

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Arroz e Feijão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

A Cultura do Arroz no Brasil

*2ª Edição
Revisada e ampliada*

Alberto Baêta dos Santos
Luís Fernando Stone
Noris Regina de Almeida Vieira
Editores Técnicos

*Embrapa Arroz e Feijão
Santo Antônio de Goiás, GO
2006*

Exemplares desta publicação devem ser solicitados à:

Embrapa Arroz e Feijão

Rod. GO 462, Km 12
Caixa Postal 179
CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás , GO
Fone: (62) 3533-2110
Fax: (62) 3533-2100
sac@cnpaf.embrapa.br
www@cnpaf.embrapa.br

Embrapa Informação Tecnológica

Parque Estação Biológica (PqEB), Av. W3 Norte (final)
Fone: (61) 3340-9999
Fax: (61) 3340-2753
CEP 70770-901 - Brasília, DF
vendas@sct.embrapa.br
www.sct.embrapa.br

Supervisor Editorial: *Marina A. Souza de Oliveira*

Revisor de Texto: *Noris Regina de Almeida Vieira*

Normalização Bibliográfica: *Ana Lúcia Delalibera de Faria*

Tratamento das Ilustrações: *Sebastião José de Araújo e Fabiano Severino*

Editoração Eletrônica: *Fabiano Severino*

1ª edição

1ª impressão (1999): 1.000 exemplares

2ª edição

1ª impressão (2006): 2.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Arroz e Feijão

A cultura do arroz no Brasil / editores, Alberto Baêta dos Santos, Luís Fernando Stone, Noris Regina de Almeida Vieira. - 2. ed. rev. ampl. - Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 1000 p. : il. ; 23 cm.

ISBN 85-7437-030-4

1. Arroz - Produção. 2. Arroz - Tecnologia. 3. Arroz - Pesquisa. I. Santos, Alberto Baêta dos, *ed.* II. Stone, Luís Fernando, *ed.* III. Vieira, Noris Regina de Almeida, *ed.* IV. Embrapa Arroz e Feijão.

CDD 633.18 (21. ed.)

© Embrapa 2006

Importância na Nutrição Humana

Maria Margareth Veloso Naves; Priscila Zaczuk Bassinello

RESUMO - O arroz polido, forma em que o cereal é mais consumido em todo o mundo e que há cerca de um século faz parte dos hábitos alimentares do brasileiro, é considerado um alimento básico e essencial para uma dieta saudável, como fonte primária de energia advinda de carboidratos complexos, além de fonte protéica. O grão de arroz integral é constituído por partes que diferem consideravelmente entre si em termos nutricionais, sendo superior ao do arroz polido, sobretudo em relação ao conteúdo de fibras, tiamina, niacina, ferro e zinco. As camadas periféricas do grão, que dão origem ao farelo, se destacam pela presença de fibras e vitaminas do complexo B. O endosperma, à base de amido, é fonte também de proteína. O germe ou embrião, situado na camada de aleurona, distingue-se pela composição em proteínas e lipídios. De forma geral, as concentrações dos nutrientes reduzem gradativamente das camadas periféricas em direção ao interior do grão, exceto no caso do amido. Devido a essas diferenças na composição, os vários graus de beneficiamento do arroz determinam variações consideráveis nos teores dos nutrientes no grão. Várias técnicas de processamento do grão visam minimizar os efeitos negativos do polimento sobre o valor nutritivo do arroz, entre as quais a parboilização e o enriquecimento ou fortificação. Além do grau de beneficiamento, outros fatores influem no valor nutritivo do arroz, tais como as condições de cultivo e as formas de preparo do cereal para consumo. Ainda, existem diferenças varietais expressivas, especialmente em relação ao teor protéico e de micronutrientes. O arroz, em geral, possui uma composição em proteínas (aminoácidos essenciais) mais adequada em termos nutricionais que a de outros cereais, e suficiente para atender as necessidades de indivíduos adultos. Além do baixo teor de gordura do arroz, esta é rica em ácidos graxos insaturados. O arroz é considerado um alimento saudável, sobretudo para populações ocidentais, onde a obesidade e as doenças cardiovasculares constituem problemas de saúde pública, sendo recomendado para consumo diário. Assim, é de suma importância a preservação do hábito de ingestão diária de arroz, como também incentivar o seu consumo em todo país.

INTRODUÇÃO

Os cereais, em especial o arroz, o trigo e o milho, constituem a base da alimentação humana, contribuindo com cerca da metade da ingestão energética e protéica dos indivíduos (Young & Pellett, 1994). No caso do arroz, estima-se que contribua com aproximadamente 20% e 15% do consumo mundial de energia e de proteína, respectivamente (Kennedy & Burlingame, 2003). Em países mais pobres da Ásia, como



Bangladesh e Vietnã, o consumo de arroz, que em média é de 150 a 200 kg *per capita* anual, perfaz cerca de 65% da ingestão diária de energia e 60% do aporte protéico (Maclean et al., 2002).

