion: digestibilités totales et iléales chez le rat; effet de ces amidons sur la cholesterolemie. **Gastroentrol.Clin.Biol.**, v. 14, 1990.

CHOE, J. S. Comparison of Nutritional Composition in Korean rices. **Journal Korean Society of Food Science and Nutrition**, v.31, n.1, p.885-892, 2002.

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

DAVID, D.B. *et al.* Concentração de Minerais em Grãos Polidos e Parboilizados de Diferentes Cultivares de Arroz: Zn, Cu, Fe, Mn. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3., 2003, Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 644-646.

DEXTER, P. B. Rice fortification for developing countries. Department of Food Science, University of Arkansas – Fayetteville. August, 1998. Disponível em <<http://www.mostproject.org/rice4.pdf>>. Acesso em: 22 set, 2004.

EASWOOD, M.A. The physiological effect of dietary fiber: and update. **Annual Reviews of Nutrition**, v. 12, n. 1, p. 19-35, 1992.

EGGUN, B.O. *et al.* The resistant starch, undigestible energy and undigestible protein contents of raw and cooked milled rice. **Journal of Cereal Science**, v.18, p.159-170, 1993.

ENGLYST, H. Classification and measurement of plant polysaccharides. **Animal Feed Science Technology**, v.23, p.27-42, 1989.

ENGLYST, H. N.; KINGMAN, S. M.; CUMMINGS, J. H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.46, p.S33-S50, 1992.

FAGUNDES, P.L. *et al.* **Teores de minerais em amostras comerciais de arroz polido e parboilizado**. Disponível em: < <http://www.usp.br/siicusp/11osiicusp/ficha2484.htm>>. Acesso em 10 mai, 2004.

- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION / WORLD HEALTH ORGANIZATION (FAO/WHO). Carbohydrates in Human Nutrition: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, April 14-18, 1997, **Food and Nutrition paper**, FAO, Rome, 140p, 1998.
- FREI, M.; SIDDHURAJU, P.; BECKER, K. Studies on in vitro starch digestibility and the glycemic index of six different indigenous rice cultivars from the Philippines. **Food Chemistry**, v. 83, p. 395-402, 2003.
- GARCÍA-ALONSO, A.; SAURA-CALIXTO, F. DELCOUR, J.A. Influence of Botanical Source and Processing on Formation of Resistant Starch Type III. **Cereal Chemistry**, v.75, n.6, p.802-804, 1998.
- GILBERT, G.A.; SPRAGG, S.P. Iodine Sorption: "Blue Value". In: Whistler, R.L. et al. **Methods in Carbohydrate Chemistry**. London : Academic Press, 1967. p. 168-169. v.4
- GOÑI, I. *et al.* Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. **Food Chemistry**, v. 56, p. 445-449, 1996.
- GOULD, J.M. *et al.* High-fiber, noncaloric flour substitute for baked foods - Properties of alkaline peroxide-treated lignocellulose. **Cereal Chemistry**, v. 66, n.3, p. 201-295, 1989.
- GRAHAM, R. et al. Breeding for micronutrient density in edible portions of staple food crops: conventional approaches, **Field Crops Research**, v.60, p. 57-80, 1999.
- GREGORIO, G.B.; Progress in breeding for trace minerals in staple crops. **The Journal of Nutrition**. v. 132, n.3, p. 500S-502S, 2002.
- GRIST, D.H. **Rice**. 5th ed. New York: Longman, 1975. 601p.
- GRIST, D.H. **Rice**. 6th ed. Singapore: Longman, 1986. 599p.
- GUILLON, F.; CHAMP, M. Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. **Food Research Int.**, v. 33, n.3-4, p. 233-245, 2000.
- HADDAD, *et al.* A Visão 2020 para a Alimentação, Agricultura e o Meio Ambiente. International Food Policy Research Institute (IFPRI), n°25, 1995. Disponível em: <<http://www.ifpri.org/portug/2020/briefs/br25po.htm>>. Acesso em 10 nov., 2004.
- HAIR Jr., J.F. *et al.* **Multivariate data analysis**. 5.ed. New Jersey, 1998. 730p.
- HARVESTPLUS. Breeding Crops for Better Nutrition. Disponível em: <<http://www.harvestplus.org>>. Acesso em 10 out., 2004.
- HEINEMANN, R. J. B.; FAGUNDES, P. L.; PENTEADO, M. V. C. *et al.* Estudo comparativo dos nutrientes em arroz integral, parboilizado e polido e sua contribuição na dieta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19., 2004, Recife. **Anais...** 2004. CD-ROM.



- HENRY, C.J.K.; MASSEY, D. Micro-nutrient changes during food processing and storage. Crop Post-Harvest Programme. Issues Paper – 5. Dec. 2001. Disponível em: <[http://www.cphp.uk.com/downloads/issue\\_paper\\_5.pdf](http://www.cphp.uk.com/downloads/issue_paper_5.pdf)>. Acesso em 22 set., 2004
- HOOVER, R., ZHOU, Y. In vitro and in vivo hydrolysis of legume starches by  $\alpha$ -amylase and resistant starch formation in legumes—a review. **Carbohydrate Polymers**, v. 54, p.401–417, 2003.
- IRRI. Riceweb. A compendium of facts and figures from the world of rice. Disponível em: <<http://www.riceweb.org>>. Acesso em 10 mar. 2004
- ISLAM, N. et al. Effect of N Top-Dressing on Protein Content in Japonica and Indica Rice Grains. **Cereal Chemistry**, v. 73, p. 571-573, 1996.
- ION. **Food and nutrition**. DRI. Disponível em: <<http://www.ion.edu>>. Acesso em: 19 set, 2004.
- JAVIER, Q. J. Let's promote brown rice to combat hidden hunger. **Rice Today**, January, 2004.
- JENKINS, D.J.A. *et al.* Physiological Effects of Resistant Starch on Fecal Bulk, Short Chain Fatty Acids, Blood Lipids and Glycemic Index. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 17, p. 609-616, 1998.
- JOHANSEN, H. N.; KNUDSEN, K.E.B. Physico-chemical properties and the degradation of oat bran polysaccharides in the gut of pigs. **Journal of Science Food and Agriculture**, v. 73, p. 81-92, 1997.
- JØRGENSEN, H.; ZHAO, X.-Q.; EGGUN, B.O. The influence of dietary fibre and environmental temperature on the development of the gastrointestinal tract, digestibility, degree of fermentation in the hind-gut and energy metabolism in pigs. **British Journal of Nutrition**, v. 75, p. 365-378, 1996.
- JULIANO, B.O.; FAO. **Rice in Human Nutrition**. FAO, Rome. Disponível em: <<http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/t0567e/t0567e00.htm>>. Acesso em 13 fev. 1993.
- KENNEDY, G.; BURLINGAME, B. Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. **Food Chemistry**, v. 80, p. 589-59, 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.
- KIM, W.K. *et al.* Effect of resistant starch from corn and rice on glucose control, colonic events, and blood lipid concentrations in streptozotocin-induced diabetic rats. **Journal of Nutrition Biochemistry**, v.14, p.166-172, 2003.

