



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
CURSO DE NUTRIÇÃO  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ARROZ: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, CULINÁRIAS E  
NUTRICIONAIS DAS DIFERENTES VARIEDADES CONSUMIDAS  
NO BRASIL**

**JÉSSICA MUNIZ WEBER**

BRASÍLIA – DF

2012

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
CURSO DE NUTRIÇÃO  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ARROZ: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, CULINÁRIAS E  
NUTRICIONAIS DAS DIFERENTES VARIEDADES CONSUMIDAS  
NO BRASIL**

**JÉSSICA MUNIZ WEBER**

**Trabalho apresentado na Universidade de  
Brasília, em cumprimento às exigências  
acadêmicas do curso de graduação em  
Nutrição, com a professora orientadora  
Wilma Araújo.**

**BRASÍLIA – DF  
OUTUBRO DE 2012**

## DEDICATÓRIA

Dedico essa conquista aos meus pais, pois sem eles nada disso seria possível. Sempre tiveram paciência em todos os momentos de luta e cansaço. Sempre me apoiaram e me deram forças para atingir meus objetivos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por se fazer presente em todos os momentos firmes ou incertos da minha jornada, transmitindo segurança necessária para chegar até aqui.

Aos meus pais, agradeço pela paciência nos momentos de luta e cansaço e pelo seu amor incondicional! Obrigada por terem me apoiado e acreditado na minha capacidade, me dando forças para mais uma conquista. Tenham a certeza de que o meu agradecimento é pequeno diante da grandeza do que fizeram por mim! Aprendi que vale a pena acreditar nos meus sonhos e lutar por eles. Sou eternamente grata!

Agradeço aos meus professores pela dedicação, sabedoria e compromisso em transmitir seu conhecimento e em especial à minha orientadora por estar sempre disponível a me ajudar quando precisei.

Aos meus amigos, agradeço por cada momento compartilhado, nas dificuldades e nos momentos de felicidade.

Agradeço ao meu namorado, por sempre me incentivar nos momentos de fraqueza.

E a todos que contribuíram para o meu sucesso e marcaram minha vida, deixo meu eterno agradecimento!

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Arroz branco, parboilizado e integral.....	18
Figura 2 - Produtos e subprodutos do grão de arroz.....	19
Figura 3 - Cadeia do processamento do arroz .....	20
Figura 4 - Estrutura do grão de arroz .....	20
Figura 5 - Grãos preto descascados (integrais) e arroz vermelho.....	21
Figura 6 - Estrutura química da amilose e amilopectina.....	26
Figura 7 - Teores médios de fenólicos solúveis nos grupos pigmentado e não-pigmentado, antes e após o cozimento .....	46
Figura 8 - Teores médios de fenólicos insolúveis nos grupos pigmentado e não-pigmentado, antes e após o cozimento .....	47
Figura 9 - Efeito do cozimento nos teores de fenólicos totais de genótipos pigmentados (vermelho e preto).....	48

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição de alimentos por 100 gramas de parte comestível do arroz polido cru e do arroz integral cru.....	25
Tabela 2 - Conteúdo de vitaminas ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) em grãos de arroz integral e branco polido com 14% de umidade .....	28
Tabela 3 - Concentração de minerais em grãos de arroz integral e branco polido com 14% de umidade.....	29
Tabela 4 - Composição química média (% na matéria seca) de arroz integral, branco polido e parboilizado polido .....	29
Tabela 5 - Efeito do processo de beneficiamento sobre a composição centesimal em amostras de arroz com teores alto, médio e baixo de amilose.....	30
Tabela 6 - Efeitos da parboilização e da cocção sobre o teor de amido resistente em amostras de arroz com teores alto, médio e baixo de amilose.....	33
Tabela 7 - Comparação do valor de índice glicêmico estimado e índice glicêmico compilado da Tabela Internacional de Índice Glicêmico.....	33
Tabela 8 - Valores médios e desvio padrão para o teor de amido e amilose dos grãos das diferentes amostras de variedades de arroz-vermelho estudadas (% em base seca).....	35
Tabela 9 - Valores médios e desvios padrão para umidade, extrato etéreo, cinza, proteína, fibra bruta dos genótipos de arroz-vermelho estudadas (% em base úmida).....	36
Tabela 10 - Teores médios de ferro e zinco em variedades de arroz de pericarpo branco e de pericarpo vermelho .....	36
Tabela 11 - Características do grão de arroz preto .....	38
Tabela 12 - Composição química do arroz preto comparado ao arroz tradicional integral e polido .....	39
Tabela 13 - Faixa de temperatura de gelatinização dos diferentes genótipos de arroz-vermelho cru .....	44
Tabela 14 - Informação nutricional para quatro colheres cheias de sopa (100g) de diferentes tipos de arroz .....	57

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>10</b>
<b>3. DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>11</b>
3.1. ARROZ: ASPECTOS HISTÓRICOS, VARIEDADES .....	11
3.2. ARROZ: ASPECTOS LEGAIS E PADRÕES DE IDENTIDADE E QUALIDADE.....	19
3.3. ARROZ: COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS DIFERENTES TIPOS E VARIEDADES .....	23
3.4. ARROZ: CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E FISIOLÓGICAS ....	40
3.5. CARACTERÍSTICAS CULINÁRIAS E TECNOLÓGICAS.....	42
3.6. ARROZ: INDICAÇÕES DIETÉTICAS PARA AS TERAPIAS NUTRICIONAIS DE INDIVÍDUOS SADIOS E ENFERMOS.....	50
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>63</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O arroz é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como principal alimento para mais da metade da população mundial. É cultivado e consumido em todos os continentes e sua importância é destacada principalmente em países em desenvolvimento, tais como o Brasil, desempenhando papel estratégico em níveis econômico e social (FAO, 2006; CONAB, 2007).

A produção mundial anual é de aproximadamente 606 milhões de toneladas. O Brasil participa com 13.140.900 toneladas, sendo o maior produtor fora do continente asiático e assim ocupa a 9ª posição, o que corresponde a 2,2% da produção mundial e 50% da produção da América Latina (FAO, 2006; CONAB, 2007).

É uma excelente fonte de energia, devido à alta concentração de carboidratos, principalmente amido, fornecendo também proteínas, vitaminas e minerais, e possui baixo teor de lipídios, constituindo alimento importante para o equilíbrio alimentar e nutricional na alimentação saudável (WALTER *et al*, 2008).

As características químicas dos diferentes tipos de arroz possibilitam a oferta de variadas preparações, que, aliadas as propriedades nutricionais o tornam importante na produção de dietas, com diferentes finalidades (WALTER *et al*, 2008).

Assim, torna-se imprescindível que se conheçam as variedades de arroz mais cultivadas no Brasil, sua composição química, assim como os padrões culinários de cada variedade para ampliar as indicações dietéticas para indivíduos saudáveis e enfermos. Componentes como o amido resistente e a fibra alimentar, por exemplo, em determinados níveis exercem efeitos benéficos ao organismo humano. Estudos relatam que, o auxílio no controle da glicose sanguínea, redução dos lipídios séricos e da pressão arterial, entre outros, são efeitos

benéficos à saúde por auxiliarem na prevenção e no controle de doenças crônicas, como diabetes e doenças cardiovasculares (MILLER *et al*, 1992; KOIDE *et al*, 1996; QURESHI *et al*, 1997; RONG *et al*, 1997; XIA *et al*, 2003).

A diversidade nas variações de uso do arroz são interessantes para a alimentação, devido à diferença nas características nutricionais e fisiológicas, podendo-se utilizar esse alimento com diferentes fins na dieta (WALTER *et al*, 2008).

Uma das principais características relacionadas à resposta metabólica ao arroz é a relação amilose:amilopectina. O conteúdo de amilose do arroz é o fator mais importante de qualidade e que mais influencia a preferência do consumidor. Está diretamente relacionado com o volume de expansão e absorção de água durante o cozimento e com a dureza e brancura do arroz cozido (STORCK *et al*, 2005). Um estudo mostrou 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. 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 (*apud* STORCK *et al*, 2005, p.262).

Considerando-se tais aspectos, esta monografia tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre as características químicas, culinárias e nutricionais dos diferentes tipos de arroz consumidos no Brasil.

Especificamente, pretende-se:

- Definir as variedades de arroz mais cultivadas no Brasil;
- Apresentar a composição química das diferentes variedades de arroz;
- Definir do ponto de vista da legislação o que é arroz;

- Definir padrões de identidade e qualidade para arroz;
- Discutir as características nutricionais e fisiológicas do arroz;
- Definir os padrões culinários de cada variedade de arroz;
- Discutir as indicações dietéticas do arroz para as terapias nutricionais de indivíduos saudáveis e enfermos.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Esta pesquisa é de natureza bibliográfica e o estudo consiste em uma revisão, sobre o tema, de artigos científicos publicados em revistas indexadas nas bases de dados Medline, Lilacs, Capes e Google Acadêmico, utilizando-se os descritores: arroz, características do arroz, variedades de arroz, propriedades nutricionais e fisiológicas do arroz, arroz e os seus aspectos históricos, culinária do arroz, indicação dietética do arroz, composição química, tipos de arroz, beneficiamento do arroz, amido resistente, classificação das dietas, terapia nutricional com arroz, dieta com arroz, preparações para dietas especiais, fibras alimentares, ecossistemas do arroz, diabetes e amido resistente, nos idiomas português e inglês.

Foram selecionados artigos que atendiam aos seguintes critérios de inclusão: artigos publicados nos últimos 7 anos (2005 a 2012), que continham pelo menos um dos descritores selecionados; além de livros sobre o tema em questão. Os critérios de exclusão utilizados foram: artigos em outros idiomas que não português e inglês; estudos que não tratavam especificadamente do tema e artigos anteriores ao ano de 2005. A coleta de dados foi realizada entre março de 2011 e maio de 2012.

### 3. DESENVOLVIMENTO

#### 3.1. ARROZ: ASPECTOS HISTÓRICOS, VARIEDADES

Diversos historiadores e cientistas apontam o sudeste da Ásia como o local de origem do arroz. Duas formas silvestres são apontadas na literatura como precursoras do arroz cultivado: a espécie *Oryza rufipogon*, procedente da Ásia, originando a *O. sativa*; e a *Oryza barthii* (*Oryza breviligulata*), derivada da África Ocidental, dando origem à *O. glaberrima* (EMBRAPA, 2010).

Alguns autores apontam o Brasil como o primeiro país a cultivar esse cereal no continente americano, porém há uma série de controvérsias quanto à introdução do arroz europeu no Brasil. O arroz era o "milho d'água" (abati-uaupé) que os tupis, muito antes de conhecerem os portugueses, já colhiam nos alagados próximos ao litoral. Foi também mencionado na famosa *Carta do Achamento do Brasil*, escrita por Pero Vaz de Caminha, que afirma que os indígenas "de tudo o que lhes deram comeram mui bem, especialmente ladão cozido, frio e arroz". Em 1766, a Coroa Portuguesa autorizou a instalação da primeira descascadora de arroz no Brasil, na cidade do Rio de Janeiro. Portanto, a prática da orizicultura no Brasil, de forma organizada e racional, aconteceu em meados do século XVIII e, daquela época até a metade do século XIX, o país foi um grande exportador de arroz (EMBRAPA, 2010; SLOW FOOD BRASIL, 2011).

É um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como principal alimento para mais da metade da população mundial. É um item da alimentação básica para cerca de 2,5 bilhões de pessoas, principalmente em países em desenvolvimento, tais como o Brasil, desempenhando papel estratégico em níveis econômico e social (FAO, 2006; CONAB, 2007).

A produção anual mundial de arroz é de aproximadamente 606 milhões de toneladas. O continente asiático é a principal região produtora, representando mais de 87% da produção mundial. O Brasil participa com 13.140.900 toneladas e destaca-se como único país não-asiático entre os 10 maiores produtores, sendo o maior fora do continente asiático e assim ocupa a 9ª posição, o que corresponde

a 2,2% da produção mundial e 50% da produção da América Latina (FAO, 2006; CONAB, 2007).

A China lidera o *ranking* de maior produtor mundial de arroz, detendo mais de 30% do volume total produzido no planeta (INFOCOMM, 2010). A América Latina é o segundo maior produtor e o terceiro maior consumidor de arroz (EMBRAPA, 2007).

O Brasil possui grande potencial para aumentar a colheita de arroz, seja expandindo a área cultivada ou aumentando a produtividade nas diferentes regiões orizícolas (CONAB, 2007). No Brasil, o cereal ocupa o terceiro lugar na produção de grãos, ficando somente atrás da soja e do milho (EMBRAPA, 2005).

O Rio Grande do Sul é o principal produtor de arroz do País e, em 2006, foi responsável por 58,9% da produção nacional. Observa-se que nestes municípios os rendimentos médios são elevados (superiores a 5.500 kg/ha) (IBGE, 2007).

Entre os alimentos tradicionalmente presentes no cardápio das famílias brasileiras, o arroz polido encontra-se em 3º. lugar (14,6kg), com as maiores aquisições *per capita* anuais em 2008-2009 (IBGE, 2010).

Em todo Brasil, o arroz faz parte da alimentação básica da população sendo consumido ao redor de 45,3kg de arroz beneficiado por habitante em um ano. Tanto no Brasil, como na maioria dos países, o arroz é consumido principalmente na forma polida (70-80%), sendo que esta é a forma que consta nas estatísticas de produção, consumo e comércio globalizado (IRGA, 2005; GAMEIRO *et al*, 2008). No caso do arroz parboilizado, embora não existam dados estatísticos oficiais, estima-se que, cerca de 170 milhões de toneladas de arroz em casca por ano, sejam beneficiados industrialmente por parboilização em todo o mundo, ou seja, em média, um quinto de toda produção arrozeira mundial (AMATO *et al*, 2005).

Em pesquisas realizadas no Brasil, os valores médios de consumo *per capita* anual de arroz foram de 31,5kg (ENDEF 1974/75), 29,7kg (POF 1987-1988), 26,4kg (POF 1995-1996), 17,1kg (2002-2003) e 14,6 kg (2008-2009), ou seja,

observa-se uma redução de 60% na quantidade anual *per capita* adquirida entre os anos de 1974-1975 a 2009 (12,6 kg). A redução foi mais intensa entre as POFs 1995-1996 e 2008-2009 (53%). Isso demonstra que tem havido significativa diminuição do consumo deste alimento, apesar de ser considerado um alimento básico (UAUY *et al*, 2001; IBGE, 2010).

Atualmente, nota-se uma queda na participação relativa de itens tradicionais, como arroz, na composição do total médio diário de calorias adquirido pelo brasileiro, enquanto cresceu a proporção de produtos industrializados, como biscoitos e refeições prontas (IBGE, 2010).

Ainda em relação ao consumo, quanto maior o rendimento das famílias, maior o consumo de gorduras e menor o de carboidratos, como o arroz. Sendo este mais adquirido na área rural e pela população de menor rendimento (IBGE, 2010).