O Brasil é o maior produtor de arroz da América Latina e o nono maior produtor mundial. Em 2001, o consumo *per capita* de arroz, base casca, foi em torno de 58 kg, suprimindo cerca de 14% da energia e 10% da proteína da dieta do brasileiro (FAO, 2004).

O arroz polido, forma em que é mais consumido em todo o mundo, corresponde ao grão sem as camadas periféricas e o germe, os quais são extraídos durante o processo de beneficiamento. Conforme já bem estabelecido na literatura, o grão de arroz integral é constituído por partes que diferem consideravelmente entre si em termos nutricionais. As camadas periféricas, como pericarpo, tegumento, nucela e capa de aleurona, que dão origem ao farelo, se destacam pela presença de nutrientes, tais como fibras e vitaminas do complexo B. O endosperma, à base de amido, é fonte também de proteína. O germe ou embrião, situado na camada de aleurona, distingue-se pela composição em proteínas e lipídios (Kennedy, 1980; Juliano, 1993). De forma geral, as concentrações dos nutrientes reduzem gradativamente das camadas periféricas em direção ao interior do grão, exceto no caso do amido (Grist, 1975).

Devido a essas diferenças na composição nutricional, os vários graus de beneficiamento do arroz, que correspondem a perdas de 0% a aproximadamente 10% da massa do grão integral, determinam variações consideráveis nos teores dos nutrientes no grão (Singh et al., 2001). Além do grau de beneficiamento, outros fatores influem no valor nutritivo do arroz, tais como variáveis relacionadas com as condições de cultivo, como temperatura, umidade, radiação solar, natureza do solo, adubação, e com o preparo do cereal para consumo (Grist, 1975). Ainda, existem diferenças varietais expressivas, especialmente em relação ao teor protéico e de micronutrientes (Kennedy & Burlingame, 2003). Infelizmente, as tabelas de composição química de alimentos em geral não indicam as variedades dos grãos de arroz (*Oryza sativa*, L.) analisados ou cujos dados foram compilados (Watt & Merrill, 1975; IBGE, 1999; Philippi, 2002; Universidade de São Paulo, 2004).

Considerando-se o destacado papel do arroz na alimentação humana, são necessários e recomendáveis o estudo e a divulgação das implicações de seu consumo na nutrição e na saúde dos indivíduos. Assim, nesse capítulo serão abordados os aspectos nutricionais mais relevantes do arroz e sua importância no contexto de uma dieta saudável.



VALOR NUTRICIONAL

Aspectos gerais

Para um melhor entendimento do valor nutricional dos alimentos é necessário que se reforce o conceito de alimentação saudável, que corresponde ao consumo de alimentos em quantidade e qualidade adequadas e equilibradas em termos de nutrientes, os quais devem originar de fontes alimentares as mais diversas possíveis. Sendo assim, apenas um alimento, ou mesmo um grupo deles, não consegue suprir satisfatoriamente as demandas nutricionais do organismo. Em termos de equilíbrio entre as fontes energéticas, a Organização Mundial de Saúde (World Health Organization, 2003) preconiza que a dieta contenha mais da metade de sua energia, popularmente conhecida como caloria, advinda dos carboidratos, 30% no máximo, dos lipídios, ou gorduras, e 15% das proteínas. Portanto, a importância da contribuição do alimento para uma nutrição adequada deve ser analisada no contexto de uma dieta equilibrada e saudável.

Na Tabela 1.1 está descrita a composição em energia e nutrientes do arroz polido e do arroz integral. Como as informações sobre a composição química do arroz variam entre as fontes, são apresentados dados de uma tabela internacional de composição de alimentos (Watt & Merrill, 1975) e de uma tabela de uso nacional (IBGE, 1999).

Tabela 1.1. Composição em energia e nutrientes do arroz polido e do arroz integral, com 12% de teor de umidade.

Energia e Nutrientes	Arroz polido		Arroz integral	
	fonte A	fonte B	fonte A	fonte B
<u>Energia</u> (kcal 100 g ⁻¹)	363	364	360	357
<u>Macronutrientes</u> (g 100 g ⁻¹)				
Proteínas	6,7	7,2	7,5	8,1
Lipídios	0,4	0,6	1,9	1,6
carboidratos totais	80,4	79,7	77,4	76,6
Fibra bruta	0,3	0,6	0,9	0,9
Cinzas	0,5	0,5	1,2	1,3
<u>Micronutrientes</u> (mg 100 g ⁻¹)				
Tiamina (B1)	0,07	0,08	0,34	0,36
Riboflavina (B2)	0,03	0,03	0,05	0,06
Niacina	1,6	1,6	4,7	5,2
Ferro	0,8	1,3	1,6	2,0
Zinco	1,0	1,1	2,1	2,0

Fonte A: Watt & Merrill (1975), exceto para zinco Whitney & Rolfes (1999).

Fonte B: IBGE (1999), exceto para zinco Phillipi (2002).