LEHRFELD, J. HPLC separation and qualification of phytic acid and some inositol phosphates in foods: Problems and solutions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.42, p. 2726-2731, 1994.

LIMA, G.J.M.M. de *et al.* Classificação do milho, quanto à composição em alguns nutrientes através do emprego de análise de conglomerados [abstract]. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, 2000.

LINDER, M. C. **Nutricional Biochemistry and Metabolism with Clinical Applications**. 2th ed. Fullerton, 1991.

LOBO, A.R.; SILVA, G.M. de L. Implicações Nutricionais no Consumo de Fibras e Amido resistente. **Nutrição em Pauta**, São Paulo : n. 46, p. 28-30, 2001.

MAHAN, L.K.; Krause: **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 9.ed. São Paulo: Roca, 1998.

MÁRQUES, L. R. **A fibra terapêutica**. 2. ed. São Paulo, [2001?], 175p.

MARSHALL, W. E.; WADSWORTH, J. I. **Rice Science and Technology**. New Orleans, 1993. 470p.

MATSUO, T.; HOSHIKAWA, K. **Science of the Rice Plant**. V. I, Morphology. Food and Agriculture Policy Research Center, Tokyo, 1993.

MATSUO, T. *et al.* **Science of the Rice Plant**. V. II, Physiology. Food and Agriculture Policy Research Center, Tokyo, 1995.

MICKUS, R.R.; LUH, B.S. Rice enrichment with vitamins and amino acids. In: **Rice: Production and utilization**, ed. B. S. Luh, p. 486 – 500, 1980.

MORAND, C.; RÉMÉSY, C.; LEVRAT, M.A. *et al.* Replacement of digestible wheat starch by resistant cornstarch alters splanchnic metabolism in rats. **J. Nutr.**, v. 122, p.345-354, 1992.

MOORE, M.A.; PARK, C.B.; TSUDA, H. Soluble and insoluble fiber influences on cancer development. **Critical Review oncology/hematology**. v.27, p.229-242, 1998.

NETO, J. A. Z. **Morfologia e Fisiologia da Planta de Arroz**. 1997. Disponível em: <<http://www.abrarroz.com>>. Acesso em 5 mar. 2003.

NITZKE, J. A. **Terra de arroz**. Instituto de ciência e Tecnologia de Alimentos, UFRGS. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/icta/agronom/arroz/esqarroz.htm>>. Acesso em: 8 dez, 2004.

ONG, M. H.; BLANSHARD, J. M. V. Texture determinants in cooked, parboiled rice. I: Rice starch amylose and the fine structure of amylopectin. **Journal of Cereal Chemistry**, v.21, p.251-260, 1995.

ONIANG'O, R.K. Fibre: implications for the consumer. **Nutritional Research**. V. 18. p. 661-669, 1998.

PARK, J.K.; KIM, S.S.; KIM, K.O. Effects of Milling Ratio on Sensory Properties of Cooked Rice and Physicochemical Properties of Milled and Cooked Rice. **Cereal Chemistry**, v.78, p.151-156, 2001.

PEREZ, C.M. *et al.* Effects of Late Nitrogen Fertilizer Application on Head Rice Yield, Protein Content, and Grain Quality of Rice. **Cereal Chemistry**. v. 73, n.5, p. 556-560, 1996.

PIMENTEL, B.G. *et al.* Avaliação das características físicas e preferência do arroz polido e parboilizado. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 5., 2003, Campinas. **Anais...** Campinas, 2003. CD-ROM.

POTRYKUS, I. **Golden Rice**. Federal Institute of Technology (ETH), Zurich, Switzerland. Disponível em <<http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4751E/y4751e06.htm>>. Acesso em: 13 set, 2004.

PROSKY, L. *et al.* Determination of Total Dietary Fiber in Foods and Food Products: Collaborative Study. **Journal Association of Analytical Chemistry Int.**, v. 68, p.677-679, 1985.

PROSKY, L. *et al.* Determination of Insoluble, Soluble, and Total Dietary Fiber in Foods and Food Products: Interlaboratory Study. **Journal Association of Analytical Chemistry Int.**, v. 71, p.1017-1023, 1988.

PROSKY, L. What is fibre? Current controversies. **Trends in Food Science & Technology**, v.10, p. 271-275, 1999.

RECINE, E.; RADAELLI, P. **Obesidade e desnutrição**. NUT/FS/UnB; ATAN/DAB/SPS: Brasília, 60p. Disponível em: <[http://www.saude.gov.br/bvs/publicacoes/obesidade\\_desnutricao.pdf](http://www.saude.gov.br/bvs/publicacoes/obesidade_desnutricao.pdf)>. Acesso em 14 out. 2003.

RHOU, J.R.; ERDMAN, J.V. Phytic acid in health and disease. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.35, p.495-508, 1995.

ROSIN, P.M.; LAJOLO, F.M.; MENEZES, E.W. Measurement and Characterization of Dietary Starches. **Journal of food composition and analysis**, v. 15, p. 367-377, 2002.

SAGUM, R.; ARCOT, J. Effect of domestic processing methods on the starch, non-starch polysaccharides and in vitro starch and protein digestibility of three varieties of rice with varying levels of amylose. **Food Chemistry**. v.70, p.107-111, 2000.