O arroz (*Oryza sativa*) é uma gramínea<sup>1</sup> da família das poáceas<sup>2</sup>, da classe Liliopsida<sup>3</sup>, da ordem Poales<sup>4</sup>, pertencente ao grupo das monocotiledôneas<sup>5</sup>, contido na divisão das Magnoliófitas<sup>6</sup> (PACHECO, F. 2008. 68 f.).

Existem dois grandes ecossistemas para a cultura do arroz: o de várzeas e o de terras altas (sequeiro).

---

<sup>1</sup> Gramínea – Planta de distribuição mundial, especialmente em regiões tropicais ou em áreas temperadas e semiáridas do hemisfério norte, que constitui uma das mais numerosas e importantes famílias botânicas, com várias espécies cultivadas para a alimentação, como o trigo, o arroz e o milho (Houaiss, 2011).

<sup>2</sup> Poácea – Refere-se à família das gramíneas (grãos) (Houaiss, 2011).

<sup>3</sup> Liliopsida – Designação atual das monocotiledôneas (WIKIPÉDIA, 2011).

<sup>4</sup> Poales – ordem de plantas monocotiledôneas, segundo a classificação taxonômica de Lineu, que classifica as coisas vivas em uma hierarquia, começando com os Reinos. Reinos são divididos em Filos. Filos são divididos em classes, então em ordens, famílias, gêneros e espécies e, dentro de cada um em subdivisões (WIKIPÉDIA, 2011).

<sup>5</sup> Monocotiledônea – Grupo de plantas angiospérmicas (na botânica é uma categoria de plantas cujo embrião tem, tipicamente, um só cotilédone, raiz fasciculada (raízes ramificadas) e folhas paralelinérveas (WIKIPÉDIA, 2011).

<sup>6</sup> Magnoliófitas – Designação atual para as angiospermas, subclasse das fanerógamas, plantas cujas sementes se encontram no interior do fruto (WIKITECA, 2011).

O ecossistema de terras altas (sequeiro) é cultivado em terrenos mais drenados, principalmente em solos de cerrado e depende exclusivamente das precipitações pluviométricas, fonte de umidade para o desenvolvimento da cultura. Historicamente apresenta baixos níveis de produtividade e, sobretudo, qualidade dos grãos inferior aos produzidos pelo processo irrigado, o que, geralmente, não agrada o consumidor. Este sistema é caracterizado pela condição aeróbica de desenvolvimento radicular da planta. O arroz pode ser cultivado com irrigação suplementar por aspersão ou sem irrigação, ou seja, a disponibilidade de água para a cultura é totalmente dependente da ocorrência de chuva. O sistema de cultivo de arroz com irrigação por aspersão caracteriza-se pelo intenso uso do solo, com rotação de culturas e elevado uso de tecnologia. Em áreas onde há períodos de estiagem, mesmo durante a estação chuvosa, alguns produtores de ponta utilizam a irrigação por aspersão como alternativa para solucionar o problema de veranicos, e garantir estabilidade à produção, podendo ainda aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos grãos (TERRA DE ARROZ, 2012; EMBRAPA, 2012; RUCATTI, 2007).

O ecossistema de várzeas (irrigado) é a cultura predominante no Brasil, tendo como principal produtor o estado do Rio Grande do Sul. Este sistema é considerado um estabilizador da safra nacional, uma vez que não é tão dependente das condições climáticas como no cultivo de sequeiro (TERRA DE ARROZ, 2012). Os seus principais sistemas de cultivo são arroz irrigado por inundação contínua e controlada, com manutenção de lâmina de água até a maturação dos grãos, e arroz de várzea úmida, cultivado em baixadas sem irrigação controlada. Neste ecossistema utiliza-se água da chuva e da enchente dos rios ou afloramento natural do lençol freático (RUCATTI, 2007).

A questão do sabor é uma das razões para o surgimento de diferentes variedades do arroz. Existem no mundo milhares de variedades de arroz, com diferentes características e sabores, mas todas elas derivam de três subespécies básicas: a índica, a japônica e a javanica. A subespécie índica é originária da Índia com grão longo e fino. É cultivada em regiões de clima quente e suas variedades mais comuns são o Basmati e o Patna, sendo os mesmos muito consumidos no oriente, mas precisamente utilizados na cozinha Tailandesa e Indiana. A subespécie Japônica é originária da China com grão curto e arredondado. É

cultivada em regiões de clima frio e possui a característica de se aglutinar devido ao seu alto nível de amido, também muito apreciado no oriente mais precisamente Japão, China e Coreia (LINASSI, 2011).

A cultura do arroz destaca-se como uma das mais importantes do mundo. Por apresentar facilidade de adaptação a condições edafoclimáticas distintas, o arroz é cultivado nos mais diversos ambientes em todos os continentes (FORNASIERI *et al*, 2006).

Assim, no mundo todo existem vários tipos de arroz, sendo que os principais são:

Arroz polido (branco): É o arroz de grãos longos e finos (agulhinha), destituído da camada externa e do germe (ALMANAQUE DO ARROZ, 2011).

Arroz integral: Sua aparência mais escura deve-se à presença da camada de farelo e do germe. Concentra uma maior quantidade de fibras, proteínas, cálcio, fósforo, ferro e vitaminas do complexo B (ALMANAQUE DO ARROZ, 2011).

Arroz parboilizado: O arroz parboilizado era conhecido como arroz Malekizado e, também, como amarelão, amarelo e macerado. Apresenta uma cor amarelada e odor mais forte (ALMANAQUE DO ARROZ, 2011).

Arroz preto: Cultivado na China há mais de quatro mil anos, com fama de produto afrodisíaco e exótico, o arroz preto era chamado de “Arroz Proibido”, pois era consumido apenas pelo Imperador, cabendo a seus súditos somente a produção dos grãos. A partir da década de 80, a China intensificou o melhoramento para arroz preto e hoje existem mais de 50 variedades modernas cultivadas naquele país. Este tipo especial de arroz tornou-se a sensação entre *chefs* e *gourmets*, a começar pela cor – na verdade, lilás, que de tão forte se torna preto -, pelo aroma leve de castanha e pelo sabor único. Depois de cozido, segundo opinião de consultores gastronômicos, o grão de formato arredondado e curto fica *al dente*, sem perder a textura macia e permanece inteiro. Considerado uma iguaria na Europa e nos Estados Unidos, o arroz preto demorou a chegar ao Brasil (BASSINELLO *et al*, 2008). No Brasil, a pesquisa teve início em 1994, desenvolvida pelos pesquisadores do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC),

órgão da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, para as características de solo e de clima paulistas, e batizado com o nome de IAC-600. Essa cultivar, IAC 600, é *Oryza sativa*, e não deve ser confundida com o chamado arroz selvagem que é outra gramínea (*Zizania sp.*) (BASSINELLO *et al*, 2008). Apesar do baixo consumo, o arroz preto, restrito a naturalistas<sup>7</sup> e à alta gastronomia, apresenta um mercado em expansão no Brasil, em função da divulgação de suas propriedades nutricionais.

Arroz vermelho: O mais conhecido é a forma espontânea da espécie *Oryza sativa* L., considerada planta invasora, por causar consideráveis prejuízos às lavouras de arroz branco, principalmente por comprometer a qualidade final do produto consagrado pela população humana como padrão comercial. Mas no Oeste da África, o arroz-vermelho é cultivado, sendo produzida a espécie *Oryza laberrima* Steud. Em outras partes do mundo, até então, só há registro de seu cultivo em pequenas áreas do Brasil, Argentina, Venezuela, Nicarágua, França, Madagascar, Moçambique, China, Índia, Sri Lanka, Nepal, Butão, Indonésia, Tailândia, Japão e Coréia do Sul, mas, nesses países, o arroz-vermelho cultivado pertence à espécie *Oryza sativa* L. (*apud* BOËNO, 2008, p.5.). Apesar de ser uma “praga” no Sul e uma cultura desconhecida da população brasileira, o arroz-vermelho é considerado um dos principais componentes na dieta alimentar das populações que habitam grande parte do Semiárido nordestino brasileiro. É cultivado também em áreas isoladas no centro-oeste, e no norte, onde recebe também os nomes de arroz da terra, arroz de veneza, arroz maranhão entre outros. É no sertão do estado da Paraíba que se concentra a maior produção de arroz vermelho do Brasil e este é plantado principalmente por pequenos agricultores, utilizando sistemas de produção bastante rudimentares. Além disso, ultimamente vem se verificando uma demanda crescente por parte de restaurantes localizados em grandes centros consumidores do País, como São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília, sendo o arroz-vermelho considerado uma iguaria gastronômica e uma

---

<sup>7</sup> Naturalistas – Indivíduos adeptos à alimentação natural, com preferência para os alimentos na forma mais natural. Alimentam-se com cereais integrais, vegetais cultivados organicamente e sem agrotóxicos, uso abundante de frutas e hortaliças frescas, e descartam-se ovos de granja e carne de gado anabolizado. Alguns naturistas comem carne de certos peixes e aves (“carnes magras”), admitindo o uso de carne de gado não tratado com hormônios. Outros consentem o uso de carnes em geral, exceto as carnes vermelhas. Ainda outros excluem todo tipo de carne de alimentação (MULLER, S. **Sobre cognição e alimentação**. Jun. 2001).

das fortalezas, pela associação internacional *Slow Food* (entidade sem fins lucrativos fundada em 1989 como resposta aos efeitos padronizantes do *fast food*) (SLOW FOOD BRASIL, 2008; EMBRAPA, 2008).

Arroz selvagem: Rico em nutrientes, pouco calórico e geralmente utilizado em misturas com o arroz branco. Pertencente à espécie *Zizania sp.* Também conhecido como *Zizania* ou Grão de Água, durante séculos foi o alimento básico dos Índios Chippewa. O seu grão, de maior comprimento e de cor escura, cresce de forma selvagem e natural em pequenas produções nas margens dos grandes lagos da América do Norte (CIGALA, 2012).

Arroz arbório: Variedade italiana. Apresenta uma quantidade elevada de amido. Ideal para preparar risoto, preparação mais cremosa (ALMANAQUE DO ARROZ, 2011).

Arroz basmati: Possui grãos longos e superfinos, e aroma de sândalo. Esta variedade (que significa “aromático excelente”) é originária do norte da Índia e do Paquistão. É considerado pelos especialistas como um dos mais seletos e agradáveis do mundo, pelo seu aroma intenso durante a preparação e o seu longo e delicado grão de brancura excepcional (CIGALA, 2012).

Arroz japonês: Grão curto e arredondado, conhecido também, como arroz cateto, tem grande capacidade aglutinadora e seu uso é bastante popular na cozinha japonesa e no preparo de *sushi* (ALMANAQUE DO ARROZ, 2011).

Arroz jasmine: Também conhecido como arroz tailandês, é originário daquele país e tem grãos bem brancos, longos e aromáticos. Os grãos se aglutinam quando cozidos, embora seja menos viscoso do que outros arrozes, pois tem menor teor de amilopectina (WIKIPÉDIA, 2012).

Arroz carolino: Arroz pertencente à espécie japonesa, apresenta um grão arredondado e de cor bem branca, com um comprimento superior a 6,0 mm e uma relação comprimento/largura superior a 2mm e inferior a 3mm. É o arroz mais consumido em Portugal pelas suas características de confecção, já que

possui boa absorção de sabor e de líquido dos ingredientes durante a preparação. Apresenta excelentes resultados na elaboração de pratos tipicamente portugueses, sendo muito utilizado em receitas de arroz servido bem úmido (CIGALA, 2012).

O mercado brasileiro de arroz é ainda pouco diversificado, e prioriza o consumo de arroz branco polido, parboilizado e integral (Figura 1).

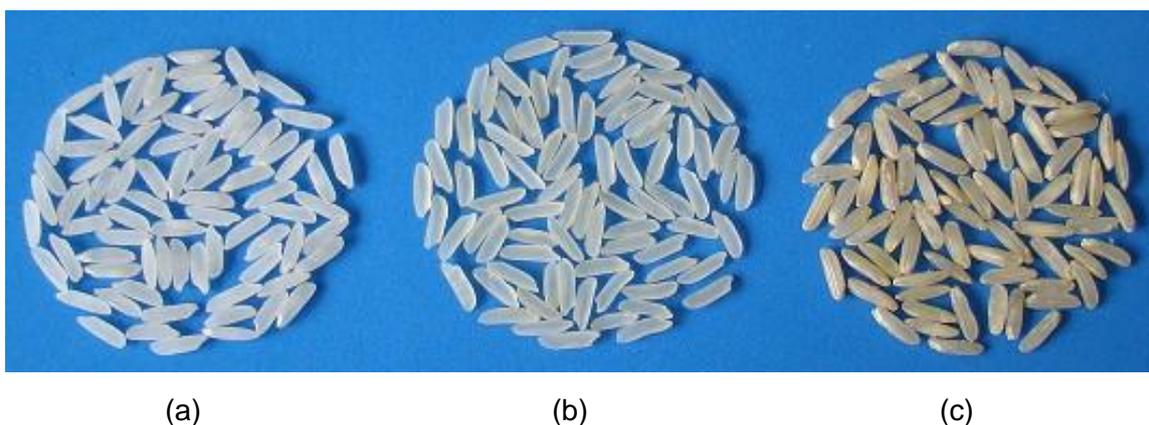


Figura 1 - Arroz branco (a), parboilizado (b) e integral (c)  
Fonte: EPAGRI (2012).

O consumo de grãos de arroz com pericarpo vermelho e preto está relacionado principalmente às características sensoriais, mas algumas pesquisas demonstram que eles também podem apresentar diferenças nas características nutricionais em relação ao arroz com pericarpo marrom-claro, principalmente no teor de proteínas, minerais e vitaminas. Além disso, a coloração do pericarpo dos grãos, uma das principais características que os diferencia visualmente, está vinculada ao acúmulo de compostos fenólicos, os quais têm sido relacionados a efeitos benéficos à saúde em diversos alimentos (WALTER, 2009).

Tanto o arroz preto como o vermelho são associados a uma notável atividade antioxidante *in vitro* em função da presença de compostos bioativos específicos, ausentes nas variedades não-pigmentadas (FINOCCHIARO *et al*, 2007).

Apenas uma pequena quantidade de arroz é consumida como ingrediente em produtos processados, sendo seu maior consumo na forma de grão (WALTER *et*

al, 2008). A Figura 2 ilustra as diversas possibilidades de se utilizar o grão de arroz.