Em termos nutricionais, o arroz polido se destaca como fonte de energia, na forma de carboidrato complexo, amido, e de proteína. A remoção das camadas periféricas e do germe, durante o polimento do grão integral, provoca perdas consideráveis de certos nutrientes (Tabela 1.1). Aproximadamente 80% dos lipídios e da vitamina B1, tiamina, até quase 70% da fibra e da niacina e em torno de 50% dos teores de ferro e zinco são removidos na produção do arroz polido a partir do arroz integral. Devido a isso e à composição química do arroz em geral, populações que sobrevivem consumindo dietas à base de arroz e onde a maioria do aporte energético advém do cereal, apresentam carências nutricionais mais comumente relacionadas com a carência de vitaminas do complexo B, vitamina A, cálcio e ferro. Dentre essas, a deficiência de tiamina é a mais relatada, conhecida como beribéri (Grist, 1975).

Apesar de o valor nutricional do arroz integral ser superior ao do polido, sobretudo em relação ao conteúdo de fibras, tiamina, niacina, ferro e zinco, o grão integral contém, em suas camadas periféricas, o ácido fítico, que reconhecidamente reduz a biodisponibilidade de minerais como o cálcio, ferro e zinco (Wyatt & Triana-Tejas, 1994), presentes no cereal em quantidades relativamente baixas, especialmente o cálcio (IBGE, 1999; Philippi, 2002).

Várias técnicas de processamento do grão visam minimizar os efeitos negativos do polimento sobre o valor nutritivo do arroz, entre as quais a parboilização e o enriquecimento ou fortificação. A parboilização é um processo hidrotérmico que envolve a maceração do grão em casca e posterior aquecimento com gelatinização do amido, favorecendo assim a migração de vitaminas hidrossolúveis em direção ao centro do grão e fixação das mesmas em seu interior (Luh & Mickus, 1980). Apesar do arroz parboilizado estar disponível no mercado brasileiro, seu consumo é muito restrito em determinadas regiões.

Carboidratos

O arroz constitui uma excelente fonte de energia devido ao tipo de carboidrato presente, que é complexo, e à elevada concentração do amido no grão (Tabela 1.1). A ingestão diária de 150 g de arroz cru, ou seja, cerca de 400 a 450 g de arroz cozido, contribui com aproximadamente 20% do aporte energético e 35% da ingestão de carboidratos em uma dieta de 2.500 kcal. Esse valor energético corresponde a um valor médio aproximado das necessidades energéticas de indivíduos do sexo masculino, com mais de 18 anos, 70 kg e atividade física leve, de acordo com a OMS (1985). Vale



acrescentar que para indivíduos com atividade física moderada ou intensa, ou seja, praticante de atividade física, trabalhador braçal, atleta, o consumo energético deve ser aumentado e, portanto, a ingestão diária de arroz pode ser maior, em torno de 200 g.

A quase totalidade dos carboidratos presentes no arroz é representada pelo amido, contido quase exclusivamente no endosperma do grão. Outros tipos de carboidratos são encontrados em proporções muito pequenas, como por exemplo, carboidratos não-digeríveis, 0,3 a 1,0%, e os açúcares sacarose, frutose e glicose, 0,1 a 0,3% (Taira, 1995).

O grão de arroz contém dois tipos de amido - amilose e amilopectina. O teor de amilose é o maior determinante da capacidade de aglutinação dos grãos, sendo assim uma variável de grande interesse na culinária e tecnologia em geral do arroz (Juliano, 1993; Kennedy & Burlingame, 2003).

Proteínas

A concentração de proteína no grão de arroz é, em geral, próxima de 7% em base úmida, com pequenas diferenças entre arroz polido e arroz integral (Tabela 1.1). Em uma alimentação saudável, o consumo, por exemplo, de 150 g de arroz contribui com 15% do aporte diário de proteína em relação a um aporte protéico total de 70 g dia⁻¹. Essa quantidade corresponde à recomendação de ingestão diária de 1 g de proteína, proveniente de alimentação mista, para cada kg de massa, conforme preconizado pela Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição - SBAN (Vannucchi et al., 1990).

O conteúdo protéico do arroz é influenciado pelas condições ambientais, como temperatura, umidade, composição e fertilidade do solo (Sotelo et al., 1994). Entretanto, maiores variações no teor protéico são ocasionadas por diferenças varietais, conforme constatado pelo International Rice Research Institute (IRRI) e relatado por Kennedy & Burlingame (2003). Ao analisar o conteúdo protéico de 2674 variedades de *Oryza sativa* cultivadas nos diferentes continentes, observou-se uma enorme variação no teor protéico, entre 4 e 14% (grão integral com teor de umidade de 12%), com valores médios, por continente, entre 7% e 8%. Considerando-se outras fontes de dados relativos a 200 variedades de arroz, identificou-se novamente grande variação no teor protéico entre 5 e 13%, média de 7,5%.