SILVA, L.P. da. **Composição química de trigo e de aveia e efeito dos teores e proporções de fibra alimentar sobre a resposta biológica de frangos de corte e ratos**. 2002. 188f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

SILVA, L. P. et al. Efeito da Parboilização do Arroz em Mediadas Bromatológicas de Interesse Nutricional. CONFERENCIA INTERNACIONAL DE ARROZ DE CLIMA TEMPLADO, 3, 2003, Punta Del Este. **Anais em CD...** Punta Del Este, 2003.

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, p.434-435, 1999.

STEPHEN, A.M.; CUMMINGS, J.H. Water-holding by dietary fibre in vitro and its relationship to faecal output in man. **Gut**, v.20, n.5, p.722-729, 1979.

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

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. USP. Disponível em: <<http://143.107.7.148/tabela/tbcamenu.php>>. Acesso em 23 abr., 2004.

**TABELA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS/IBGE**. 4. ed. Rio de Janeiro : IBGE, 1996.

TEDESCO, M.J. *et al.* **Análises de Solos, Plantas e outros Materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRSG. 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).

TE-TZU, CHANG. **Rice (II.A.7)**. In: Kenneth FK, Kriemhild Coneè Ornelas (2000). The Cambridge World History of Food, 2000, 1958p.

THE WORLD'S HEALTHIEST FOODS (WHFOODS). George Mateljan Foundation. Disponível em <<http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=foodspice&dbid=128>>. Acesso em 6 set., 2004.

THEANDER, O. *et al.* Plant cell walls and monogastric diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.23, p.205-225, 1989.

TOPPING, D.L. Soluble Fiber Polysaccharides: Effects on Plasma Cholesterol and colonic Fermentation. **Nutrition Reviews**, v.49, p.195-203, 1991.

VASCONCELOS, M. *et al.* Enhanced iron and zinc accumulation in transgenic rice with the *ferritin* gene. **Plant Science**, v.164, p.371-378, 2003.

VIANNA, V.A.; OLIVEIRA, A.P.; CUNHA, J.D.C. Determinação da % de proteína em cultivares de arroz do ensaio regional-Pelotas, 1982/83. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 13., 1984, Balneário Camboriú : **Anais...** Balneário Camboriú: EMPASC. p. 373-375, 1984.

VIANNA, V.A.; OLIVEIRA, A.P.; CUNHA, J.D.C. Determinação da % de proteína em cultivares e linhagens de arroz irrigado do ensaio regional da EMBRAPA/CPATB em Pelotas, Jaguarão e Santa Vitória do Palmar, RS, 83/84. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 14., 1985, Pelotas : **Anais...** Pelotas: EMBRAPA/CPATB, 1985. p. 427-432.

WALTER, M.; SILVA, L.P.; PAZINI, M. Comparação de Metodologias para Determinação de Amido Resistente [abstract]. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 5., 2003, Campinas. **Anais...** Campinas, 2003. CD-ROM.

WARNER, A. C. I. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. **Nutrition Abstracts Reb.** (Series 'B'). v.51, p.789-975, 1981.

WIMBERLY, J.E. **Paddy rice postharvest industry and developing countries.** Manila: International Rice Research Institute, 1983.

YUE, P.; WARING, S. Resistant starch in food applications. **Cereal Foods World**, v.43, p.690-695, 1998.

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.

ZHAO, X.; JØRGENSEN, H.; EGGUM, B.O. The influence of dietary fibre on body composition, visceral, organ weight, digestibility and energy balance in rats housed in different thermal environments. **British Journal of Nutrition**, Cambridge. v.73, n.5, p.687-699, 1995.

ZHOU, Z. *et al.* Composition and functional properties of rice. **International Journal of Food and Technology**, v.37, p.849-868, 2002.

**ANEXOS**

## ANEXO 1

### JOURNAL OF FOOD COMPOSITION AND ANALYSIS

#### **Guide for Authors**

A primary goal of the Journal of Food Composition and Analysis is to provide sufficient description of the food samples, analytical methods, quality control procedures, and statistical treatments of the data to permit the end users of the food composition data to evaluate the appropriateness of such data in their projects.

Research may be published as Original Research Articles, Short Communications, Critical Reviews, Study Reviews, Reports or Commentaries, according to subject matter and presentation. Assignment will be made by the Editorial Office, but author guidance is appreciated. Original papers only will be considered. Manuscripts are submitted for review with the understanding that the same work has neither been copyrighted, published, nor submitted for publication elsewhere. Prior publication is a basis for rejection. However, publication in a conference proceedings or similar special presentation with limited distribution is not necessarily considered to be prior publication. In such cases the article should be so referenced.

All manuscripts will be judged by at least two qualified reviewers, assigned by the Editor. The review will be conducted against established criteria to determine technical quality. Reviewers each submit a recommendation to the editorial office regarding the merit of the manuscript, but the Editor provides a final decision on acceptance of the paper for publication.

#### **Authors' Responsibilities**

Submission for publication requires approval by all of the authors and by the institution where the work was carried out; further, that any person cited as a source of personal communications has approved such citation. Written authorization may be required at the Editor's discretion. Articles and any other material published in the Journal of Food Composition and Analysis represent the opinions of the authors and should not be construed to reflect the opinions of the Editors, INFOODS, United Nations University, FAO, or the publishers. Any data included in articles on commercial foods are reported solely as factual information and are limited to the samples analysed. No warranty or guarantee is made or

implied that other samples of these products will have the same or similar composition. The inclusion of such articles or data does not imply endorsement of any product.

Authors submitting a manuscript do so on the understanding that, if it is accepted for publication, copyright in the article, including the right to reproduce the article in all forms and media, shall be assigned exclusively to the Publisher. For employees of national governments, this provision applies only to the extent to which copyright is transferable under the laws and regulations of the country of the employee. All manuscripts must have a completed copyright form prior to publication. The Publisher will not refuse any reasonable request by the author to reproduce any of his or her contributions to the journal.

### **SUBMISSION OF MANUSCRIPTS**

Electronic manuscripts can be submitted by e-mail or computer disk. Electronic manuscripts submissions should be accompanied by one hard copy exactly matching the electronic version, each time a new version is transmitted. Most word-processing packages are acceptable, however, the editorial offices prefer that authors use a recent version of Microsoft Word or Corel WordPerfect. Manuscripts saved with formatting intact are preferred; rich-text format (.rtf extension) is acceptable, but straight text (.txt extension) files are discouraged. When submitting a revised version of a manuscript, please provide the file electronically along with a new hard copy of the revised manuscript. Authors must still read proofs carefully.