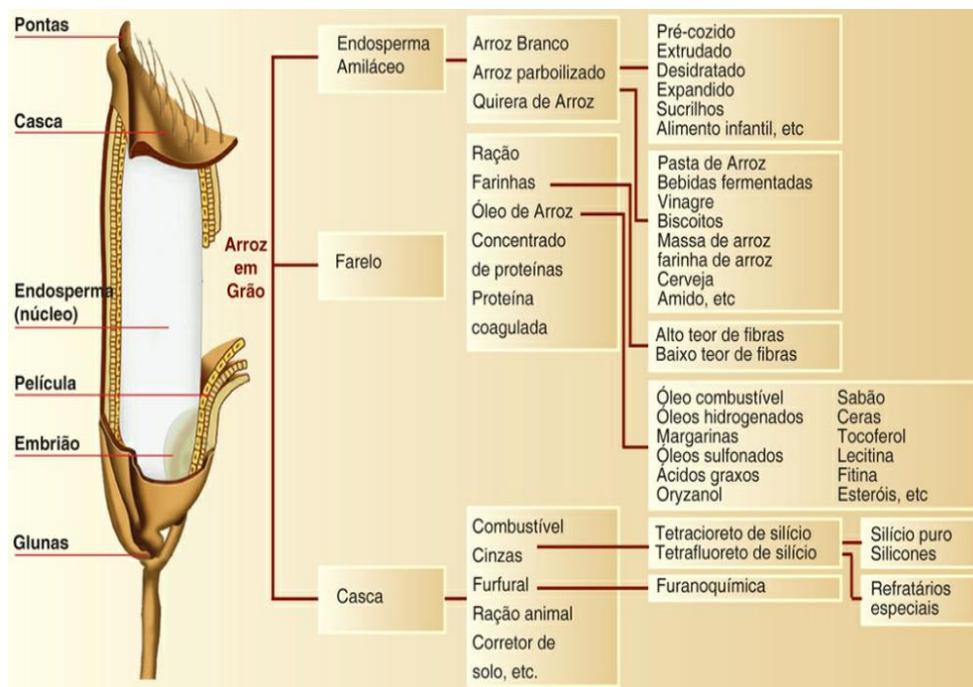


Figura 2 - Produtos e subprodutos do grão de arroz  
Fonte: Almanaque do Arroz (2011).

### 3.2. ARROZ: ASPECTOS LEGAIS E PADRÕES DE IDENTIDADE E QUALIDADE

De acordo com a Instrução Normativa Nº 6 (IN 6/2009), arroz em casca natural é o produto que antes do beneficiamento não passa por qualquer preparo industrial ou processo tecnológico. Após o recebimento do produto bruto na indústria, o arroz passa por uma etapa de amostragem e classificação para aferição da qualidade. Os próximos passos são o da limpeza e beneficiamento dos grãos (AMATO *et al*, 2005). Ainda de acordo com este documento, arroz descascado ou arroz integral (esbramado) é o produto do qual somente a casca foi retirada, enquanto arroz beneficiado é o produto maduro que foi submetido a algum processo de beneficiamento e se encontra desprovido, no mínimo, da sua casca. No Brasil, o arroz é consumido e comercializado principalmente na forma polida, mas outras formas de beneficiamento - integral, parboilizado polido e parboilizado integral – são comercializados em menor escala (AMATO *et al*, 2005). Estes são

os tipos de produtos disponíveis e também por suas características químicas têm valor nutricional diferenciado e técnica de preparo também diferenciada. A cadeia do processamento do arroz encontra-se na Figura 3:

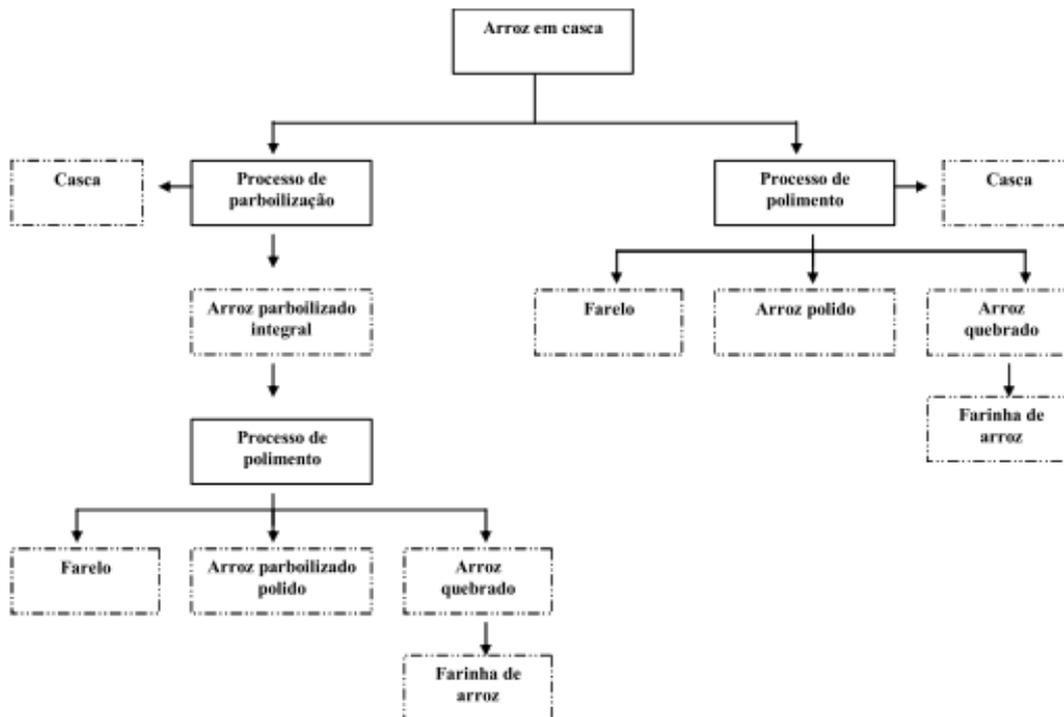


Figura 3 - Cadeia do processamento do arroz. Fonte: Galera (2006).

De acordo com o Regulamento Técnico do Arroz no Brasil, Art. 2º, descrito na Instrução Normativa Nº 6 (IN 6/2009), arroz parboilizado é o produto que foi submetido ao processo de parboilização e arroz polido é o produto de que, ao ser beneficiado, se retiram o germe, o pericarpo e a maior parte da camada interna (aleurona).

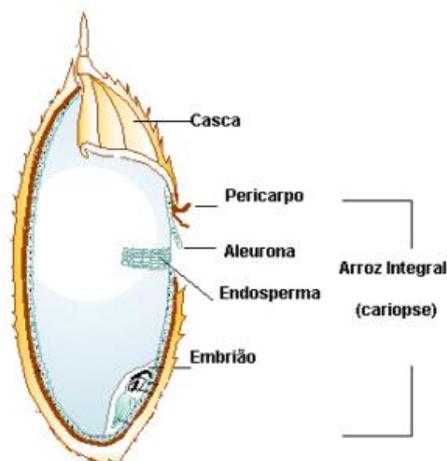


Figura 4 - Estrutura do grão de arroz  
Fonte: Galera (2006).

De acordo com o Regulamento Técnico do Arroz no Brasil, Art. 2º, descrito na Instrução Normativa Nº 6 (IN 6/2009), arroz preto é o produto pertencente à variedade da espécie *Oryza sativa* L., cujos grãos apresentam o pericarpo de coloração preta e arroz vermelho é o produto pertencente à variedade da espécie *Oryza sativa* L., cujos grãos apresentam pericarpo de coloração avermelhada (Figura 4). A forma mais conhecida desses grãos é a espontânea, considerada uma planta daninha na cultura do arroz devido aos prejuízos à lavoura ocasionados pela competição por água, luz e nutrientes, afetando o desenvolvimento do arroz cultivado, e pela depreciação do produto final (WALTER, 2009).



Figura 5 - Grãos preto descascados (integrais) (a) e arroz vermelho (b)  
Fonte: Bassinello *et al* (2008); EPAGRI (2012).

A Figura 5 (esquerda) mostra uma linhagem de arroz preto que apresenta grão longo e fino. Após descasque, os grãos são pretos devido a um pigmento, a antocianina presente no pericarpo, na película da semente e na fibra exterior do grão.

Para a produção do arroz polido são retiradas além da casca, o pericarpo, camada de aleurona e o embrião, conhecidos como farelo de arroz, restando o endosperma que basicamente contém amido (*apud* GALERA, 2006, p. 6).

A parboilização teve início há dezenas de anos em povoados da Ásia e África. Sua descoberta provavelmente ocorreu ao acaso, quando grãos foram acidentalmente encharcados com água e, na tentativa de reaproveitá-los foram secos ao sol. O procedimento passou a ser repetido de forma intencional, depois

de observarem que ele facilitava o descascamento dos grãos no pilão. O químico inglês Eric Huzenlaub, no início do século XX, ao percorrer a Índia e a África, cuja população se alimentava basicamente de arroz, descobriu que as tribos que parboilizavam o arroz não apresentavam incidência da doença beribéri causada por insuficiência da vitamina B<sub>1</sub> (AMATO *et al*, 2005).

No Brasil, a tecnologia de parboilização foi introduzida na década de 1950, com a instalação de uma planta industrial no Rio Grande do Sul, que se baseou numa patente norte-americana, denominada Malek, dando origem à primeira marca conhecida como arroz Malekizado e, também, como amarelão, amarelo e macerado, o qual possuía características sensoriais marcantes (AMATO *et al*, 2005). A palavra parboilizado teve origem a partir da adaptação do termo inglês *parboiled* que por sua vez se refere à *partial boiled*, parcialmente fervido (AMATO *et al*, 2005).

A parboilização é um tratamento hidrotérmico onde o arroz ainda com casca é imerso em água potável para o encharcamento em temperatura acima de 58°C, seguido de gelatinização total ou parcial do amido em autoclave, e secagem. Posteriormente, o grão parboilizado é descascado podendo ser comercializado na forma “parboilizado integral” ou “parboilizado polido”, sendo o consumo de arroz parboilizado polido o de maior aceitação (AMATO *et al*, 2005; ABIAP, 2007).

Muitas vantagens foram descobertas com a parboilização do arroz, como maior retenção do teor de tiamina (vitamina B<sub>1</sub>) nos grãos, redução na quebra durante a moagem e mudanças na qualidade do grão durante o cozimento (AMATO *et al*, 2005). Atualmente, o Brasil detém a tecnologia de parboilização mais avançada do mundo, o que proporcionou aumento significativo na qualidade tecnológica e mercadológica do arroz parboilizado, conquistando cada vez mais os diferentes nichos do mercado consumidor (AMATO *et al*, 2005).

As principais vantagens tecnológicas e nutricionais do processo de parboilização sobre as outras formas de beneficiamento são aumento no rendimento industrial, redução da adesividade do arroz, esterilização do grão, aumento da vida de

prateleira e migração de vitaminas hidrossolúveis e minerais do farelo para o centro do grão (AMATO *et al*, 2005; HEINEMANN *et al*, 2005).

Além das diferentes formas de beneficiamento, o arroz é caracterizado em cinco classes, em função das dimensões do grão que variam de acordo com cada cultivar e subespécie, independentemente do sistema de cultivo (Instrução Normativa No 6 - IN 6/2009). São elas: longo fino, longo, médio, curto e misturado.

O arroz longo fino é o produto que contém, no mínimo, 80% (oitenta por cento) do peso dos grãos inteiros medindo 6,00 mm (seis milímetros) ou mais no comprimento, a espessura menor ou igual a 1,90 mm (um vírgula noventa milímetros) e a relação comprimento/ largura maior ou igual a 2,75 (dois vírgula setenta e cinco), após o polimento dos grãos; o arroz longo é o produto que contém, no mínimo, 80% (oitenta por cento) do peso dos grãos inteiros medindo 6,00 mm (seis milímetros) ou mais no comprimento, após o polimento dos grãos; o arroz médio é o produto que contém, no mínimo, 80% (oitenta por cento) do peso dos grãos inteiros, medindo de 5,00 mm (cinco milímetros) a menos de 6,00 mm (seis milímetros) no comprimento, após o polimento dos grãos; o arroz curto é o produto que contém, no mínimo, 80% (oitenta por cento) do peso dos grãos inteiros medindo menos de 5,00 mm (cinco milímetros) de comprimento, após o polimento dos grãos; e o misturado é o produto que não se enquadra em nenhuma das classes anteriores (Instrução Normativa No 6 - IN 6/2009).

A preferência nacional de consumo é o arroz da classe longo fino comercialmente conhecido como “arroz-agulhinha”. Esse tipo de arroz é translúcido e apresenta a característica de ser mais solto, macio e firme após o cozimento (BARATA, 2005).

### 3.3. ARROZ: COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS DIFERENTES TIPOS E VARIEDADES

O grão inteiro é constituído por diversos tecidos, que apresentam estrutura, composição química e funções diferenciadas. A casca constitui de 15 a 30% do

peso do grão, dependendo da variedade, práticas culturais, localização geográfica, estação do ano e temperatura. Minerais (sílica) e celulose são os maiores componentes da casca. O pericarpo (farelo) é composto pelas camadas que envolvem o endosperma amiláceo do grão de arroz, constituindo 5 a 7% do peso do grão. A camada de aleurona é formada pela parte externa do endosperma, sendo que o número de camadas presentes varia dependendo da origem do grão, variedade e fatores ambientais (*apud DORS et al, 2009, p. 219*).

Os diferentes processos de beneficiamento, como polimento, parboilização, retirada da casca, podem influenciar a composição química e o valor nutricional do arroz. No entanto, a intensidade dessas mudanças depende de uma série de fatores agrônômicos que estão diretamente associados às preferências do mercado consumidor. Apesar de o arroz branco ser a forma mais consumida em alguns países, segundo Pimentel (*apud STORCK et al, 2005, p. 259-264*) e de ter grande importância comercial, o consumo do arroz integral e o parboilizado vem aumentando, principalmente devido à busca do consumidor por uma alimentação mais saudável.

A composição do grão e de suas frações está sujeita a diferenças varietais, variações ambientais, de manejo, de processamento e de armazenamento, produzindo grãos com características nutricionais diferenciadas. Além disso, os nutrientes não estão uniformemente distribuídos nas diferentes frações do grão. As camadas externas apresentam maiores concentrações de proteínas, lipídios, fibras, minerais e vitaminas, enquanto o centro, também chamado de endosperma, é fundamentalmente constituído de amido. Dessa forma, o polimento, que origina o arroz polido, reduz o teor de nutrientes, exceto de amido, originando as diferenças na composição entre o arroz integral e o polido (*apud WALTER et al, 2008, p. 1185*). Abaixo se encontram as diferenças na composição destes tipos de arroz (Tabela 1).

Tabela 1- Composição de alimentos por 100 gramas de parte comestível do arroz polido cru e do arroz integral cru

Composição	Arroz polido cru			Arroz integral cru		
	A	B	C	A	B	C
Energia (kcal/ 100g)	358	364	346	360	357	340
Umidade (%)	13,2	12,0	13,0	12,2	12,4	13
Proteínas (g)	7,2	7,2	6,7	7,3	8,1	7,8
Lipídeos (g)	0,3	0,6	0,9	1,9	1,6	2,0
Carboidratos (g)	78,8	79,7	79,6	77,5	76,6	75,6
Fibra alimentar (g)	1,6	0,6	1,7	4,8	0,9	3,0
Cinzas (g)	0,5	0,5	0,5	1,2	1,3	1,2

Fonte: A: TACO (2011); B: *apud* Naves (2007, p. 53); C: TBCA-USP (2008).