A proteína do arroz é constituída por diferentes frações protéicas - albumina, globulina, prolamina e glutelina. A glutelina é a maior fração



presente no grão, 70 a 80% da proteína total, e contém 16,8% de nitrogênio, sendo por isso considerado, no caso do arroz, o fator 5,95 para conversão de nitrogênio em proteína. Essa fração apresenta teores mais elevados de lisina em relação à globulina e a prolamina (Taira, 1995; Sgarbieri, 1996).

O aminoácido mais limitante do aproveitamento biológico das proteínas dos cereais é a lisina. Além da composição em aminoácidos essenciais, o valor protéico de um alimento depende também da digestibilidade da proteína (Young & Pellett, 1994). Para se avaliar a composição de proteínas em aminoácidos, a OMS (1985) preconiza, como padrão de referência, a necessidade de aminoácidos essenciais de crianças em idade pré-escolar de dois a cinco anos. Observa-se, na Tabela 1.2, que a proporção de lisina da proteína do arroz em relação ao padrão, escore de aminoácidos essenciais - EAE, é de 66% para o arroz polido e de 69% para o arroz integral, valores superiores ao do milho e do trigo, cerca de 50%. Apesar da proteína do arroz apresentar boa digestibilidade (88%, segundo OMS, 1985), o consumo de proteína apenas do arroz não supre totalmente as necessidades de aminoácidos de pré-escolares, e por isso não pode ser considerada uma proteína de boa qualidade. Seu valor protéico corresponde a aproximadamente 60% do valor de uma proteína de referência (OMS, 1973).

Todavia, existem relatos de variedades de arroz que alcançam um bom valor protéico devido aos seus teores de lisina serem bem mais elevados que os usualmente encontrados, entre 30 e 40 mg g⁻¹ de proteína (FAO, 1970; Sotelo et al., 1994). Como exemplo disso, Sotelo et al. (1994) constataram valores protéicos superiores a 80% para algumas variedades mexicanas, e Zhai et al. (2001) observaram altos teores de lisina em variedades selvagens norte-americanas, (média= 59 mg g⁻¹ proteína) e chinesas (média= 66 mg g⁻¹ proteína).

Por outro lado, a mistura arroz com feijão, tradicionalmente consumida pela população brasileira, resulta em uma proteína de melhor qualidade que a do arroz, isoladamente, alcançando valores protéicos acima de 80% (Joseph & Swanson, 1993). Isto ocorre visto que os níveis dos aminoácidos limitantes em cada proteína, do cereal e da leguminosa, são corrigidos na mistura, devido à complementaridade desses aminoácidos (Young & Pellett, 1994). Nesse sentido, o arroz constitui boa fonte de proteína quando complementado com quantidades similares de proteínas de leguminosas (Naves et al., 2004), ou com quantidades menores de proteínas de origem animal (Hernández et al., 1996), como recomendado em uma dieta saudável.



Em última análise, é importante ressaltar que o arroz, em geral, possui um perfil de aminoácidos essenciais mais adequado em termos nutricionais que o de outros cereais, como o milho e o trigo (Tabela 1.2), e que o perfil mais comumente encontrado é suficiente para atender as necessidades de aminoácidos essenciais de indivíduos adultos (OMS, 1985). Ademais, a utilização biológica de proteínas da dieta depende de outros fatores além da qualidade protéica. Dentre eles, destaca-se a ingestão energética (calórica) e, em especial, o balanço energético (OMS, 1985). Devido à significativa contribuição do arroz para o aporte de energia, sua proteína pode ser "poupada" como substrato energético e utilizada totalmente para suprir as necessidades protéicas endógenas. Isto é particularmente importante em situações onde a ingestão protéica está limitada.

Tabela 1.2. Conteúdo em aminoácidos essenciais do arroz polido, arroz integral, milho, trigo e padrão de referência (mg aminoácido/g proteína).

Aminoácido	Arroz (<i>Oryza</i> spp.)		Milho	Trigo	Padrão OMS ⁽²⁾
	polido (6,7%, N x 5,95) ⁽¹⁾	integral (7,5%, N x 5,95)	(<i>Zea mays</i>) (9,5%, N x 6,25)	(<i>Triticum</i> spp.) (12,2%, N x 5,83)	
Histidina	25	26	27	25	19
Isoleucina	44	40	37	35	28
Leucina	86	86	125	72	66
Lisina	38	40	27	31	58
Metionina + Cistina	38	36	35	43	25
Fenilalanina + Tirosina	85	91	87	80	63
Treonina	35	41	36	31	34
Triptofano ⁽³⁾	14	13	7	12	11
Valina	61	58	48	47	35
Total	426	431	429	376	339
EAE (%) ⁽⁴⁾	66	69	47	53	100

⁽¹⁾ Teor protéico e fator de conversão de nitrogênio em proteína.

⁽²⁾ Necessidade de aminoácidos essenciais de crianças em idade pré-escolar, OMS (1985).

⁽³⁾ Determinado por método microbiológico para o arroz e o trigo, e por método químico para o milho.

⁽⁴⁾ Escore de aminoácido essencial - proporção do aminoácido mais limitante (lisina) em relação ao padrão.