Authors can also upload their article as a LaTeX, Microsoft® (MS) Word®, WordPerfect®, PostScript or Adobe® Acrobat® PDF document via the Author Gateway page of this journal (<http://authors.elsevier.com>), There you will also find a detailed description on its use. The system generates an Adobe Acrobat PDF version of the article which is used for the reviewing process. It is crucial that all graphical and tabular elements be placed within the text, so that the file is suitable for reviewing. Authors, Reviewers and Editors send and receive all correspondence by e-mail and no paper correspondence is necessary.

Note: manuscripts submitted are converted into PDF for the review process but may need to be edited after acceptance to follow journal standards. For this an "editable" file format is necessary. See the section on Electronic format requirements for accepted articles and the further instructions on how to prepare your article below.



Printed manuscripts should be submitted to:

*Journal of Food Composition and Analysis*

ESNA, Room C238

FAO

Viale delle Terme di Caracalla

00100 Rome

ITALY

Tel: +39-06-570-53728

Fax: +39-06-5705-4593

E-mail: [jfca@fao.org](mailto:jfca@fao.org)

### **Types of Papers**

The following types of papers are published:

Original Research Articles are complete reports of original, scientifically sound research. They must contribute new knowledge and be organized as described under "Manuscript Preparation".

Short Communications are brief reports of scientifically sound research, but of limited scope (for example, limited number of samples analysed), that contribute new knowledge. They may be preliminary reports of new findings, in which case the author is expected to publish complete findings later in an article.

Reviews are papers which provide an analysis of a scientific or applied field, which include all important findings and bring together reports from a number of sources. There are two categories of reviews:

Critical reviews?which provide a comprehensive, extensive review of a topic and a thorough referencing of the relevant literature.

Study reviews?which provide an analysis of a selected number of published or unpublished studies.

Review articles may be invited by the Editor or the Editorial Board. Alternatively, potential authors considering the preparation of a Review article should contact the Editor to suggest the topic and its scope, providing an outline in the form of major headings and a summary statement. In any case, such articles are subject to the normal processes of refereeing and revision.

Reports are papers presenting the results of an expert consultation, or a scientific or regional committee, in the field of food composition and analysis.

Commentaries are opinion pieces, focused on some scientific or applied aspect of food composition. They are informative, and may link diverse disciplines or address difficult implications or issues. Controversial commentaries are acceptable, as are ones expressing contrasting opinions. In most cases, these will be invited, but suggestions and unsolicited submissions will be considered by the Editor.

### **General Guidelines for all Submitted Articles**

Articles should be concise and in English. Submit three complete copies including the original, double-spaced, with 2.5 cm margins on all sides. When using word processing software with a 'line numbering' feature, please turn line numbering on for the convenience of reviewers. The title should be limited to 15 words or 80 characters. The abbreviated running title should contain no more than 50 characters. The name and contact details (address, telephone, fax numbers and email address) of the corresponding author, to whom proofs and other correspondence are to be sent, should be clearly indicated. American or British spelling will be accepted (e.g. "center" and "centre" are both acceptable); however, any one contribution should be consistent and maintain either American or British style. Use generic names of chemicals whenever possible. Proprietary names and trademarks should appear only to identify the source of the chemical and subsequently only the generic name should be used. All abbreviations should be unpunctuated.

The decimal point, not the decimal comma, should be used when reporting numeric data in tables and text. Insert a zero in front of a decimal point when it applies. For instance, instead of .36 use 0.36. All numeric data must be presented to an appropriate number of significant digits.

The SI system (Système International d'Unités) or the SI Derived system should be used in reporting units of measurement. Energy should be given as kJ or MJ (equivalent kcal or Mcal may be given in parentheses). The Celsius scale (°C) may be used for temperature.

Actual analytical data should be reported. For example, report nitrogen in addition to a calculated protein value, or define the nitrogen to protein ratio clearly under Materials and Methods and thereafter use protein. All factors used in calculations (e.g. energy), and all components used in aggregations (e.g. retinol equivalents), should be specified. Carbohydrate

reported as "Total carbohydrate by difference" is not acceptable in Results or in tables, however it may be used in discussions.

### **Manuscript Preparation**

The abstract, consisting of 200 words or fewer, must precede the text and briefly summarize major findings and conclusions. Do not use statements such as "Results are discussed". It should be typed on a separate page, and key words should be listed immediately after the abstract.

As a general guideline, reports of original research should be presented with sections identified as Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusions and References. In the Introduction, briefly review important prior publications and state the reasons for the investigation that is being reported. Under Materials and Methods, describe and cite where applicable sampling protocols, sample handling/preparation, and all experimental conditions and procedures (including quality control/quality assurance procedures), with sufficient clarity to permit qualified researchers to repeat the work. This section must include number of samples collected, prepared, extracted, and number of analytical replicates per sample; and the statistical procedures/programs used to assess the work should be cited. When only one or two samples have been analysed, notwithstanding the number of replicates, authors should present the normal precision of their assays and then report the mean (without a standard deviation), using the appropriate number of significant digits for that precision. The data and the statistical interpretation should be presented in the Results section. Authors may wish to combine Results and Discussion in one section. In the Conclusions section, important and novel aspects of the work should be summarized.

### **Tables**

Tables are to be numbered consecutively, with Arabic numerals. The table numbers and titles should be listed on a single separate sheet. Tables will be reproduced as camera-ready copy. Therefore, they should be carefully and clearly typed since, except for reduction in size, they will appear exactly as submitted. If the tables will be prepared using a word processor or computer, it is recommended that a laser printer be used. If a laser printer is unavailable and a dot matrix printer will be used, it is important that the density of the dots (i.e., the number of dots in the matrix) be sufficient that the numbers do not appear broken. Short tables of one or two pages in length should be typed double-spaced and planned to fit an

area of 12.5?20 cm after reduction to 40% of the original size. Lengthy tables should be typed single-spaced and divided into sections so that each section can fit in the area indicated. Repeat column headings when dividing tables. No corrections will be made to the tables themselves in proofs; corrections will be added as typeset footnotes. Each table should be identified in pencil on the back with the name of the journal, author's name, and table number.