Segundo os dados da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), o arroz polido cru possui aproximadamente 79% de carboidratos, o que condiz com a os dados da tabela de composição de alimentos nacional, apresentados no trabalho de NAVES (2007) e a tabela TBCA-USP (2008), onde se observa que o arroz polido cru contém basicamente carboidratos (80%) (Tabela 1).

O amido é o principal constituinte dos cereais e a fonte mais importante de carboidrato na alimentação humana. É um homopolissacarídeo composto por cadeias de amilose e amilopectina associadas entre si por pontes de hidrogênio, formando áreas cristalinas radialmente ordenadas. A amilose é formada por moléculas de glicose ( $C_6H_{10}O_5$ ) unidas por ligações glicosídicas  $\alpha$ -1,4, originando uma cadeia linear e massa molecular da ordem de 250kDa (aproximadamente 1500 unidades de glicose). Já a amilopectina se caracteriza por uma longa cadeia ramificada de glicose, sendo que a cada 30 ligações  $\alpha$ -1,4 existe uma ligação  $\alpha$ -1,6. Sua massa molecular é da ordem de 50.000 – 500.000kDa e o comprimento das ramificações é variável contendo entre 20 e 30 unidades de glicose (Figura 6) (DENARDIN *et al*, 2009).

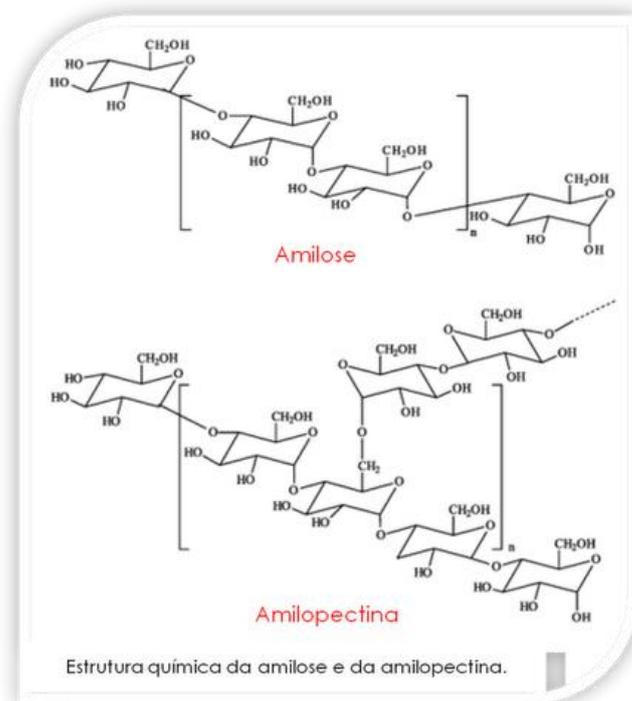


Figura 6 - Estrutura química da amilose e amilopectina.

Fonte: Denardin *et al* (2009).

Como foi dito, o grão de arroz contém dois tipos de amido – amilose e amilopectina. A fração amilose é a principal determinante das características culinárias do arroz. Pode variar de 3% a 33%. As cultivares se classificam em de baixo teor (<20%), intermediário teor (20% a 25%) e de alto teor (> 25%), segundo diversos autores (*apud* PEREIRA *et al*, 2007, p.44).

O teor de amilose é o maior determinante da capacidade de aglutinação dos grãos e constitui uma variável de grande interesse no processamento e tecnologia em geral do arroz (*apud* NAVES, 2007, p. 52).

O amido resistente é a fração de amido não digerida no intestino delgado de indivíduos saudáveis. É fermentado no intestino grosso e tem propriedades nutricionais semelhantes às fibras alimentares, incluindo efeito prebiótico. O efeito deste tipo de amido é benéfico (*apud* HELBIG *et al*, 2008, p. 297; *apud* GALERA, 2006, p. 7).

Em relação ao conteúdo proteico, observa-se na tabela 1 que o grão de arroz polido cru contém aproximadamente 7% (TACO, 2011; *apud* NAVES, 2007, p. 53; TBCA-USP, 2008), mas pode oscilar entre 5% e 13% pelas diferenças varietais. A proteína do arroz é constituída por diferentes frações proteicas – albumina, globulina, prolamina e glutelina. A glutelina, maior fração presente no grão (70% a 80% da proteína total), 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 do aminoácido essencial lisina em relação às frações globulina e prolamina (*apud* NAVES, 2007, p. 53).

A Tabela 1 apresenta também os valores para os lipídeos. O conteúdo de lipídios do arroz polido cru é muito baixo (menos de 1%). Entretanto, o grão integral pode conter até 3% visto que cerca de 80% dos lipídios do grão se encontram em suas camadas periféricas. O farelo de arroz, por sua vez, contém quantidades significativas de lipídios - cerca de 20% (*apud* NAVES, 2007, p. 54).

Da mesma forma que acontece para os lipídios, a maioria das fibras do grão de arroz é perdida no processo de polimento. Em termos de fibra alimentar total, a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011) descreve valores de 1,6% e 4,8% para arroz polido e arroz integral, respectivamente (Tabela 1). O arroz polido contém, sobretudo, hemicelulose e pectina, e o integral, hemicelulose, pectina e celulose (*apud* NAVES, 2007, p. 54).

As vitaminas e os minerais estão presentes no grão de arroz principalmente nas camadas externas do grão. Os principais minerais encontrados são o fósforo, o potássio e o magnésio (em maiores concentrações) e o ferro, o zinco, o cobre, o sódio, o cálcio e o manganês (em menores quantidades) (*apud* PASCUAL, 2010, p. 18).

O arroz contém principalmente vitaminas do complexo B e  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E), com concentrações insignificantes das vitaminas A, D e C. A concentração é maior nas camadas externas do grão, sendo que, para tiamina, riboflavina, niacina e  $\alpha$ -tocoferol, aproximadamente 78%, 47%, 67% e 95%, respectivamente,

estão presentes no farelo. Dessa forma, o polimento reduz significativamente a concentração de vitaminas (Tabela 2) (*apud* WALTER *et al*, 2008, p.1188).

As vitaminas mais estudadas e citadas na literatura em relação ao arroz são: tiamina (B<sub>1</sub>), riboflavina (B<sub>2</sub>) e niacina (B<sub>3</sub>). 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 2) (*apud* NAVES, 2007, p. 54-55).

Tabela 2 - Conteúdo de vitaminas ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) em grãos de arroz integral e branco polido com 14% de umidade

Vitamina	Arroz integral	Arroz branco polido
Retinol (A)	0-0,11	0-tr <sup>a</sup>
Tiamina (B <sub>1</sub> )	2,9-6,1	0,2-1,1
Riboflavina (B <sub>2</sub> )	0,4-1,4	0,2-0,6
Niacina (B <sub>3</sub> )	35-53	13-24
Ácido pantotênico (B <sub>5</sub> )	9-15	3-7
Piridoxina (B <sub>6</sub> )	5-9	0,4-1,2
Biotina (B <sub>7</sub> )	0,04-0,10	0,01-0,06
Ácido fólico (B <sub>9</sub> )	0,1-0,5	0,03-0,14
Cianocobalamina (B <sub>12</sub> )	0-0,004	0-0,0014
Ácido p-aminobenzóico	0,3	0,12-0,14
$\alpha$ -tocoferol (E)	9-25	tr-3

<sup>a</sup>traços.

Fonte: *apud* Walter *et al* (2008, p. 1190).

Quanto aos minerais, merecem destaque o ferro e o zinco pelo papel relevante que desempenham na nutrição e saúde dos indivíduos. Como no caso das proteínas e das vitaminas do complexo B, as concentrações de ferro e zinco do arroz podem oscilar bastante conforme a variedade do grão (*apud* NAVES, 2007, p. 55). O conteúdo mineral também é grandemente influenciado pelas condições de cultivo, incluindo fertilização e condições do solo, e pelo processamento. De forma geral, os minerais estão presentes em maior concentração nas camadas externas do grão, com aproximadamente 72% no farelo e 28% no grão polido (*apud* WALTER, 2008, p. 1186). As diferenças entre o arroz integral e o polido cru podem ser observadas na tabela abaixo (Tabela 3).

Tabela 3 - Concentração de minerais em grãos de arroz integral e branco polido com 14% de umidade

Mineral	Arroz integral	Arroz branco polido
Macrominerais (mg g <sup>-1</sup> , com 14% de umidade)		
Cálcio	0,1-0,5	0,1-0,3
Magnésio	0,2-1,5	0,2-0,5
Fósforo	1,7-4,3	0,8-1,5
Potássio	0,6-2,8	0,7-1,3
Silício	0,6-1,4	0,1-0,4
Enxofre	0,3-1,9	0,8
Microminerais (µg g <sup>-1</sup> , com 14% de umidade)		
Alumínio	0,3-26,0	0,1-2,2
Cádmio	0,02-0,16	0,025
Cloro	210-560	200-300
Cobalto	0,03-0,04	0,017
Cobre	1-6	2-3
Iodo	0,03	0,02
Ferro	2-52	2-28
Manganês	2-36	6-17
Níquel	0,2-0,5	0,14
Selênio	0,3	0,3
Sódio	17-340	5-86
Zinco	6-28	6-23

Fonte: *apud* Walter *et al* (2008, p. 1189).

O grão integral contém ao redor de 10% de farelo, rico em micronutrientes, principalmente minerais, vitaminas do complexo B e compostos bioativos, tais como gama-orizanol e homólogos da vitamina E (HEINEMANN *et al*, 2005).

O processamento também influencia o percentual de amido, sendo este maior no arroz branco polido (87,58%) e no parboilizado polido (85,08%) comparado ao integral (74,12%) (Tabela 4), devido à remoção do farelo (STORCK *et al*, 2005).

Tabela 4 - Composição química média (% na matéria seca) de arroz integral, branco polido e parboilizado polido

	Arroz integral	Arroz branco	Arroz parboilizado
Amido total	74,12	87,58	85,08
Amido resistente	3,52	3,08	4,38
Amilose	19,3	22,7	19,3
Amido digestível	70,6	84,5	80,7
Cinzas	1,15	0,30	0,67
Fibra total	11,8	2,87	4,15
Fibra insolúvel	8,93	1,05	1,63
Fibra solúvel	2,82	1,82	2,52
Proteínas	10,5	8,94	9,44
Lipídios	2,52	0,36	0,69
Matéria mineral	1,15	0,30	0,67

Fonte: Storck *et al* (2005).

No estudo de Storck, Silva e Comarella (2005), os tipos de arroz integral, parboilizado e branco foram diferentes para todas as variáveis, exceto para proteínas e amilose, que não tiveram resultados significativos. O arroz integral apresentou maiores teores de matéria mineral (1,15%), fibra total (11,8%) e fibra insolúvel (8,93%). O arroz parboilizado apresentou maior teor de amido resistente (4,38%), e o arroz branco polido, maior quantidade de amido digestível (84,5%).

No estudo de Helbig *et al* (2008), o arroz parboilizado apresentou para as frações proteínas, lipídeos, cinzas e fibra bruta, em sua maioria, valores mais altos do que para o arroz branco polido, com aumento mais intenso para lipídeos e fibras nas amostras com baixo teor de amilose, ocorrendo o oposto com relação ao teor de carboidratos (Tabela 5). Foram observados resultados semelhantes em outro trabalho (AMATO *et al*, 2005), segundo as quais a parboilização resultou em maior retenção de proteínas, lipídeos, minerais e vitaminas, principalmente as do complexo B. No processo de parboilização ocorre a migração destes compostos periféricos para o interior do grão, além da menor quantidade de farelo retirada, que é uma fração rica nestes compostos, assegurando com isso um alimento de maior valor nutritivo ou mais saudável (HELBIG *et al*, 2008).

Tabela 5 - Efeito do processo de beneficiamento sobre a composição centesimal em amostras de arroz com teores alto, médio e baixo de amilose

Teor de amilose	Processo	Proteína (% bs)	Lipídeos (% bs)	Cinzas (% bs)	FB* (% bs)	CHOs** (% bs)
Alto	Convencional	8,58 <sup>Aa</sup>	0,47 <sup>Bd</sup>	0,62 <sup>Aab</sup>	1,34 <sup>Ab</sup>	88,99 <sup>Acd</sup>
Alto	Parboilização	9,18 <sup>Aa</sup>	0,72 <sup>Ad</sup>	0,57 <sup>Aab</sup>	1,37 <sup>Ab</sup>	88,16 <sup>Ad</sup>
Médio	Convencional	4,75 <sup>Bd</sup>	0,70 <sup>Bd</sup>	0,20 <sup>Bd</sup>	1,39 <sup>Ab</sup>	92,98 <sup>Aa</sup>
Médio	Parboilização	5,91 <sup>Ac</sup>	1,10 <sup>Ac</sup>	0,48 <sup>Ac</sup>	1,47 <sup>Ab</sup>	91,03 <sup>Bb</sup>
Baixo	Convencional	6,79 <sup>Ab</sup>	1,38 <sup>Bb</sup>	0,51 <sup>Bbc</sup>	1,39 <sup>Bb</sup>	89,93 <sup>Abc</sup>
Baixo	Parboilização	7,52 <sup>Ab</sup>	2,03 <sup>Aa</sup>	0,73 <sup>Aa</sup>	3,02 <sup>Aa</sup>	87,09 <sup>Be</sup>

Fonte: Helbig *et al* (2008).

O conteúdo de matéria mineral no arroz integral foi 1,7 vezes maior do que no parboilizado e 3,8 vezes maior do que no branco (STORCK *et al*, 2005) (Tabela 4). 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. No entanto, isso não significa maior disponibilidade de minerais no arroz integral, uma vez que os fitatos (ácido fítico) presentes neste tipo de grão diminuem a absorção desses minerais pelo

organismo. No caso da parboilização, as diferenças podem ser atribuídas ao fato de que minerais solúveis, presentes nas camadas externas, migrarem para o endosperma amiláceo, resultando em aumento nos valores destes componentes, o que melhora o valor nutricional dos grãos. 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 (*apud* STORCK *et al*, 2005, p.261).

Ainda no estudo de Storck, Silva e Comarella (2005), o conteúdo de fibra no arroz integral foi significativamente maior do que no arroz branco e no parboilizado, devido à menor remoção das camadas externas. O conteúdo de fibra total do arroz parboilizado também foi significativamente maior do que no branco, provavelmente devido à formação de amido resistente durante este processo. A fibra insolúvel do arroz integral, do mesmo modo, apresentou teores mais elevados do que nos demais processos; no entanto, a fibra solúvel foi distinta somente do arroz branco. O arroz branco e o parboilizado não mostraram diferenças significativas para fibra insolúvel e solúvel, apesar de o arroz parboilizado ter apresentado os teores dessas duas frações um pouco mais elevados (Tabela 4).