Fonte: FAO (1970).

Lipídios

A concentração de lipídios no arroz polido é muito baixa, em geral menor que 1% (Tabela 1.1). O grão integral pode conter até 3% visto que cerca de 80% do lipídio do grão se encontram em suas camadas



periféricas, incluindo o germe (Taira, 1995). O farelo de arroz, por sua vez, contém quantidades significativas de lipídios, cerca de 20% (Houston, 1972; Universidade de São Paulo, 2004). Dessa forma, as quantidades de lipídios presentes no grão, sobretudo do arroz polido, são irrisórias considerando-se uma ingestão média diária de aproximadamente 80 g do nutriente (29% de 2500 kcal).

Em função da localização dos lipídios no grão de arroz, a grande maioria é constituída de lipídios não-ligados ao amido, mais facilmente extraídos que os lipídios ligados ao amido no endosperma. Os valores de lipídios descritos em tabelas de composição de alimentos (Watt & Merrill, 1975; IBGE, 1999; Philippi, 2002), assim como na literatura em geral, correspondem aos lipídios não-ligados, ou lipídios livres e denominados de "gordura bruta" (Taira, 1995).

Apesar dos baixos teores de gordura do arroz, esta é rica em ácidos graxos insaturados - oléico (C18:1) e linoléico (C18:2) (Taira, 1995; Zhou et al., 2003). Por isso mesmo, o arroz é considerado um alimento saudável e recomendável para o consumo de indivíduos de sociedades típicas ocidentais, incluindo as de países em desenvolvimento como o Brasil, devido à elevada prevalência de obesidade e doenças cardiovasculares nessas populações (Sichieri et al., 2000). Vale lembrar que o arroz cozido absorve grande parte, até cerca de 90%, do óleo usado em seu preparo (Silva et al., 2004). Assim, o tipo, a qualidade e a quantidade do óleo de cocção devem ser considerados no contexto da dieta.

Fibras

Da mesma forma que acontece para os lipídios, a maioria das fibras do grão de arroz é perdida no processo de polimento (Tabela 1.1). Contudo, a quantidade de fibra alimentar restante no arroz polido pode ser considerável para um consumo diário recomendável de pelo menos 20 g (Vannucchi et al., 1990; World Health Organization, 2003). Vale esclarecer que, em geral, na literatura são descritos valores de "fibra bruta" (método químico), conforme mostrado na Tabela 1.1. Esses valores são bastante subestimados em relação aos de fibra alimentar, ou fibra da dieta, cuja metodologia de análise (enzimática) permite recuperar frações fibrosas não detectadas pelo método tradicional. O termo fibra alimentar inclui carboidratos não-digeríveis e lignina. As fibras podem ser solúveis, como pectina solúvel, gomas, mucilagens e hemicelulose solúvel, e insolúveis, como celulose, algumas hemiceluloses, pectina insolúvel e lignina, sendo que as duas frações apresentam diferentes efeitos fisiológicos (Vannucchi et al., 1990).



Em termos de fibra alimentar total, são indicados, em tabelas de composição de alimentos disponíveis no Brasil, valores de 1,3 e 3,5% (Phipippi, 2002) e de 1,7% e 3,0% (Universidade de São Paulo, 2004) para arroz polido e arroz integral, respectivamente. O arroz polido contém principalmente hemicelulose e pectina, e o integral, hemicelulose, pectina e celulose (Mendez et al., 1995).

Sendo assim, o arroz pode contribuir para o consumo de uma dieta adequada em fibras e à base de alimentos de origem vegetal, recomendações que fazem parte de guias ou normas de uma boa alimentação. Esses instrumentos são usados na orientação alimentar de populações freqüentemente expostas a fatores de risco para doenças crônicas não-infecciosas, entre os quais destaca-se a alimentação típica ocidental (Sichieri et al., 2000; World Health Organization, 2003).

Vitaminas e minerais

As vitaminas do arroz mais estudadas e relatadas na literatura são a tiamina (B1), a riboflavina (B2) e a niacina. Dentre essas, a niacina e a tiamina são, provavelmente, as mais importantes. Como essas vitaminas estão mais concentradas nas camadas periféricas do grão, incluindo o germe, existem diferenças consideráveis em seus teores no arroz integral em relação ao arroz polido (Tabela 1.1).

As doses de ingestão recomendadas para tiamina, riboflavina e niacina são 0,4 mg, 0,6 mg e 7,0 mg por 1000 kcal por dia, respectivamente, segundo a Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição (Vannucchi et al., 1990). Considerando-se uma ingestão diária de 150 g de arroz integral em uma dieta de 2500 kcal, o arroz perfaz aproximadamente 50% das recomendações de tiamina e 40% das de niacina, e o arroz polido, 11% e 14%, respectivamente. No caso da riboflavina, essa contribuição seria abaixo de 10%, inclusive para o arroz integral. Assim, a tiamina e a niacina presentes no arroz têm maior importância na nutrição e saúde dos indivíduos, em especial no caso de populações pobres que consomem dietas à base de arroz polido.