### **Footnotes**

In text, footnotes should be indicated by superscript numbers and should be typed on a separate sheet accompanying the manuscript. Table footnotes should be identified by superscript lowercase letters and placed directly beneath the tables.

### **Figures**

Figures should be completely understandable even without reading the text and should be numbered consecutively with Arabic numerals. Every figure should have a legend. All legends should be typed double-spaced in a list on a single separate sheet. Graphs and charts should be professionally prepared and may be submitted as original ink drawings or as sharp black-and-white photographic reproductions. The size of the lettering of the figures and charts must be legible when reduced to one-half size. Photocopies of figures are not acceptable. Each figure should be identified in a margin with the name of the journal, author's name, and figure number.

### **Standards and References**

All abbreviations, chemical names, and journal names should follow the style of the latest Chemical Abstract Service Source Index. A useful writing guide is the CBE Style Manual, 6th ed., 1994, published by the council of Biology Editors. Reference citations in the text consist of the author's name and the year of publication in parentheses: (Jones, 1998), (Jones and Smith, 1998), or (Jones et al., 1998). References should be given in the language of the original paper. List references alphabetically by name. Note the following styles to be used:

PAUL, A.A. & Southgate, D.A.T. (1978). McCance and Widdowson's The Composition of Foods. Her Majesty's Stationer Office, London and Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Amsterdam/New York/Oxford.

SLOVER, H.T. & Thompson, R.H. JR. (1985). The development and use of quality control samples in food lipid analysis. In *Biological Reference Materials: Uses and Need for Validation of Nutrient Measurement* (W.R. Wolf, E.) pp 239-253. Wiley, New York.

VANDERSLICE, J.T., Maire, C.E., Doherty, R.F., & Beecher, G.R. (1980). Sulfosalicylic acid as an extraction agent for vitamin B6 in Food. *J. Agric. Food Chem.* 28, 1145-1149.

For Website references:

INFOODS. (1994). Tagnames for Food Components. Retrieved March 21, 2000 from the World Wide Web: <http://www.fao.org/infoods/tags/0tags.htm>.

U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. (1999). USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 13. Retrieved June 3, 2000 from the Nutrient Data Laboratory Home Page on the World Wide Web: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>.

When reporting results of studies using nutrient databases, authors should cite and reference the database and/or software product with name, version number, release date, and vendor.

**ANEXO 2**

Dr Cátia Regina Storck  
Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (NIDAL)  
CCR, UFSM, Campus Universitário  
Bairro Camobi.  
Universidade federal de Santa Maria  
97105-900, Brazil

27 fevereiro, 2005

Dear Dr Cátia Regina Storck

**ACCEPTANCE OF REVISED MANUSCRIPT**

Thank you for the revision of your manuscript titled "Categorizing rice cultivars based on differences in chemical composition", by Cátia Regina Storck, Leila Picolli da Silva, Carlos Alberto Alves Fagundes, which was received in the editorial offices of the *Journal of Food Composition and Analysis* on 20/08/04. We are pleased to accept the paper for publication in our Special Issue on the International Year of Rice, which will appear in December 2004 (Vol. 17, 2).

In the next few weeks, Elsevier Science, U.K. will send you two items. The first is the copyright notice which you must sign and return to their U.K. address, which will be provided. The second is the galley proofs of the paper for you to check. You will have the responsibility for ensuring the quality of the final proof. For queries on these matters, you may contact the Publisher, at [A.Warren@elsevier.co.uk](mailto:A.Warren@elsevier.co.uk) or track the processing of your accepted manuscript online at <http://www.authors.elsevier.com/TrackPaper.html>.

Thank you once again for your contribution to the Journal.

Yours sincerely

Barbara Burlingame  
Editor

Ms. No.: JFCA04-C001

## ANEXO 3

Tabela: Teores de matéria mineral (MM), amilose, extrato etéreo (EE), fibra total (FT), proteína bruta (PB), amido digestível (AD), fibra insolúvel (FI) e fibra solúvel (FS) de cultivares de arroz branco polido cultivados nas safras de 2001/2002 e 2002/2003 (% na matéria seca)

CULTIVARES	MM	Amilose	EE	FT	PB	AD	FI	FS
<b>BR-IRGA 409</b>	0,49	26,7	0,42	2,28	8,14	85,8	1,09	1,20
<b>BR-IRGA 410</b>	0,31	27,5	0,41	2,55	8,21	85,1	0,78	1,77
<b>IRGA 416</b>	0,38	18,6	0,51	2,32	8,65	85,1	0,98	1,34
<b>IRGA 417</b>	0,35	26,6	0,23	2,39	8,41	85,6	0,71	1,68
<b>IRGA 418</b>	0,53	24,3	0,13	2,46	9,56	84,3	0,86	1,59
<b>IRGA 419</b>	0,48	26,5	0,37	2,64	7,58	85,4	1,21	1,44
<b>IRGA 420</b>	0,53	25,8	0,30	3,13	8,54	83,5	1,64	1,48
<b>IRGA 421</b>	0,51	27,3	0,28	2,56	9,43	84,3	1,04	1,52
<b>IAS 12-9 Formosa</b>	0,56	17,8	0,41	2,20	6,81	86,8	1,28	0,92
<i>Média</i>	<b>0,46</b>	<b>24,6</b>	<b>0,34</b>	<b>2,50</b>	<b>8,37</b>	<b>85,1</b>	<b>1,07</b>	<b>1,44</b>
<i>DP</i>	<b>0,09</b>	<b>3,72</b>	<b>0,12</b>	<b>0,28</b>	<b>0,85</b>	<b>0,96</b>	<b>0,29</b>	<b>0,26</b>
<i>CV</i>	<b>19,2</b>	<b>15,2</b>	<b>34,1</b>	<b>11,0</b>	<b>10,2</b>	<b>1,13</b>	<b>26,9</b>	<b>18,0</b>

## ANEXO 4

### REVISTA BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO

A **Revista de Nutrição/Brazilian Journal of Nutrition** é um periódico especializado, aberto a contribuições da comunidade científica nacional e internacional e distribuído a leitores do Brasil e de vários outros países. Os trabalhos submetidos são arbitrados por pelo menos dois revisores pertencentes ao quadro de colaboradores da Revista, em procedimento sigiloso quanto à identidade tanto do(s) autor(es) quanto dos revisores. Os autores são responsáveis pelas informações contidas nos trabalhos, bem como pela devida permissão ao uso de figuras ou tabelas publicadas em outras fontes.