O trabalho de Storck, Silva e Comarella (2005) mostra também que o conteúdo de amilose não apresentou diferenças significativas entre os processamentos conforme era esperado, uma vez que suas variações são predominantemente influenciadas pelo genótipo (STORCK *et al*, 2005).

Vários fatores influenciam a formação de amido resistente. Durante o processamento e o armazenamento dos alimentos ocorrem mudanças na estrutura do amido, as quais afetam diretamente o conteúdo de amido resistente (*apud* HELBIG *et al*, 2008, p. 297).

Storck *et al* (2005) observaram que o arroz branco apresentou o maior conteúdo de amido digestível (84,5%) entre os diferentes processos. O conteúdo menor deste no arroz parboilizado (80,7%) pode ser explicado pela formação de amido

resistente durante a parboilização, conforme observado nos resultados obtidos (Tabela 4). O menor conteúdo de amido digestível no arroz integral (70,6%) é esperado, uma vez que as camadas externas estão em maior proporção em relação ao endosperma (*apud* STORCK *et al*, 2005, p.262).

Diferentemente de Storck, Silva e Comarella (2005), Pascual (2010) mostrou que os teores de amido resistente no arroz integral são muito baixos, em torno de 1,2 – 1,6%, e os maiores teores correspondem às cultivares de teores baixos e intermediários de amilose. Considerando o conjunto de nove cultivares de arroz integral que foram analisadas, a média geral de amido total e amido resistente foi de 82,5% e 1,5%, respectivamente. Portanto, com porcentagens muito baixas e pequenas diferenças entre os teores de amido resistente, o amido disponível foi alto para todas as cultivares de arroz, independentemente do teor de amilose e subespécie.

No trabalho de Pascual (2010) também foram observados os teores médios de amido total e amido resistente de nove cultivares de arroz integral após a parboilização. Os resultados foram de 81,7% e 1,6%, respectivamente, para o amido total e amido resistente, sem nenhuma diferença estatística em relação ao arroz integral, indicando que o processo de parboilização, ao menos nas condições empregadas, não interferiu na proporção entre as várias formas de amido.

Portanto, segundo o estudo de Pascual (2010), uma vez que os teores de amido resistente foram muito reduzidos, a disponibilidade do amido parece ser pouco afetada, tanto no arroz integral como no parboilizado integral, podendo ser considerados alimentos com elevado índice glicêmico.

Outro estudo (HELBIG *et al*, 2008) porém, relatou que o método de beneficiamento industrial interfere no teor de amido resistente: o processo de parboilização produziu aumento no teor de amido resistente do arroz (grãos crus) e esse aumento foi maior nos grãos de baixo teor de amilose. A cocção também proporcionou aumento do teor de amido resistente em arroz branco e no parboilizado com baixo teor de amilose (Tabela 6).

Tabela 6 - Efeitos da parboilização e da cocção sobre o teor de amido resistente em amostras de arroz com teores alto, médio e baixo de amilose

Teor de amilose	Processo	Amido resistente (%bs)	
		Grãos crus	Grãos cozidos úmidos
Alto	Convencional	0,75 ± 0,11	1,31 ± 0,24
Alto	Parboilização	2,33 ± 0,26	2,09 ± 0,15
Médio	Convencional	0,67 ± 0,24	1,37 ± 0,14
Médio	Parboilização	1,97 ± 0,24	2,01 ± 0,11
Baixo	Convencional	0,40 ± 0,03	1,56 ± 0,08
Baixo	Parboilização	1,71 ± 0,16	2,38 ± 0,15

Fonte: Helbig *et al* (2008).

A extensão do efeito do processamento nos alimentos pode ser explicada pelas modificações na estrutura do amido e da matriz proteica, que também interagem com lipídeos (*apud* HELBIG *et al*, 2008, p.299).

A taxa e extensão de digestão do amido no trato gastrointestinal são de grande importância, visto que podem afetar de forma significativa algumas respostas metabólicas, como os níveis de glicose e insulina (PASCUAL, 2010).

É possível estimar o índice glicêmico (IG) *in vivo* a partir dos valores de índice de hidrólise, e, segundo alguns autores, esse IG estimado apresenta uma boa correlação com modelos *in vivo* quando comparado aos dados expressos na Tabela Internacional de IG. Na Tabela 7 está expresso o IG médio estimado para as amostras de arroz estudadas, junto com o IG compilado da Tabela Internacional de Índice Glicêmico (*apud* PASCUAL, 2010, p.56).

Tabela 7 - Comparação do valor de índice glicêmico estimado e índice glicêmico compilado da Tabela Internacional de Índice Glicêmico

Formas de beneficiamento	IG estimado	IG tabelado
Integral	83,3 ± 5,9	79,0 ± 6,0
Parboilizado integral	83,1 ± 5,3	68,0 ± 6,0
Comercial integral	80,8 ± 2,8	79,0 ± 6,0
Comercial integral parboilizado	80,1 ± 1,7	68,0 ± 6,0
Comercial polido	93,2 ± 1,2	91,0 ± 9,0
Pão forma (alimento referência)	100	100

Fonte: Pascual (2010).

Observa-se que a porcentagem de IG estimada do arroz integral e do polido foram muito próximos aos compilados da Tabela Internacional de Índice Glicêmico. No entanto a diferença do IG entre o arroz integral e o parboilizado integral não foi observada no estudo de Pascual (2010). Os valores de IG estimados foram similares entre os grupos de arroz integral e parboilizado integral e, portanto, não confirmam as diferenças descritas na Tabela Internacional de índice Glicêmico. É possível que as condições brandas de temperatura, pressão e secagem no processo de parboilização empregadas no referido trabalho, não tenham alterado a estrutura do amido, de forma que pudesse afetar a liberação de glicose pelas enzimas amilolíticas utilizadas no sistema *in vitro*, não alterando com isso o IG em relação ao arroz integral.

A retenção de vitaminas e minerais é maior no arroz parboilizado polido do que no arroz polido, devido ao processo de beneficiamento, pois há migração de compostos da casca e do farelo para o interior do grão, o que implica no maior teor de vitaminas e minerais no arroz parboilizado polido do que nos grãos polidos (*apud* GALERA, 2006, p.6-7).

Avaliando-se individualmente os minerais, são observados comportamentos diferenciados. Estudos relatam maiores concentrações de potássio e fósforo no arroz parboilizado polido comparado ao branco polido, sem efeito na concentração de magnésio. Por outro lado, as concentrações de manganês, zinco e sódio são menores, indicando que os minerais apresentam diferentes padrões de migração durante a parboilização, afetando diferentemente sua concentração nos grãos.

Em relação ao arroz vermelho, os resultados dos teores de amido e amilose dos diferentes genótipos de arroz-vermelho estudados no trabalho de BOÊNO (2008) estão na Tabela 8.

Tabela 8 - Valores médios e desvio padrão para o teor de amido e amilose dos grãos das diferentes amostras de variedades de arroz-vermelho estudadas (% em base seca)

Genótipo de arroz-vermelho cru	Amido (%)	Amilose (%)
Tradicional	89,09 ± 0,94	26,05 ± 0,49 <sup>a</sup>
MNAPB0405	86,41 ± 1,26	25,73 ± 0,40 <sup>a</sup>
MNACE0501	81,67 ± 1,94	24,04 ± 0,18 <sup>a</sup>
MNACH0501	82,81 ± 1,81	14,62 ± 0,22 <sup>b</sup>

Fonte: Boêno (2008).

De acordo com a Tabela 8, percebe-se que a maioria das amostras apresentou teores de amilose intermediários (entre 23 e 27%), o que é desejado, por significar características ideais para pegajosidade e textura, apresentando grãos cozidos soltos e macios. Mas, considerando que as amostras estudadas são de arroz-vermelho, o normal é que elas apresentassem baixos valores de amilose, pois o arroz-vermelho tem como característica a formação de grãos pegajosos. Em laboratório, pode-se afirmar que as condições de cozimento foram definidas como para o cozimento de arroz integral tradicional, não pigmentado; o que pode revelar um produto cozido com comportamento culinário mais próximo daquele preconizado pelos métodos químicos e/ou físico-químicos indiretos de avaliação da qualidade de grão de arroz (BOÊNO, 2008).

Nesse estudo (BOÊNO, 2008), os valores médios da umidade total variaram de 9,39 a 10,36% para as amostras de arroz-vermelho cruas (Tabela 9). Os valores de umidade encontrados são próximos aos valores encontrados na Tabela 1 para o arroz polido cru, os quais variam entre 12 a 13,2% e integrais crus, os quais variam entre 12,0 a 12,2% (*apud* NAVES, 2007, p. 53.; TACO, 2011; TBCA-USP, 2008).

Tabela 9 - Valores médios e desvios padrão para umidade, extrato etéreo, cinza, proteína, fibra bruta dos genótipos de arroz-vermelho estudadas (% em base úmida)

Análise (%)	Genótipos de arroz-vermelho			
	Tradicional	MNA PB0405	MNA CE0501	MNA CH0501
Umidade	10,07 ± 0,39 <sup>a</sup>	10,10 ± 0,34 <sup>a</sup>	9,39 ± 0,12 <sup>a</sup>	10,36 ± 0,55 <sup>a</sup>
Extrato etéreo	1,44 ± 0,04 <sup>d</sup>	2,09 ± 0,07 <sup>a</sup>	1,81 ± 0,05 <sup>b</sup>	1,62 ± 0,05 <sup>c</sup>
Cinza	0,94 ± 0,21 <sup>a</sup>	0,96 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,05 ± 0,03 <sup>a</sup>	1,19 ± 0,01 <sup>a</sup>
Proteína	6,95 ± 0,11 <sup>a</sup>	6,21 ± 0,43 <sup>a</sup>	6,49 ± 0,41 <sup>a</sup>	7,02 ± 0,51 <sup>a</sup>
Fibra bruta	2,23 ± 0,15 <sup>b</sup>	2,95 ± 0,05 <sup>a</sup>	2,89 ± 0,10 <sup>a</sup>	2,67 ± 0,29 <sup>ab</sup>

Fonte: Boêno (2008).

Quanto à proteína presente nas amostras analisadas (Tabela 9), os níveis variaram entre 6,21 a 7,02%. Os valores médios de proteína observados estão semelhantes aos teores encontrados na Tabela 1 para o arroz polido cru, os quais variaram de 6,7 a 7,2%, porém estão um pouco abaixo dos valores encontrados para o grão integral cru (7,3 a 8,1%) (*apud* NAVES, 2007, p. 53.; TACO, 2011; TBCA-USP, 2008). Entre as variedades de arroz vermelho também são encontradas diferenças expressivas em relação ao teor de proteína, que pode variar entre 5% e 13% em função das diferenças varietais (*apud* SOARES *et al*, 2009).

As variedades de arroz vermelho se sobressaem em relação ao arroz branco, em conteúdos de ferro e zinco, especialmente na forma de grão polido ou semipolido (PEREIRA *et al*, 2009) (Tabela 10).

Tabela 10 - Teores médios de ferro e zinco em variedades de arroz de pericarpo branco e de pericarpo vermelho

Tipo de arroz	Fe	Zn
Arroz integral (mg/kg)	14,50	22,77
Arroz vermelho (integral) (mg/kg)	16,04	27,06
Arroz branco polido (mg/kg)	5,12	16,66
Arroz vermelho (polido) (mg/kg)	9,68	23,24

Fonte: Pereira *et al* (2009).

O ferro e o zinco merecem destaque pelo papel relevante que desempenham na nutrição e na saúde dos indivíduos. Na forma de grão polido, os valores de

referência para ferro e zinco, respectivamente, são de 3 mg/kg e 18 mg/kg (CORREA *et al*, 2008). No estudo de Pereira *et al* (2009), os valores médios para o ferro e o zinco, foram, respectivamente, de 5,12 mg/kg e 16,66 mg/kg. Já as variedades de arroz vermelho apresentaram, em média, 9,68 mg/kg de ferro, ou seja, quase o dobro dos teores de ferro do arroz branco (5,12 mg/kg). Fato semelhante se verificou em relação ao elemento zinco, uma vez que o grupo de variedades de arroz vermelho (23,24 mg/kg) destacou-se das variedades de arroz branco (16,66 mg/kg), indicando que o arroz vermelho pode representar uma excelente alternativa para o combate à subnutrição, em especial junto a populações carentes que têm no arroz o produto básico da sua dieta alimentar (Tabela 10).

É importante registrar a redução dos teores de ferro e de zinco nos grãos, principalmente do elemento ferro, com o processo de polimento do arroz. Na Tabela 10 observa-se que a redução média do ferro foi de 9,38 mg/kg para o arroz branco e de 6,36 mg/kg para o arroz vermelho. Para o micronutriente zinco, a redução média foi de 6,11 mg/kg para o arroz branco e de 3,82 mg/kg para o arroz vermelho (PEREIRA, 2009). Como observado por Bassinello *et al* (2008), os resultados sugerem que o mineral ferro, por se localizar nas camadas externas do grão do arroz, sofre maior efeito do polimento do que o zinco, já que este se encontra mais no interior do grão.

A película que envolve o grão do arroz integral preto (farelo) é rica em carboidratos, óleos, proteínas, compostos fenólicos, fibras, cobalto, vitaminas A, B1, B2, B6, B12, niacina, ácido nicotínico, ácido pantotênico, pró-vitaminas C e E (BASSINELLO *et al*, 2008). As características do grão de arroz preto estão descritas na tabela 11.

**Tabela 11 - Características do grão de arroz preto**

cor do pericarpo	preto
comprimento médio do grão (mm)	5,51
largura média do grão (mm)	2,75
espessura média do grão (mm)	1,87
relação comprimento/largura	2,01
peso médio de 100 grãos (g)	2,55
classe	médio
rendimento médio de grãos inteiros (%)	68
teor médio de amilose (%)	19,3
temperatura de gelatinização	baixo

Fonte: Arroz Preto Ruzene (2012).

Comparado ao arroz polido e integral, o arroz preto possui mais proteínas e fibras, dez vezes mais compostos fenólicos (antioxidantes), além de maciez, aroma e sabor acastanhados, apresentando valor calórico inferior (Tabela 12). Durante o beneficiamento do grão os produtores observam perdas de 25 a 35%, por isso deve ser consumido na forma integral (BASSINELLO *et al*, 2008).

É um alimento de excelentes qualidades nutricionais. Comparado ao arroz integral tradicional, o arroz preto o supera em quantidade de proteínas, de fibras e de carboidratos, além de ter menor valor calórico total e menor teor de gordura (Tabela 12). O arroz polido tem uma vida de prateleira maior que aquela do arroz integral porque durante o seu processamento é retirado o farelo com germe, diminuindo significativamente seu teor de gordura e, assim, diminuindo a possibilidade de oxidação. O arroz preto, por apresentar um teor intermediário de gordura, pode ser armazenado por um período maior do que o arroz integral tradicional (BASSINELLO *et al*, 2008).