Os teores de vitaminas hidrossolúveis variam muito em função das condições de cultivo e de preparo do arroz para consumo (Grist, 1975; Taira, 1995). Contudo, as diferenças varietais são as mais relevantes. Segundo um levantamento do IRRI, em 79 variedades de arroz integral, analisado em base seca, o conteúdo de tiamina variou de 0,12 a 1,74 mg 100 g⁻¹ (média= 0,46 mg 100 g⁻¹) e em 30 variedades do IRRI, os teores encontrados oscilaram entre 0,28 e 0,52 mg 100 g⁻¹. Da mesma forma, para a riboflavina e a niacina foram observadas grandes



faixas de variação, de 0,01 a 0,45 mg 100 g⁻¹ (média= 0,09 mg 100 g⁻¹) e de 1,97 a 9,22 mg 100 g⁻¹ (média= 5,32 mg 100 g⁻¹), respectivamente (Kennedy & Burlingame, 2003).

O arroz integral também contém quantidades apreciáveis de vitamina B6 ou piridoxina (0,51 mg 100 g⁻¹) e de ácido pantotênico, 1,49 mg 100 g⁻¹. Por outro lado, não contém vitamina C e vitaminas lipossolúveis, com exceção da vitamina E (Philippi, 2002).

Quanto aos minerais, merecem destaque o ferro e o zinco, considerando-se o papel relevante deles na nutrição e saúde de indivíduos e populações. Além disso, a contribuição do arroz para o aporte total de ferro e zinco pode ser razoável em dietas deficientes nesses nutrientes. Em situações como a encontrada no Brasil, onde o arroz é um alimento de consumo tradicional e generalizado e a anemia por deficiência de ferro é muito comum, atingindo especialmente crianças menores de dois anos, o cereal e seus derivados podem constituir-se em fonte de ferro ou mesmo importante veículo do mineral (Torres & Queiroz, 2000). Como exemplos disso, têm-se a fortificação e a transformação genética do grão de arroz, visando a aumentar seu conteúdo em ferro.

O ferro e o zinco estão presentes no arroz em quantidades similares entre si e bem menores no grão polido (Tabela 1.1). Como observado para outros nutrientes, as concentrações de ferro e zinco do arroz podem oscilar consideravelmente conforme a variedade. Segundo dados do IRRI relativos a 95 variedades, os teores de ferro no arroz integral variaram entre 0,70 e 6,35 mg 100 g⁻¹ (média= 2,28 mg 100 g⁻¹) e o conteúdo de zinco em 50 variedades foi de 0,79 a 5,89 mg 100 g⁻¹ (média= 3,34 mg 100 g⁻¹), sendo esses valores em base seca (Kennedy & Burlingame, 2003).

O conceito de biodisponibilidade de nutrientes, que envolve aspectos quantitativos (teor do nutriente) e qualitativos (utilização biológica), é muito importante para a análise do valor nutritivo dos minerais presentes nos alimentos. No caso do ferro não-heme, forma de ferro presente nos alimentos de origem vegetal, a biodisponibilidade é muito variável e bastante afetada pelos fatores da dieta, que podem inibir, fitatos e taninos, ou favorecer (ácido ascórbico, tecido muscular) a absorção do mineral (Almeida & Naves, 2002). Em uma dieta à base de alimentos de origem vegetal e contendo pequenas quantidades de carne, incluindo todos os tipos de carne e vísceras, e fonte de vitamina C, estima-se que a taxa de absorção de ferro seja em média de 10% (biodisponibilidade intermediária). Nessas condições, recomenda-se uma ingestão em torno



de 10 mg dia⁻¹ de ferro para um indivíduo adulto do sexo masculino. Porém, se a dieta for de baixa biodisponibilidade, a porcentagem de absorção de ferro reduz em média para 5% e, portanto, a recomendação de ingestão do mineral duplica (FAO, 1988). As doses recomendadas de ingestão de zinco são, em geral, próximas às de ferro. Sendo assim, a contribuição do arroz integral, e mesmo do arroz polido, para o aporte adequado desses minerais, dependerá muito da natureza da dieta.

O efeito negativo do fitato sobre a absorção de ferro e zinco pode ser minimizado por meio de tratamento térmico (Agte et al., 1999), ou mesmo pode ser anulado, assim como o de polifenóis sobre a absorção do ferro, quando quantidades apreciáveis de vitamina C estão presentes em uma mesma refeição (Siegenberg et al., 1991). Além disso, no arroz integral, as maiores quantidades dos minerais podem compensar a grande concentração de fitato, em relação ao grão polido. Conforme demonstrado por Hunt et al. (2002), o arroz integral apresentou maiores teores de zinco biodisponível (2,1 mg 100 g⁻¹) que o polido (1,5 mg 100 g⁻¹).