A Revista de Nutrição/Brazilian Journal of Nutrition publica trabalhos inéditos que contribuam para o estudo e o desenvolvimento da ciência da nutrição, nas seguintes categorias:

**Original:** contribuições destinadas a divulgar resultados de pesquisa inédita que possam ser reproduzidos.

**Revisão:** síntese crítica de conhecimentos disponíveis sobre determinado tema, mediante análise e interpretação de bibliografia pertinente. Serão publicados apenas 2 trabalhos/fascículo.

**Comunicação:** relatar informações publicadas sobre tema relevante.

**Nota Científica:** dados inéditos parciais de uma pesquisa em andamento.

**Ensaio:** trabalhos que possam trazer uma reflexão e discutir determinado assunto que gere questionamentos e hipóteses para futuras pesquisas.

**Resenhas** (apenas sob convite).

As colaborações devem ser enviadas ao CEDES, no endereço abaixo

#### **Forma e preparação de manuscritos**

Submissão de trabalhos. São aceitos trabalhos acompanhados de carta assinada por todos os autores, com descrição do tipo de trabalho, declaração de que o trabalho está sendo submetido apenas à Revista de Nutrição e de concordância com a cessão de direitos autorais. Caso haja utilização de figuras ou tabelas publicadas em outras fontes, deve-se anexar documento que ateste a permissão para seu uso. A carta deve indicar o nome, endereço, números de telefone e fax do autor para o qual a correspondência deve ser enviada.



Resultados de pesquisas relacionados a seres humanos devem ser acompanhados de cópia do parecer do Comitê de Ética da Instituição de origem, ou outro credenciado junto ao Conselho Nacional de Saúde.

#### Apresentação do manuscrito

Enviar os manuscritos para o Núcleo de Editoração da Revista em três cópias, preparados em espaço duplo, com fonte Times New Roman tamanho 12 e limite máximo de 25 páginas para Artigo Original ou de Revisão, 10-15 páginas para Comunicação e Ensaio e 5 páginas para Nota Científica ou Resenhas. Todas as páginas devem ser numeradas a partir da página de identificação. Para esclarecimento de eventuais dúvidas quanto a forma, sugere-se consulta a este fascículo. Aceitam-se trabalhos escritos em português, espanhol ou inglês, com título, resumo e termos de indexação no idioma original e em inglês. Os artigos devem ter em torno de 30 referências, exceto no caso de artigos de revisão, que podem apresentar em torno de 50. Após aprovação final, encaminhar em disquete 3,5", empregando editor de texto MS Word versão 6.0 ou superior.

Página de título. Deve conter o título, nome de todos os autores por extenso, indicando a filiação institucional de cada um, e o autor para o qual a correspondência deve ser enviada, com endereço completo. Destacar no mínimo três e no máximo seis termos de indexação, utilizando os descritores em Ciência da Saúde - DeCS - da Bireme.

Preparar um short-title com até 40 toques (incluindo espaços), ambos em português (ou espanhol) e inglês.

Resumo. Todos os artigos submetidos em português ou espanhol deverão ter resumo no idioma original e em inglês, com um mínimo de 150 palavras e no máximo de 250 palavras. Os artigos submetidos em inglês deverão vir acompanhados de resumo em português, além do abstract em inglês. Para os artigos originais, os resumos devem ser estruturados destacando objetivos, métodos básicos adotados informando local, população e amostragem da pesquisa, resultados e conclusões mais relevantes, considerando os objetivos do trabalho, e indicar formas de continuidade do estudo. Para as demais categorias, o formato dos resumos deve ser o narrativo, mas com as mesmas informações. Não deve conter citações e abreviaturas.

Texto. Com exceção dos manuscritos apresentados como Revisão, Nota Científica, Ensaio ou Resenha, os trabalhos deverão seguir a estrutura formal para trabalhos científicos:

Introdução: deve conter revisão da literatura atualizada e pertinente ao tema, adequada à apresentação do problema e que destaque sua relevância, não deve ser extensa, a

não ser em manuscritos submetidos como Artigo de Revisão. Metodologia: deve conter descrição clara e sucinta, acompanhada da correspondente citação bibliográfica, dos seguintes itens:

- procedimentos adotados;
- universo e amostra;
- instrumentos de medida e, se aplicável, método de validação;
- tratamento estatístico.

Resultados: sempre que possível, os resultados devem ser apresentados em tabelas ou figuras, elaboradas de forma a serem auto-explicativas e com análise estatística. Evitar repetir dados no texto. Tabelas, quadros e figuras devem ser limitadas a 5 no conjunto e numerados consecutiva e independentemente, com algarismos arábicos de acordo com a ordem de menção dos dados, e devem vir em folhas individuais e separadas, com indicação de sua localização no texto (NBR 12256/1992). A cada um deve-se atribuir um título breve. Os Quadros terão as bordas laterais abertas. O autor responsabiliza-se pela qualidade das Figuras (desenhos, ilustrações e gráficos) que devem permitir redução sem perda de definição, para os tamanhos de uma ou duas colunas (7 e 15 cm, respectivamente). Sugere-se nanquim ou impressão de alta qualidade. Discussão: Deve explorar adequada e objetivamente os resultados, discutidos à luz de outras observações já registradas na literatura. Conclusão: apresentar as conclusões relevantes, considerando os objetivos do trabalho, e indicar formas de continuidade do estudo. Se incluídas na seção Discussão, não devem ser repetidas.

Agradecimentos: podem ser registrados agradecimentos, em parágrafo não superior a três linhas, dirigidos a instituições ou indivíduos que prestaram efetiva colaboração para o trabalho.