Tabela 12 - Composição química do arroz preto comparado ao arroz tradicional integral e polido

<b>Produto (base seca)</b>	<b>Arroz integral</b>	<b>Arroz polido</b>	<b>Arroz preto (IAC-600)</b>	<b>Arroz preto (CNA10887)</b>
Valor calórico (kcal)	404	367	395	388
Proteína (%)	8,3 – 9,6	7,3 – 8,2	10,7	9,56
Gordura (%)	1,9 – 3,2	0,3 – 0,6	1,83	2,94
Fibra (%)	0,7 – 1,1	0,2 – 0,6	2,2	5,1
Cinza (%)	1,1 – 1,7	0,3 – 0,9	1,4	1,64
Carboidrato (%)	85 – 88	77 – 89	83,9	80,77
Composto fenólico (mM trolox/g)	91,8	-	906	-
Ferro (mg/100g)	1,0	0,7	-	1,39

Fonte: Bassinello *et al* (2008).

A linhagem CNA10887 (arroz preto testado pela EMBRAPA) apresentou aproximadamente 10% de proteína, superior a do arroz integral tradicional, que apresentou média entre 7-8%, e do arroz branco polido cujo teor médio ficou entre 6-7%. Em relação à quantidade de fibras, o arroz preto também se mostra superior, uma vez que tem, em média, aproximadamente 5% de fibra alimentar, contra 1,4% do arroz integral e 0,3% do arroz polido, o que torna a absorção de nutrientes mais lenta e a glicemia, equilibrada (BASSINELLO *et al*, 2008).

Quanto aos minerais, a linhagem CNA10887 apresentou em média 1,4mg de ferro/100g de arroz e 2,5mg de zinco/100g de arroz preto, valores superiores, se comparados com o arroz integral que possui 1,0mg de ferro/100g de arroz e 1,3mg de zinco/100g de arroz e o arroz branco polido com 0,7mg de ferro/100g de arroz e 1,3mg de zinco/100g de arroz (BASSINELLO *et al*, 2008). Os resultados obtidos para a cultivar CNA10887 aproximaram-se daqueles publicados para a cultivar de arroz preto (IAC 600), desenvolvido pelo Instituto Agrônômico de Campinas, que possui 9,7% de proteína, 2% de fibra, baixo teor de amilose (19,3%) e baixa temperatura de gelatinização (ARROZ PRETO RUZENE, 2012).

### 3.4. ARROZ: CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E FISIOLÓGICAS

O arroz é uma excelente fonte de energia, devido à alta concentração de amido, fornecendo também proteínas, vitaminas e minerais, e possui baixo teor de lipídios, constituindo alimento importante para o equilíbrio alimentar e nutricional de dietas saudáveis (WALTER *et al*, 2008). Além disso, o arroz pode ser consumido diariamente sob várias formas de preparo, em pratos doces e salgados, e associado aos mais diversos tipos de alimentos como carnes, ovos, leguminosas e hortaliças (NAVES *et al*, 2004). E, ainda, levando em consideração seu consumo habitual, é de grande importância na dieta de grande parte da população e sua qualidade nutricional contribui para a nutrição humana (WALTER *et al*, 2008). Comparativamente tem teor de amido superior ao do trigo (69-76%) e do milho (70-75%) (*apud* HELBIG *et al*, 2008, p. 298).

O arroz polido tem menor teor de micronutrientes devido aos processos de descascamento e polimento, onde são perdidas parte das vitaminas, minerais e fibras dietéticas (WHFOODS, 2009). Porém, é o tipo de arroz mais aceito pelo consumidor, pois possui um sabor neutro que permite melhor combinação com outros alimentos (AMATO *et al*, 2005).

O arroz integral é mais nutritivo em relação ao polido, porém é menos consumido devido, principalmente, ao seu sabor diferenciado e sua reduzida vida de prateleira (BARATA, 2005).

O perfil de aminoácidos das proteínas do arroz atende às necessidades de aminoácidos essenciais de indivíduos adultos, porém não supre as necessidades de aminoácidos de pré-escolares segundo o padrão FAO/OMS/ONU. Porém, o arroz quando consumido com leguminosas, como é o caso da mistura arroz com feijão, se torna fonte de proteína com melhor qualidade nutricional, pois passa a atender às necessidades de aminoácidos de indivíduos de todas as idades, com exceção de lactentes (crianças de até um ano de idade). A melhora no valor nutritivo ocorre porque os níveis dos aminoácidos limitantes em cada proteína (do cereal e da leguminosa) são corrigidos na mistura. Assim, o arroz constitui-se em fonte de proteína de boa qualidade quando complementado com quantidades

similares de proteínas de leguminosas ou com quantidades menores de proteínas de origem animal (*apud* NAVES, 2007, p. 55-56).

Os polissacarídeos não digeridos pelas enzimas do trato gastrintestinal, como a celulose, hemicelulose, amido resistente e pectinas, fazem parte da fração fibra alimentar. No arroz, esta fração está concentrada nas camadas externas do grão e diminui em direção ao centro, resultando em baixa concentração no arroz polido (PASCUAL, 2010).

No trabalho de STORCK *et al*, 2005, o tipo de beneficiamento do grão de arroz influenciou a composição nutricional dos cultivares de arroz. O arroz integral apresentou teores de fibra e de minerais significativamente mais elevados do que o arroz branco e o parboilizado. O conteúdo de fibra foi significativamente maior devido à menor remoção das camadas externas, sendo que a fibra insolúvel do arroz integral apresentou teores mais elevados de que nos demais processos.

Por outro lado, a parboilização, comparada ao arroz branco, aumentou os teores de matéria mineral e amido resistente. O conteúdo de fibras totais do arroz parboilizado também foi significativamente maior provavelmente devido à formação de amido resistente durante este processo (STORCK *et al*, 2005).

Pesquisas indicam que o arroz integral, além da vitamina E e do gama-orizanol, contém um largo espectro de compostos fenólicos, que complementam aqueles consumidos por meio de frutas e vegetais (*apud* MASSARETTO, 2009, p.8.).

Os principais compostos fenólicos do arroz não-pigmentado são os ácidos fenólicos; nos genótipos pigmentados, além dos ácidos fenólicos, são encontrados compostos polifenólicos como os flavonoides. Estas substâncias têm recebido atenção pelos seus potenciais efeitos biológicos benéficos para a saúde humana (*apud* MASSARETTO, 2009, p.8-9).

O ácido fítico é uma forma de armazenamento de fósforo, constituindo aproximadamente 70% do conteúdo desse mineral em sementes. O teor é maior nas camadas externas do grão (aproximadamente 88%), estando associado

principalmente à camada de aleurona. Dessa forma, o polimento resulta em redução significativa da sua concentração. Devido a sua capacidade quelante, historicamente o ácido fítico tem sido considerado um composto anti nutricional, contribuindo para a menor absorção de vários minerais importantes, como cálcio, ferro e zinco, podendo provocar deficiências. Entretanto, pesquisas têm demonstrado que esse composto pode auxiliar na manutenção da saúde por sua capacidade de quelar o ferro, o qual participa de reações oxidantes, tendo assim efeito antioxidante. O ácido fítico também tem sido relacionado à redução nos riscos de desenvolvimento de diferentes tipos de câncer devido a sua ação antioxidante, redução da proliferação celular, indução à diferenciação celular, e à apoptose. Estudos também relatam também a redução de lipídios no soro e no fígado e dos níveis sanguíneos de glicose em ratos diabéticos, podendo assim auxiliar no controle do diabetes (*apud* PASCUAL, 2010, p. 26).

### 3.5. CARACTERÍSTICAS CULINÁRIAS E TECNOLÓGICAS

O teor de amilose é o principal determinante da capacidade de aglutinação dos grãos e constitui uma variável de grande interesse no processamento e tecnologia em geral do arroz (*apud* NAVES, 2007, p. 52). No estudo de Pereira *et al* (2009), com exceção de uma variedade de arroz de pericarpo branco, cujo conteúdo (21%) foi considerado baixo, as outras variedades de arroz branco apresentaram teores de amilose entre intermediários (23% a 27%) e altos (> 27%). Por sua vez, excetuando-se também uma variedade de arroz de pericarpo vermelho, que teve um baixo teor (15%), as variedades de arroz vermelho apresentaram valores intermediários de amilose (23% a 27%), indicando que têm grãos pouco aquosos, soltos e macios, mesmo após o resfriamento (PEREIRA *et al*, 2009).

O padrão de arroz branco para o consumidor brasileiro são as variedades com intermediário teor de amilose, pois resulta em grãos com menor adesividade e relativa dureza em relação à textura, que são características de qualidade valorizadas pelos consumidores. Sendo assim, as variedades 'SCS BRS Tio Taka', 'BRS Formoso', 'BRA 02655' e 'CNA 10754' atendem às exigências do consumidor brasileiro em relação ao arroz branco, enquanto, em se tratando do

arroz vermelho, somente a variedade 'MNA CH 0501', pela tendência de empapamento (baixo teor de amilose), contemplaria o mercado consumidor de arroz vermelho (*apud* PEREIRA *et al*, 2009, p.246).

Ao se comparar o arroz branco e o vermelho, os resultados do estudo de PEREIRA *et al* (2009) revelaram uma diferença marcante no tempo de cocção entre esses dois tipos de arroz. Nas variedades pertencentes ao grupo de arroz branco, o tempo para cocção variou de 19 minutos a 25 minutos, ao passo que no arroz vermelho a variação foi de 35 a 41 minutos. Verificou-se uma relação direta entre tempo para cocção e temperatura de gelatinização, como, aliás, era de se esperar, ficando demonstrado que as variedades de arroz vermelho requerem mais tempo e água e, conseqüentemente, mais energia para cozinhar do que as de arroz branco (PEREIRA *et al*, 2009).

O fenômeno de gelatinização também é importante numa cultivar de arroz, responsável pelas características funcionais do amido determinadas pela temperatura e pelo tempo para o cozimento dos grãos. Ela se refere à faixa de temperatura (55°C a 79°C) na qual 90% dos grânulos de amido são gelatinizados. Quando uma cultivar de arroz apresenta alta temperatura de gelatinização significa que os seus grãos requerem mais água e mais tempo para cozinhar, enquanto grãos com temperatura de gelatinização intermediária (a desejada nacionalmente) e baixa requerem menos tempo e água para o cozimento (*apud* PEREIRA *et al*, 2007, p.44-45).

No trabalho de Boêno (2008), dois tipos de genótipos de arroz vermelho apresentaram características de faixas de temperatura de gelatinização alta (74 a 80°C) a intermediária (69 a 73°C) e outros dois apresentaram faixas de alta temperatura de gelatinização (74 a 80°C). Nenhuma amostra obteve faixa de temperatura de gelatinização baixa (Tabela 13).

Tabela 13 - Faixa de temperatura de gelatinização dos diferentes genótipos de arroz-vermelho cru

Genótipo de arroz-vermelho cru	T.G. (°C)
Tradicional	69 a 80
MNAPB0405	74 a 80
MNACE0501	69 a 80
MNACH0501	74 a 80

Fonte: Boêno (2008).

Sobre o efeito do cozimento na fração de fibras alimentares e de amido resistente, a cocção proporcionou aumento do teor de amido resistente no arroz branco e no parboilizado de baixo teor de amilose, mas não houve interferência da cocção na formação do amido resistente no arroz de médio e alto teor de amilose. O cozimento do arroz branco e a parboilização têm como característica comum promover gelatinização e retrogradação do amido. Estes fenômenos sequenciais permitem um rearranjo das moléculas, com a desestruturação dos grânulos de amido, gerando uma massa homogênea que ao resfriar-se perde água e apresenta interação bastante forte entre as moléculas, o que impede em certas regiões o acesso de enzimas amilolíticas, formando assim o amido resistente (*apud HELBIG et al, 2008, p.299.*). A diferença de comportamento nas amostras de arroz de baixa amilose para as amostras de médio e de alto conteúdo pode ser decorrente das diferentes interações entre amido, proteínas e gorduras, principalmente essas últimas, pois as amostras de baixa amilose apresentaram quase o dobro do conteúdo de lipídeos das demais (*HELBIG et al, 2008*).

O comportamento do amido resistente durante o armazenamento tem sido estudado, sendo os resultados bastante controversos, pois são vários os fatores envolvidos como o teor de amilose, a temperatura de armazenamento e a umidade dos géis (*HELBIG et al, 2008*).

O teor de amido resistente no arroz parboilizado cru diminui com o aumento do tempo de armazenamento, havendo tendência de estabilização em tempo mais

curto em arroz com alto e médio teor de amilose do que no de baixo. Este fenômeno é devido a uma maior dificuldade de retrogradação da amilopectina, componente que estas amostras apresentam em proporção oposta aos teores de amilose (HELBIG *et al*, 2008). A retrogradação da amilose é um processo rápido, ao contrário da retrogradação da amilopectina que é um processo lento. Assim, é possível que a formação do amido resistente em função do tempo de armazenamento seja controlada também pela amilopectina (*apud* HELBIG *et al*, 2008).

Esses resultados têm grande importância tecnológica, mas podem indicar relevância maior para a área da saúde. Reduções dos teores de amido resistente, mais acentuadas até dois meses após a parboilização, devem ser mais investigadas especialmente em dietas destinadas a diabéticos. Isso pode levar a uma mudança de comportamento das indústrias, que em geral utilizam entre 10 e 12 meses como prazo de validade do arroz parboilizado lançado no mercado (HELBIG *et al*, 2008).

Em relação ao arroz integral, somente um trabalho avaliando o efeito do cozimento nos teores de fenólicos foi encontrado na literatura. Finocchiaro *et al* (2007) analisaram dois genótipos, um não-pigmentado e outro pigmentado (pericarpo vermelho), antes e após o cozimento. Os teores dos ácidos ferúlico e sinápico foram significativamente reduzidos com o cozimento, tanto na amostra pigmentada como na não-pigmentada. Faltam dados a respeito do efeito do cozimento sobre os fenólicos solúveis e insolúveis em diferentes genótipos de arroz pigmentado e não-pigmentado (MASSARETTO, 2009).

O arroz de pericarpo vermelho contém, além de ácidos fenólicos, proantocianidinas presentes como fenólicos solúveis e estes compostos são muito afetados pelo processamento térmico. Finocchiaro *et al* (2007), citados acima, quantificaram os teores de proantocianidinas em uma variedade de arroz vermelho, antes e após o cozimento. Esses teores foram reduzidos em 96% no arroz cozido quando a água de cozimento era descartada no final do processo e 70% quando a água era totalmente absorvida pelo arroz. Portanto, mesmo com o aproveitamento total da água, processo comum durante o cozimento do arroz e

adotado no referente trabalho, a perda do principal composto fenólico do arroz pigmentado é bastante significativa. Assim, de forma geral, pode-se afirmar que a pigmentação do pericarpo do grão, e o cozimento do arroz influenciam os teores de fenólicos solúveis.