RECOMENDAÇÕES DE CONSUMO

O arroz, que há cerca de um século faz parte dos hábitos alimentares do brasileiro, é considerado um alimento básico e essencial para o consumo de uma dieta saudável, como fonte primariamente de energia advinda de carboidratos complexos, além de fonte protéica. Por conseguinte, seu consumo diário está recomendado em todas as normas e guias alimentares para a população brasileira. As recomendações visam, de uma forma geral, a manutenção da massa saudável e a prevenção de doenças crônicas não-infecciosas, especialmente obesidade e doenças cardiovasculares, devido ao papel relevante da dieta na prevenção e no controle dessas doenças (World Health Organization, 2003). Assim, a Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição (Vannucchi et al., 1990) recomenda, em suas dez normas de boa alimentação, "use alimentos locais, tais como arroz, feijão, farinhas, pão e leite, como base de suas refeições". Sichieri et al. (2000), nas recomendações de alimentação e nutrição saudável para a população brasileira, preconizam o consumo diário de arroz e feijão, acompanhados de legumes e vegetais folhosos. Além disso, Oliveira et al. (2002), recomendam "coma alimentos essenciais como arroz e feijão", dentre nove normas alimentares básicas.

Portanto, o arroz é um alimento que pode ser consumido diariamente, em uma diversidade enorme de formas de preparo e



associado aos mais diversos tipos de alimentos, como carnes, ovos, leguminosas e hortaliças, enriquecendo assim a qualidade nutricional da dieta. Considerando-se que o Brasil figura entre os dez maiores produtores mundiais de arroz e que o cereal constitui um alimento saudável, é de suma importância a preservação do hábito de ingestão diária de arroz, assim como o incentivo ao seu consumo em nosso país. Nesse contexto, o arroz agrega valores nutricionais e culturais inquestionáveis, contribuindo para uma alimentação e nutrição adequadas.

REFERÊNCIAS

AGTE, V. V.; TARWADI, K. V.; CHIPLONKAR, S. A. Phytate degradation during traditional cooking: significance of the phytic acid profile in cereal-based vegetarian meals. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 12, n. 3, p. 161-167, Sept. 1999.

ALMEIDA, L. C. M.; NAVES, M. M. V. Biodisponibilidade de ferro em alimentos e refeições: aspectos atuais e recomendações alimentares. **Pediatria Moderna**, São Paulo, v. 38, n. 6, p. 272-278, jun. 2002.

FAO. **Amino-acid content of food and biological data on proteins**. Rome, 1970. 285 p. (FAO Nutritional Studies, 24).

FAO. **Requirements of vitamin A, iron, folate and vitamin B₁₂**: report of a joint FAO/WHO Expert Consultation. Rome, 1988. 107 p. (FAO Food and Nutrition Series, 23).

FAO. **Rice around the world**. Disponível em: <<http://www.fao.org/rice2004>>. Acesso em: 02 jul. 2004.

GRIST, D. H. **Rice**. 5. ed. London: Longman, 1975. p. 449-472.

HERNÁNDEZ, M.; MONTALVO, I.; SOUSA, V.; SOTELO, A. The protein efficiency ratios of 30:70 mixtures of animal: vegetable protein are similar or higher than those of animal foods alone. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 126, n. 2, p. 574-581, Feb. 1996.

HOUSTON, D. F. Rice bran and polish. In: HOUNSTON, D. F. (Ed.). **Rice: chemistry and technology**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1972. p. 272-300.

HUNT, J. R.; JOHNSON, L. K.; JULIANO, B. O. Bioavailability of zinc from cooked Philippine milled, undermilled, and brown rice, as assessed in rats by using growth, bone zinc, and zinc-65 retention. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 18, p. 5229-5235, Aug. 2002.

IBGE. **Tabelas de composição de alimentos**. 5. ed. Rio de Janeiro, 1999. 137 p. (Estudo Nacional da Despesa Familiar).

JOSEPH, E.; SWANSON, B. G. Growth and nitrogen retention of rats fed bean (*Phaseolus vulgaris*) and bean and rice diets. **Food Research International**, Ottawa, v. 26, n. 4, p. 261-269, 1993.