Referências bibliográficas de acordo com o estilo Vancouver

Referências: devem ser numeradas consecutivamente na ordem em que foram mencionadas a primeira vez no texto, baseadas no estilo Vancouver. Os artigos devem ter em torno de 30 referências, exceto no caso de artigos de revisão que podem apresentar em torno de 50. A ordem de citação no texto obedecerá esta numeração. Nas referências bibliográficas com 2 até o limite de 6 autores, citam-se todos os autores; acima de 6 autores, cita-se o primeiro autor seguido de et al. As abreviaturas dos títulos dos periódicos citados deverão estar de acordo com o Index Medicus.

Quando houver referências com autores e datas coincidentes, usa-se o título da obra ou artigo para ordenação e acrescenta-se letra minúscula do alfabeto após a data, sem espaçamento.

Exemplo:

Marx JL. Likely T cell receptor gene cloned. *Science* 1983a; 221:1278-79.

Marx JL. The T cell receptor: at hand at last. *Science* 1983b; 221:444-46.

Citações bibliográficas no texto: Deverão ser colocadas em ordem numérica, em algarismos arábicos, meia linha acima e após acitação, e devem constar da lista de referências bibliográficas. Se forem dois autores, citam-se ambos ligados pelo “&”; se forem mais de dois, cita-se o primeiro autor seguido da expressão et al.

A exatidão e a adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto do artigo são de responsabilidade do autor.

Exemplos:

Livros

Boog MCF. Alimentação natural: prós e contras. São Paulo: IBRASA; 1985. 132p.

Capítulos de livros

Vasconcelos FAG. Indicadores antropométricos III. In: Vasconcelos FAG. Avaliação nutricional de coletividades. 2.ed. Florianópolis: DAUFSC; 2000. p.67-81

Artigos de periódicos

Roberts SB, Dallal GE. The new childhood growth charts. *Nutr Rev* 2001; 59(2):31-5.

Dissertação e teses

Wolkoff DB. A revista de nutrição da PUCCAMP: análise de opinião de seus usuários [dissertação]. Campinas: Pontifícia Universidade Católica de Campinas; 1994.

Trabalhos apresentados em congressos, simpósios, encontros, seminários e outros

Lamounier JA. Situação da obesidade na adolescência no Brasil. In: Anais do Simpósio Obesidade e Anemia Carencial na Adolescência, 2000; Salvador, Brasil. São Paulo: Instituto Danone; 2000. p.25-31.

Material Eletrônico

Periódicos eletrônicos, artigos

Boog MCF. Construção de uma proposta de ensino de nutrição para curso de enfermagem. *Rev Nutr [periódico eletrônico]* 2002 [citado em 2002 Jun 10];15(1). Disponível em: <http://www.scielo.br/rn>

Programa de computador

Dean AG et al. Epi Info [computer program]. Version 6: a word processing, database, and statistics program for epidemiology on micro-computers. Atlanta, Georgia: Centers of Disease Control and Prevention; 1994.

Para outros exemplos recomendamos consultar as normas do Committee of Medical Journals Editors (Grupo Vancouver) (<http://www.icmje.org>).

Anexos e Apêndices: Incluir apenas quando imprescindíveis à compreensão do texto. Caberá à Comissão Editorial julgar a necessidade de sua publicação.

Abreviaturas e Siglas: Deverão ser utilizadas de forma padronizada, restringindo-se apenas àquelas usadas convencionalmente ou sancionadas pelo uso, acompanhadas do significado por extenso quando da primeira citação no texto. Não devem ser usadas no título e no resumo.

#### LISTA DE CHECAGEM

Declaração de responsabilidade e transferência de Direitos Autorais assinada por cada autor

Enviar ao editor três vias do manuscrito (1 original e 2 cópias)

Incluir título do manuscrito, em português e inglês

Verificar se o texto, incluindo resumos, tabelas e referências está reproduzido com letras Times New Roman, corpo 12 e espaço duplo, e margens de 3 cm

Incluir título abreviado (short title) com 40 caracteres, para fins de legenda em todas as páginas impressas

Incluir resumos estruturados para trabalhos e narrativos para manuscritos que não são de pesquisa, com até 150 palavras nos dois idiomas português e inglês, ou em espanhol nos casos em que se aplique, com termos de indexação

Legenda das figuras e tabelas

Página de rosto com as informações solicitadas

Incluir nome de agências financiadoras e o número do processo

Indicar se o artigo é baseado em tese/dissertação, colocando o título, o nome da instituição, ano de defesa e número de páginas

Verificar se as referências estão normalizadas segundo estilo Vancouver, ordenadas na ordem em que foram mencionadas a primeira vez no texto e se todas estão citadas no texto

Incluir permissão de editores para reprodução de figuras ou tabelas publicadas

Parecer do Comitê de Ética da Instituição para pesquisa com seres humanos  
DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE E TRANSFERÊNCIA DE DIREITOS  
AUTORAIS

Cada autor deve ler e assinar os documentos (1) Declaração de Responsabilidade e (2) Transferência de Direitos Autorais.

Primeiro autor:

Autor responsável pelas negociações: Título do manuscrito:

1. Declaração de responsabilidade: Todas as pessoas relacionadas como autores devem assinar declarações de responsabilidade nos termos abaixo:

– certifico que participei da concepção do trabalho para tornar pública minha responsabilidade pelo seu conteúdo, que não omiti quaisquer ligações ou acordos de financiamento entre os autores e companhias que possam ter interesse na publicação deste artigo;

– certifico que o manuscrito é original e que o trabalho, em parte ou na íntegra, ou qualquer outro trabalho com conteúdo substancialmente similar, de minha autoria, não foi enviado a outra Revista e não o será enquanto sua publicação estiver sendo considerada pela Revista de Nutrição, quer seja no formato impresso ou no eletrônico, exceto o descrito em anexo.

2. Transferência de Direitos Autorais: “Declaro que em caso de aceitação do artigo a Revista de Nutrição passa a ter os direitos autorais a ele referentes, que se tornarão propriedade exclusiva da Revista, vedado qualquer reprodução, total ou parcial, em qualquer outra parte ou meio de divulgação, impressa ou eletrônica, sem que a prévia e necessária autorização seja solicitada e, se obtida, farei constar o competente agradecimento à Revista”.