Na Figura 7 encontram-se os valores médios dos teores de fenólicos solúveis de quatro grupos de amostras de arroz integral (arroz pigmentado cru, pigmentado cozido, não-pigmentado cru e não-pigmentado cozido) do trabalho de Massaretto (2009). O teor médio do grupo pigmentado cru foi 6 vezes maior em relação ao não-pigmentado cru. Com o cozimento, houve redução média de 42% dos fenólicos solúveis nos genótipos não-pigmentados. E ainda mais expressiva foi a redução ocorrida nos genótipos pigmentados, com uma redução de 83% (MASSARETTO, 2009).

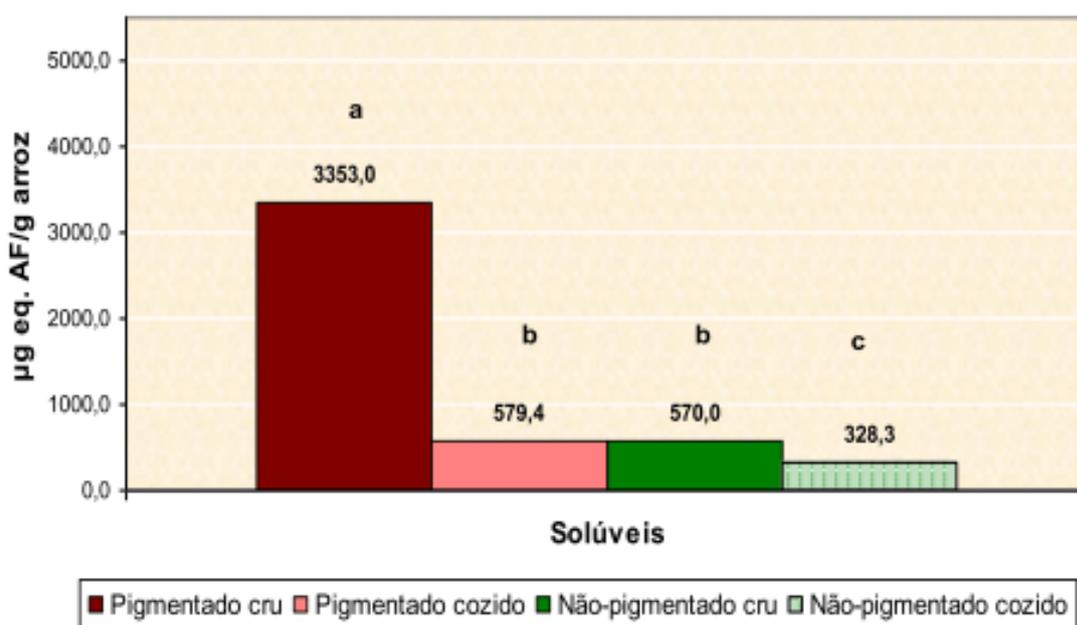


Figura 7 - Teores médios de fenólicos solúveis nos grupos pigmentado e não-pigmentado, antes e após o cozimento

Para os fenólicos insolúveis o cozimento também mostrou ter um efeito importante, porém, ao contrário do que ocorreu com os solúveis, o cozimento levou ao aumento dos fenólicos insolúveis, principalmente nas amostras pigmentadas (MASSARETTO, 2009).

Na Figura 8 são apresentados os teores médios de fenólicos insolúveis dos mesmos quatro grupos avaliados no trabalho de Massaretto (2009). No grupo

pigmentado cru, o teor médio foi duas vezes maior e significativamente diferente do grupo não-pigmentado cru. Neste caso, o valor mais elevado nas amostras pigmentadas cruas pode ter sido eventualmente devido à presença de proantocianidinas que ainda ficaram retidas na matriz mesmo após repetidas extrações. Com o cozimento, os teores de fenólicos insolúveis nos genótipos não-pigmentados tiveram um aumento e nos genótipos pigmentados também, porém esse aumento foi bem maior (MASSARETTO, 2009).

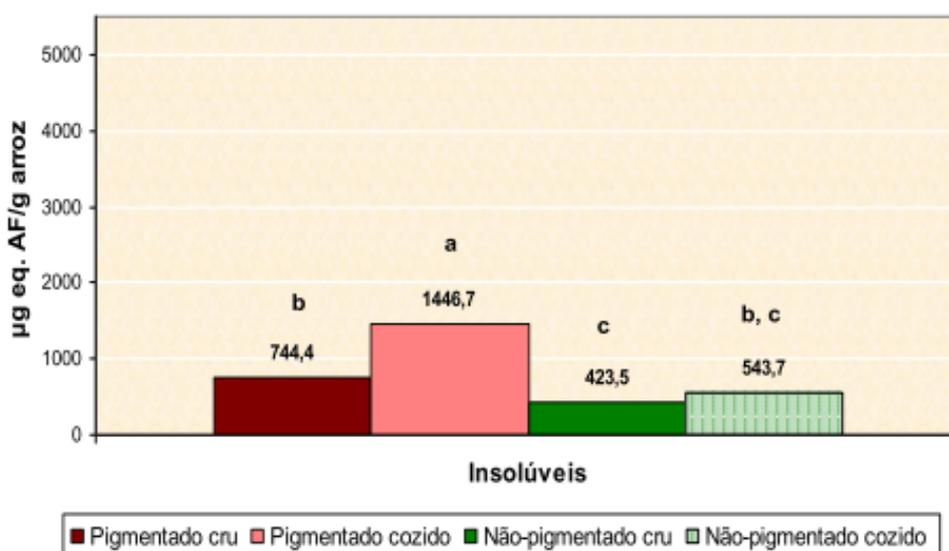


Figura 8 - Teores médios de fenólicos insolúveis nos grupos pigmentado e não-pigmentado, antes e após o cozimento

Estes dados reforçam a hipótese de que o cozimento provoca alterações complexas na estrutura dos compostos fenólicos. Especialmente os genótipos com pericarpo vermelho são mais afetados. A redução expressiva dos fenólicos solúveis e o aumento significativo dos fenólicos insolúveis reforçam a ideia de que ocorre uma interação dos fenólicos solúveis com outros componentes da matriz, especialmente proteínas (MASSARETTO, 2009).

Os teores de fenólicos totais (soma dos fenólicos solúveis e insolúveis) presentes no arroz integral são influenciados pela pigmentação do pericarpo e pelo cozimento do arroz. Nas amostras cruas a pigmentação determina maiores teores de fenólicos totais e o cozimento provoca a redução principalmente nas amostras pigmentadas, devido à grande redução ocorrida nos fenólicos solúveis (MASSARETTO, 2009).

O arroz preto cru apresentou teores de fenólicos, solúveis e insolúveis, superiores à média das amostras de pericarpo vermelho, embora algumas amostras vermelhas tenham apresentado conteúdos similares ou superiores (MASSARETTO, 2009).

O arroz preto apresentou comportamento diferente em relação às amostras de pericarpo vermelho, quando foi avaliado o efeito do cozimento sobre os teores de fenólicos. O cozimento do arroz preto reduziu os fenólicos solúveis em 51%, enquanto nas amostras do grupo pigmentado vermelho a redução foi muito maior, em média 83%. Os fenólicos insolúveis do arroz preto sofreram redução de 29%, enquanto que no grupo vermelho houve um aumento de 94% com o cozimento (MASSARETTO, 2009). A Figura 9 apresenta os resultados descritos:

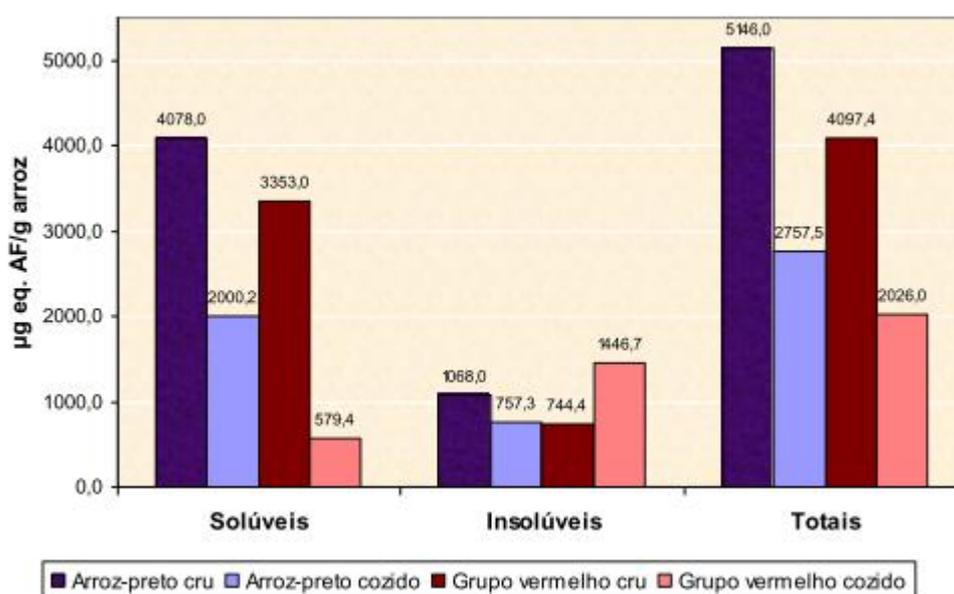


Figura 9 - Efeito do cozimento nos teores de fenólicos totais de genótipos pigmentados (vermelho e preto)

Em relação aos fenólicos totais, portanto, as perdas foram semelhantes, sendo de 46% para o arroz preto e de 50% para o grupo de arroz pigmentado vermelho (MASSARETTO, 2009).

Com o cozimento, a proporção entre fenólicos solúveis:insolúveis no arroz preto foi pouco alterada, enquanto que no arroz de pericarpo vermelho a alteração foi significativa (MASSARETTO, 2009).

Estes resultados parecem indicar que os fenólicos solúveis do arroz preto são mais resistentes ao cozimento do que os das amostras de pericarpo vermelho. Presume-se que os fenólicos do arroz preto apresentem um potencial maior de serem absorvidos pelo organismo do que os dos genótipos de arroz com pericarpo vermelho, pois são constituídos majoritariamente por fenólicos solúveis além de apresentar maior teor de fenólicos totais (MASSARETTO, 2009).

Arroz polido: basicamente fonte de carboidratos e proteínas.

Arroz integral: fonte de carboidratos, proteínas, lipídeos, fibras, vitaminas do complexo B, minerais e compostos fenólicos.

Arroz parboilizado: fonte de carboidratos, proteínas, fibras, vitaminas do complexo B e minerais.

Arroz vermelho e preto: fonte de carboidratos, proteínas, fibras, vitaminas do complexo B, minerais como o ferro e o zinco, compostos fenólicos e compostos polifenólicos como os flavonoides.

Apesar do arroz integral, vermelho e preto possuírem compostos fenólicos, o cozimento provoca alterações complexas na estrutura desses compostos, o que reduz o teor desses componentes.

Os genótipos com pericarpo vermelho são mais afetados em relação ao arroz não-pigmentado. Os teores de fenólicos totais presentes no arroz integral (não-pigmentado) são influenciados pela pigmentação do pericarpo e pelo cozimento do arroz. Nas amostras cruas o arroz vermelho apresentou maiores teores de fenólicos totais, mas o cozimento provocou a redução principalmente nas amostras de arroz vermelho (MASSARETTO, 2009).

Em relação aos fenólicos totais do arroz vermelho e preto, as perdas pela cocção foram semelhantes, sendo de 46% para o arroz preto e de 50% para o grupo de arroz pigmentado vermelho, porém, o arroz preto apresenta maior teor de fenólicos totais. Os resultados parecem indicar que os fenólicos solúveis do arroz

preto são mais resistentes ao cozimento do que os de arroz vermelho. Presume-se que os fenólicos do arroz preto apresentem um potencial maior de serem absorvidos pelo organismo do que os dos genótipos de arroz vermelho (MASSARETTO, 2009).

### 3.6. ARROZ: INDICAÇÕES DIETÉTICAS PARA AS TERAPIAS NUTRICIONAIS DE INDIVÍDUOS SADIOS E ENFERMOS

A diversidade nas variações de uso do arroz são interessantes para a alimentação, devido às diferenças nas características nutricionais e fisiológicas, podendo-se utilizar esse alimento com diferentes fins na dieta (WALTER *et al*, 2008).

Uma das principais características relacionadas à resposta metabólica ao arroz, como já foi mencionado, é a relação amilose:amilopectina. O conteúdo de amilose do arroz é o fator mais importante de qualidade e que mais influencia a preferência do consumidor. Está diretamente relacionado com o volume de expansão e absorção de água durante o cozimento e com a dureza e brancura do arroz cozido (STORCK *et al*, 2005). Um estudo mostrou 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. 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 (*apud* STORCK *et al*, 2005, p.262).

O índice glicêmico depende da velocidade de digestão e absorção dos carboidratos da dieta, as quais são determinadas pelas suas características físicas e químicas. Alimentos com baixo grau de gelatinização do amido ou aqueles que contêm altos níveis de fibras solúveis, apresentam velocidade de digestão mais lenta e, portanto, índice glicêmico mais baixo. Outro fator importante de influência no índice glicêmico é a relação de amilose/amilopectina presente nos amidos. Quanto maior for esta relação menor será o índice

glicêmico, isso pelo fato da amilose ter uma estrutura compacta e dessa forma as reações enzimáticas se processam mais lentamente, ao contrário da amilopectina que possui estrutura ramificada, mais exposta ao ataque enzimático e facilmente digerida (PORTUGAL, 2007).

O amido resistente, juntamente com os polissacarídeos não amiláceos (celulose, hemicelulose e pectina) e os oligossacarídeos resistentes (frutooligosacarídeos e inulina) são considerados como carboidratos não glicêmicos (ENGLYST e ENGLYST, 2005). O amido resistente contribui para a redução do índice glicêmico dos alimentos, proporcionando menor resposta glicêmica e, conseqüentemente, menor resposta insulínica. Desta forma, pode melhorar o controle metabólico do diabetes, principalmente do tipo 2. Além disso, a não digestão do amido resistente no intestino delgado permite que esses carboidratos alcancem o intestino grosso e sejam fermentados pelas bactérias colônicas, produzindo ácido graxos de cadeia curta (acetato, propionato e butirato) (FUENTES-ZARAGOZA *et al*, 2010; HAUB *et al*, 2010).

Os ácidos graxos produzidos, principalmente o butirato, são absorvidos através da mucosa intestinal e utilizados como substratos energéticos pelos colonócitos, além de exercerem efeito trófico sobre a mucosa intestinal (HAMER *et al*, 2008). Em função desse efeito no organismo, o amido resistente foi considerado pelo Institute of Medicine (IOM, 2005) como fibra funcional, a qual consiste de carboidratos que, quando isolados, exercem efeito benéfico ao indivíduo.