- JULIANO, B. O. **Rice in human nutrition**. Rome: FAO, 1993. p. 35-59.
- KENNEDY, B. M. Nutritional quality of rice endosperm. In: LUH, B. S. (Ed.). **Rice: production and utilization**. Westport: AVI, 1980. p. 439-469.
- KENNEDY, G.; BURLINGAME, B. Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. **Food Chemistry**, Barking, v. 80, n. 4, p. 589-596, Apr. 2003.
- LUH, B. S.; MICKUS, R. R. Parboiled rice. In: LUH, B. S. (Ed.). **Rice: production and utilization**. Westport: AVI, 1980. p. 501-542.
- MACLEAN, J. L.; DAWE, D. C.; HARDY, B.; HETTEL, G. P. **Rice almanac: source book for the most important economic activity on earth**. 3.ed. Manila: IRRI: WARDA: CIAT: FAO, 2002. 253 p.
- MENDEZ, M. H. M.; DERIVI, S. C. N.; RODRIGUES, M. C. R.; FERNANDES, M. L. **Tabela de composição de alimentos**. Niterói: EDUFF, 1995. 41 p.
- NAVES, M. M. V.; SILVA, M. S.; CERQUEIRA, F. M.; PAES, M. C. D. Avaliação química e biológica da proteína do grão em cultivares de milho de alta qualidade protéica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 1, p. 1-8, jan./abr. 2004.
- OLIVEIRA, J. E. D. de; MOREIRA, E. A. M.; PORTELLA, O.; BEREZOVSKY, M. W. **Normas e guias alimentares para a população brasileira: delineamentos metodológicos e critérios técnicos**. São Paulo: Instituto Danone, 2002. 182 p.
- OMS. **Necesidades de energía y de proteínas**: Informe de un Comité Especial Mixto FAO/OMS de Expertos. Ginebra, 1973. 138 p. (OMS. Série de Informes Técnicos, 522).
- OMS. **Necesidades de energía y de proteínas**: Informe de una Reunión Consultiva Conjunta FAO/OMS/UNU. Ginebra, 1985. 221 p. (OMS. Série de Informes Técnicos, 724).
- PHILIPPI, S. T. **Tabela de composição de alimentos**: suporte para decisão nutricional. 2. ed. São Paulo: Coronário, 2002. 107 p.
- SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos**: propriedades-degradações-modificações. São Paulo: Varela, 1996. p.139-257.
- SICHERI, R.; COITINHO, D. C.; MONTEIRO, J. B.; COUTINHO, W. F. Recomendações de alimentação e nutrição saudável para a população brasileira. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 44, n. 3, p. 227-232, jun. 2000.
- SIEGENBERG, D.; BAYNES, R. D.; BOTHWELL, T. H.; MACFARLANE, B. J.; LAMPARELLI, R. D.; CAR, N. G.; MACPHAIL, P.; SCHMIDT, U.; TAL, A.; MAYET, F. Ascorbic acid prevents the dose-dependent inhibitory effects of polyphenols and phytates on nonheme-iron absorption. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 53, n. 2, p. 537-541, Feb. 1991.
- SILVA, M. R.; MIRANDA, M. Z. de; SILVA, P. R. M. da; XAVIER, S. da C. Absorção de óleo de soja e sódio em arroz e feijão preparados. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 1, p. 21-27, jan./abr. 2004.
- SINGH, A.; GUPTA, D. K.; PANDEY, J. P. Interrelationship between protein content and degree of polish of milled rice. **International Rice Research Notes**, Manila, v. 26, n. 2, p. 27-28, Dec. 2001.



SOTELO, A.; HERNANDEZ, M.; MONTALVO, I.; SOUSA, V. Amino-acid content and protein biological evaluation of 12 Mexican varieties of rice. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 71, n. 6, p. 605-609, Nov./Dec. 1994.

TAIRA, H. Grain quality: physicochemical properties and quality of rice grains. In: MATSUO, T.; KUMAZAWA, K.; ISHII, R.; ISHIHARA, K.; HIRATA, H. (Ed.). **Science of the rice plant**. Tokyo: Food and Agriculture Police Research Center, 1995. v. 2, p. 1063-1089.

TORRES, M. A. A.; QUEIROZ, S. S. Prevenção da anemia ferropriva em nível populacional: uma revisão da literatura dos últimos quinze anos. **Nutrire**, São Paulo, v. 19/20, p. 145-164, 2000.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tabela>>. Acesso em: 06 jun. 2004.

VANNUCCHI, H.; MENEZES, E. W.; CAMPANA, A. O.; LAJOLO, F. M. **Aplicações das recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição, 1990. 156 p. (Cadernos de Nutrição, 2).

WATT, B. K.; MERRILL, A. L. **Composition of foods**: raw, processed, prepared. Washington: USDA, 1975. 147 p. (USDA. Agriculture Handbook, 8).

WHITNEY, E. N.; ROLFES, S. R. **Understanding nutrition**. Belmont: ITP, 1999. p. H-1-H-89.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. Geneva, 2003. 149 p. (WHO Technical Report Series, 916).

WYATT, C. J.; TRIANA-TEJAS, A. Soluble and insoluble Fe, Zn, Ca, and phytates in foods commonly consumed in northern Mexico. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 42, n. 10, p. 2204-2209, Oct. 1994.

YOUNG, V. R.; PELLETT, P. L. Plant proteins in relation to human protein and amino-acid nutrition. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 59, n. 5, p. 1203S-1212S, May 1994. Suplemento.

ZHAI, CK.; LU, C.M.; ZHANG, X.Q.; SUN, G.J.; LORENZ, K.J. Comparative study on nutritional value of Chinese and North America wild rice. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 14, n. 4, p. 371-382, Aug. 2001.

ZHOU, Z.; BLANCHARD, C.; HELLIWELL, S.; ROBARDS, K. Fatty acid composition of three rice varieties following storage. **Journal of Cereal Science**, London, v. 37, n. 3, p. 327-335, May 2003.