Assinatura do(s) autores(s) Data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

## ANEXO 5

### ALIMENTOS E NUTRIÇÃO

#### Normas de publicação

#### PREPARAÇÃO DOS ORIGINAIS

#### APRESENTAÇÃO:

Os trabalhos devem ser apresentados em duas vias e cópia das ilustrações. Textos em disquetes serão acompanhados do printer (cópia impressa fiel, do disquete), no programa word; apresentados em lauda-padrão - A4 (30 linhas de 70 toques e espaços duplos); os textos devem ter de 15 a 30 páginas, no máximo.

#### ESTRUTURA DO TRABALHO:

Os trabalhos devem obedecer à seguinte seqüência: Título; Autor(es) (por extenso e apenas o sobrenome em maiúscula);Filiação científica do(s) autor(es) (indicar em nota de rodapé: Departamento, Instituto ou Faculdade, Universidade-sigla, CEP, Cidade, Estado, País); Resumo (com o máximo de 200 palavras); Palavras-chave (com até 7 palavras retiradas de Thesaurus da área, quando houver); Texto (Introdução, Material e Método(s), Resultado(s), Discussão, Conclusão); Agradecimentos; Abstract e keywords (versão para o inglês do resumo e palavras-chave precedida pela Referência Bibliográfica do próprio artigo); Referências Bibliográficas (trabalhos citados no texto).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Devem ser dispostas em ordem alfabética pelo sobrenome do primeiro autor e numeradas consecutivamente, seguir a NBR 6023 (agosto2000) da ABNT.

#### Livros e outras monografias

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. Metodologia científica: para uso dos estudantes universitários. 2. Ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1978. 144p.

#### Capítulos de livros

DEL NEGRO, G. Doenças produzidas por fungos. In: GUIMARÃES, R.X.; GUERRA, C. C. Clínica e laboratório: interpretação P.255-259 clínica das provas laboratoriais. São Paulo: Sarvier, 1976.p. 255-259.

#### Dissertações e teses

VEIGA NETO, E. R. Aspectos anatômicos de glândula lacrimal e de sua inervação no macaco-prego (*Cebus apela*),(Linnaeus,1758). 1988. 63f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1988.

#### Artigos de periódicos

#### ABREVIATURAS:

Os títulos de periódicos deverão ser abreviados conforme o Biological Abstract, Chemical Abstract, Index Medicus, Current Contents. Exemplos:

SOUZA, V. Indicação de grampos para extremidades livres. Rev. Odont. UNESP, São Paulo, v.20, p.299-310,1991.

#### Trabalhos de congressos ou similar (publicado)

TRAINA JUNIOR, C. GEO: um sistema de gerenciamento de base de dados orientado a objeto: estado atual de desenvolvimento e implementação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BANCOS DE DADOS,6, 1991, Manaus. Anais...Manaus: Imprensa Universitária da FUA, 1991. P.193-207.

#### CITAÇÃO NO TEXTO:

Utilizar sistema numérico. A citação de um autor no texto (quando necessária) deverá ser pelo sobrenome e o número da referência na entrelinha superior. No caso de dois autores, os sobrenomes devem ser separados por &. Mais de dois autores, indicar apenas o sobrenome do primeiro seguido de et al.

#### NOTAS

Devem ser reduzidas ao mínimo e colocadas no pé de página. As remissões para o rodapé devem ser feitas por asteriscos, na entrelinha superior.

## ANEXOS E/OU APÊNDICES.

Serão incluídos somente quando imprescindíveis à compreensão do texto.

## TABELAS

Devem ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos e encabeçadas pelo título.

## FIGURAS

Desenhos, gráficos, mapas, esquemas, fórmulas, modelos (em papel vegetal e tinta nanquim, ou computador); fotografias (em papel brilhante); radiografias e cromos (em forma de fotografia). As figuras e suas legendas devem ser claramente legíveis após sua redução no texto impresso de 10 X 17cm. Devem-se indicar, a lápis, no verso: autor, título abreviado e sentido da figura. Legenda das ilustrações nos locais em que aparecerão as figuras, numeradas consecutivamente em algarismos arábicos e iniciadas pelo termo FIGURA.

## UNIDADE DE MEDIDA E SÍMBLOS

Devem restringir-se apenas àqueles usados convencionalmente ou sancionados pelo uso. Unidades não usuais devem ser claramente definidas no texto. Nomes comerciais de drogas citados entre parênteses, utilizando-se no texto, o nome genérico das mesmas. Fórmulas e equações escritas em linha, por exemplo, escreva  $a/b$ ,  $x$ , escreva  $ex/2$ .

Os dados e conceitos emitidos nos trabalhos, bem como a exatidão das referências bibliográficas, são de inteira responsabilidade dos autores. Os trabalhos que não se enquadrarem nestas normas serão devolvidos aos autores, ou serão solicitadas adaptações., indicadas por carta pessoal.

## INDEXAÇÃO / INDEXING

Os artigos publicados na ALIMENTOS E NUTRIÇÃO são indexados por:/The articles published in ALIMENTOS E NUTRIÇÃO are indexed by:

Abstracts on Tropical Agriculture; Base de Dados IALINE; Biological and Agricultural Index; CAB Abstracts; CAS DDS; Chemical Abstracts; Food Science and Technology Abstracts (FSTA); Foods Adlibra; Key to the World's Food Literature; Francis - Leather-Head Food Research Abstracts; Industries Agro-Alimentaires: Bibliographie Internationale; Nutrition Abstracts and Reviews; Periodica: Indice de Revistas



Latinoamericanas en Ciências; Science and Technology Abstracts journal; Survey of Periodic Publications; Survey Food Literature.

ASSINATURA / SUBSCRIBE

SOLICITA-SE PERMUTA / EXCHANGE DESIRED

ENDEREÇO / ADDRESS

ENVIO DOS TRABALHOS

Correspondência e artigos para publicação deverão ser encaminhados a:/  
Correspondence and articles should be addressed by:

ALIMENTOS E NUTRIÇÃO

Faculdade de Ciências Farmacêuticas - UNESP

Rodovia Araraquara-Jaú, Km 1

Caixa Postal 502

14801-902 Araraquara, SP - Brasil

Fax:(0XX16)222-0073

Email to: [revistas@fcar.unesp.br](mailto:revistas@fcar.unesp.br)