No estudo de Storck, Silva e Comarella (2005), os teores de amido resistente foram afetados pelo tipo de processamento. O conteúdo de amido resistente no arroz parboilizado foi maior do que no integral, e este foi maior do que no branco. O principal efeito fisiológico do amido resistente 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 de aparelho digestivo e hiperlipidemia. Estudo mostra que o amido resistente, proveniente do arroz, exerce maior potencial quando comparado com o do milho para controlar algumas complicações, tais como a hiperlipidemia (*apud* STORCK *et al*, 2005, p. 262).

A literatura é unânime em afirmar que o arroz branco polido é um alimento altamente digerível, entretanto vários fatores, como proporção amilose:amilopectina e o processamento, parecem afetar sua digestibilidade. De uma maneira geral, acredita-se que a parboilização reduza a resposta glicêmica do arroz devido às mudanças físico-químicas nos grânulos de amido. Contudo, poucos estudos têm investigado este tópico e os resultados existentes não são uniformes, pois alguns autores reportam um decréscimo significativo no IG enquanto outros relatam não haver alterações com esse tipo de processamento (*apud* PASCUAL, 2010, p.16.). O Quadro 1 ilustra esta controvérsia em estudos realizados *in vivo* e *in vitro*.

Quadro 1 - Dados da literatura que descrevem o efeito da parboilização do arroz sobre o índice glicêmico

Trabalhos	Nºamostras	Altera IG	Não altera IG
Wolever <i>et al</i> , 1986 (ensaio <i>in vivo</i> )	n=6	Diminui o IG Arroz não parboilizado IG=83 Arroz parboilizado IG=67	
Brand-Miller <i>et al</i> , 1992 (ensaio <i>in vivo</i> )	n=20	Aumenta o IG Arroz não parboilizado IG=76 Arroz parboilizado IG=87	
Casiraghi <i>et al</i> , 1993 (ensaios <i>in vivo</i> e <i>in vitro</i> )	n=3	Diminui o IG A dureza do grão parboilizado reduz a susceptibilidade à hidrólise enzimática.	
Tetens <i>et al</i> , 1997 (ensaio <i>in vitro</i> )	n=22	Diminui o IG Dependendo da severidade do processo de parboilização (alta pressão e temperatura de secagem)	Não houve alteração no IG em amostras parboilizadas em condições brandas.
Larsen <i>et al</i> , 2000 (ensaio <i>in vivo</i> )	n=3	Diminui o IG Houve diminuição do IG em amostras que foram parboilizadas severamente (alta temperatura e pressão).	Não houve alteração no IG em amostras parboilizada em condições brandas.
Larsen <i>et al</i> , 1996 Korach-André <i>et</i> <i>al</i> , 2004 (ensaios <i>in vivo</i> )	n=4 n=8	Diminui o IG As amostras tinham alto teor de amilose. Alegam ter ocorrido interação amilose- lipídeos.	
Helbig <i>et al</i> , 2008 (ensaios <i>in</i> <i>vivo</i> )	n=3		Não houve alteração no IG em arroz parboilizado.

Fonte: *apud* Pascual (2010, p.17).

Jung *et al* (2009) testaram a hipótese de que o arroz cru (que tem nível relativamente baixo de gelatinização) poderia resultar em menor resposta nos metabolismos glicêmico e insulinêmico em comparação com arroz cozido. Em suma, o arroz em pó cru que era menos gelatinizado que o arroz cozido, induziu menores respostas glicêmica pós-prandial e insulinêmica.

Em relação à fibra alimentar, sua concentração é maior nas camadas externas do grão de arroz e diminui em direção ao centro, resultando em baixa concentração nos grãos submetidos ao polimento (arroz branco e parboilizado polido). A fibra alimentar, por não ser digerida, torna-se disponível para fermentação pela microflora no intestino grosso, com diferentes efeitos no organismo. O maior consumo de fibra na dieta tem sido associado à redução na pressão arterial, na concentração de colesterol total, colesterol LDL e triglicerídeos, e ao controle da glicose sanguínea, auxiliando na prevenção e no controle de algumas doenças crônicas, como diabetes e doenças cardiovasculares. Entretanto, pesquisadores relatam que, em alguns casos, a fibra pode prejudicar a absorção de minerais devido a sua capacidade de ligação e/ou sequestro destes (*apud* WALTER, 2008, p. 1186).

As fibras alimentares, de maneira geral, evitam a formação de resíduos tóxicos que poderiam causar fermentação excessiva (flatulência) ou prisão de ventre, evita também transtornos metabólicos e dos órgãos, que poderiam levar à obesidade, degeneração celular ou doenças malignas. Além disso, promove melhoria na função celular, no fluxo sanguíneo, na oxigenação dos tecidos e do cérebro, harmonizando as funções dos órgãos internos (ARROZ PRETO RUZENE, 2012).

Pesquisas indicam que o arroz integral, além da vitamina E e do gama-orizanol, contém um largo espectro de compostos fenólicos, que complementam aqueles consumidos por meio de frutas e vegetais (*apud* MASSARETTO, 2009, p.8.).

Os tocoferóis e tocotrienóis, homólogos da vitamina E, apresentam potente ação antioxidante e desempenham um papel importante na prevenção de doenças

crônico-degenerativas, doenças cardiovasculares e também atuam na prevenção do aparecimento de alguns tipos de tumores (*apud* MASSARETTO, 2009, p.8.).

O gama-orizanol, por sua vez, não é uma substância única e sim uma mistura de ácidos ferúlicos esterificados com esteróis ou álcoois triterpênicos. Um dos mais divulgados benefícios à saúde, associado ao gama-orizanol, é sua ação hipocolesterolêmica e antioxidante (*apud* MASSARETTO, 2009, p.8.).

Estudos têm demonstrado que uma dieta saudável está relacionada à redução no risco de desenvolvimento de algumas doenças crônicas, como câncer e problemas cardiovasculares (*apud* WALTER, 2009, p.89) devido à presença de diferentes compostos bioativos nos alimentos, entre eles antioxidantes naturais, como os compostos fenólicos (polifenóis) (CHOI *et al*, 2007).

Os polifenóis são encontrados em ampla variedade de alimentos, tais como maçã, amora, cereja, uva, framboesa, frutas cítricas, cebola, espinafre, pimenta, aveia, trigo, arroz, chá preto, vinho, chocolate, entre outros (HOLDEN *et al*, 2005; DIMITRIOS, 2006). Esses compostos têm demonstrado maior capacidade antioxidante *in vitro* do que outros antioxidantes usuais, como o ácido ascórbico e o  $\alpha$ -tocoferol, enfatizando a importância dos polifenóis como antioxidantes na dieta.

Dentre os alimentos que possuem polifenóis, o arroz pode apresentar papel importante no aporte de antioxidantes na dieta devido a sua importância na alimentação de grande parte da população. Pesquisas têm demonstrado relação positiva entre a concentração de compostos fenólicos no grão e a atividade antioxidante, indicando que o consumo de grãos com maior concentração desses compostos poderia ter efeitos benéficos à saúde, assim como já observado para outros alimentos ricos em polifenóis. Alguns pesquisadores observaram possíveis efeitos benéficos à saúde, como redução do estresse oxidativo, auxílio na prevenção ao câncer, no controle dos lipídios sanguíneos e doenças relacionadas, o que pode ajudar na prevenção de problemas cardiovasculares e na prevenção das complicações do diabetes. Entretanto, ainda são necessários

mais estudos para avaliar os efeitos do consumo do grão de arroz na dieta (*apud* WALTER, 2009, p.89-90).

Os principais compostos fenólicos do arroz não-pigmentado são os ácidos fenólicos; nos genótipos pigmentados, além dos ácidos fenólicos, são encontrados compostos polifenólicos como os flavonóides. Estas substâncias têm recebido atenção pelos seus potenciais efeitos biológicos benéficos para a saúde humana; a literatura descreve propriedades antioxidante, antiinflamatória, antimutagênica e anticarcinogênica, além de sua habilidade para modular algumas atividades enzimáticas no interior das células. Contudo, pouco se sabe sobre o efeito do cozimento no perfil, teores e solubilidade destes compostos presentes em diferentes genótipos de arroz (*apud* MASSARETTO, 2009, p.8-9).

Apesar de existirem poucos estudos, evidências epidemiológicas indicam associação inversa entre o consumo de dietas ricas em flavonóides e a incidência de doenças cardiovasculares. Nesse sentido os flavanóis, uma subclasse dos flavonóides, vêm recebendo atenção especial, pois o consumo de chá, vinho tinto e produtos à base de cacau, ricos nessas substâncias, estão associados com a redução da pressão sanguínea em humanos (ACTIS-GORETTA *et al*, 2006).

O arroz preto participa da manutenção e integridade dos vasos e do fluxo sanguíneos, previne o envelhecimento precoce, a hipertensão arterial, o diabetes, doenças da pele, além de beneficiar o funcionamento do coração e dos rins (ARROZ PRETO RUZENE, 2012).

No estudo de Marchioni *et al* (2007), as análises sugerem que o consumo regular, praticamente diário, do prato brasileiro de ricos e pobres: arroz e feijão, pode diminuir os riscos associados com o câncer oral, independentemente do consumo de álcool, tabaco, do grau de instrução e do local de nascimento. Essa mistura tradicional fornece proteína de bom valor biológico, com a vantagem de aportar fibras dietéticas, carboidratos complexos, ser baixa em gorduras saturadas e não possuir colesterol. Qual seria o exato mecanismo que pode responder ao efeito observado de proteção ao câncer oral, não é possível identificar a partir de um estudo com este delineamento.

O beribéri é uma doença causada pela deficiência de tiamina (vitamina B<sub>1</sub>), substância importante para o metabolismo dos carboidratos e aminoácidos, essencial nas reações que produzem energia. Essa vitamina normalmente é encontrada em cereais, grãos, legumes, leveduras, nozes e carnes (especialmente vísceras, carne de porco e de vaca).

A deficiência de tiamina está normalmente associada a populações que têm como principal componente da dieta a mandioca ou farinha de mandioca, o arroz polido ou moído, e/ou a farinha de trigo, ou seja, alimentos pobres em tiamina.

A tiamina é bastante instável, podendo ser destruída com o modo de preparo e cozimento dos alimentos. Por ser hidrossolúvel e termolábil, a maior parte dessa vitamina é perdida, por exemplo, quando o arroz é lavado antes do cozimento, no próprio processo de cozimento e quando a água de cozimento é descartada.

A Tabela 14 mostra a informação nutricional de diferentes tipos de arroz comerciais, que se encontram nos rótulos dos produtos que se utiliza atualmente. Para padronização, determinou-se a informação nutricional para quatro colheres cheias de sopa de arroz, que equivale a uma porção do grupo dos cereais, tubérculos, raízes e derivados, de acordo com o Guia Alimentar Para a População Brasileira. Este Guia preconiza o consumo diário de seis porções desse grupo dos cereais para uma dieta de 2.000kcal de um adulto saudável. Ressalta-se, contudo, que o número de porções variará de acordo com as necessidades nutricionais de cada indivíduo.

Vale ressaltar que nas informações nutricionais encontradas não estavam esclarecidas se essas eram relacionadas ao grão cru ou cozido, porém, considerou-se que são resultados de análises do grão cru, pela comparação ao valor nutricional encontrado na TACO (2011) para o arroz integral e polido cru (Tabela 1).

Tabela 14 - Informação nutricional para quatro colheres de sopa cheias (100g) de diferentes tipos de arroz cru

<b>Composição</b>	<b>Arroz branco</b>	<b>Arroz integral</b>	<b>Arroz parboilizado</b>	<b>Arroz preto integral</b>	<b>Arroz vermelho integral</b>
	A	A	A	B	B
Energia (kcal)	364	340	370	346	340
Carboidrato (g)	80	74	82	72	73,4
Proteína (g)	7,0	7,2	7,0	9,8	6,4
Gorduras totais (g)	0	1,8	0	2,0	2,92
Fibra alimentar (g)	1,4	2,0	1,6	8,4	3,68
Ferro (mg)	4,4	-	3,6	2,2	0,8
Sódio (mg)	0	10	0	0	0,47
Vitamina B <sub>1</sub> (Tiamina) (mg)	0,6	-	0,6	0,34	0,34
Vitamina B <sub>3</sub> (Niacina) (mg)	4,2	-	3,6	8,4	2,78
Vitamina B <sub>6</sub> (Piridoxina) (mg)	-	-	-	0,4	0,36

Fonte: A: Nelson Wendt (2012); B: Arroz Preto Ruzene (2012).

Na Tabela 14 é possível observar que os rótulos comerciais diferem muito em relação a alguns aspectos que a literatura traz. No caso das gorduras totais (lipídeos), as Tabelas 1 e 4 mostram que o arroz branco e o parboilizado também as contêm, mesmo que seja em baixo teor. Como já foi dito, o arroz integral é fonte de vitaminas do complexo B e minerais, porém, esta fonte comercial não cita a quantidade desses nutrientes.

A Tabela 1 traz valores mais altos para a fibra alimentar do arroz integral em relação ao que a Tabela 14 está mostrando, o que faz sentido, pois a maioria das fibras do grão de arroz é perdida no processo de polimento, o que deveria dar uma boa diferença entre os valores de fibra alimentar do arroz integral e branco. Porém, de acordo com o Guia Alimentar Para a População Brasileira, uma porção de arroz branco cozido possui 125g e uma porção de arroz integral cozido possui 140g, pois na prática, os diferentes tipos de arroz após serem cozidos possuem densidades diferentes. Assim, comparando as informações nutricionais do arroz branco e integral cozidos, observam-se comportamentos diferentes (Tabela 15). Nesse caso o arroz integral tem mais carboidratos que o arroz branco, porém, ressalta-se também, que o arroz integral possui mais proteínas, e fibra alimentar.

Em relação aos minerais e vitaminas do complexo B não é possível fazer uma comparação, já que a fonte comercial não encontrou os valores desses nutrientes.

Tabela 15 - Informação nutricional para quatro colheres cheias de sopa de diferentes tipos de arroz

<b>Composição</b>	<b>Arroz branco (125g)</b>	<b>Arroz integral (140g)</b>
Energia (kcal)	455	476
Carboidrato (g)	100	103,6
Proteína (g)	8,8	10,1
Gorduras totais (g)	0	2,5
Fibra alimentar (g)	1,8	2,8
Ferro (mg)	5,5	-
Sódio (mg)	0	14
Vitamina B <sub>1</sub> (Tiamina) (mg)	0,8	-
Vitamina B <sub>3</sub> (Niacina) (mg)	5,3	-
Vitamina B <sub>6</sub> (Piridoxina) (mg)	-	-

Fonte: Nelson Wendt (2012).

Em relação às variedades de arroz vermelho, segundo a literatura, estas se sobressaem em relação ao arroz branco em conteúdo de ferro (Tabela 10), porém, a Tabela 14 mostra justamente o contrário também.

Estudos revelaram que o farelo de arroz poderia reduzir o risco de câncer intestinal e que a ingestão diária de 2 colheres ajuda a eliminar ou prevenir a formação de cálculos renais. Estas propriedades estão relacionadas à presença de fitatos e ácido fítico, elementos que inibem a absorção de cálcio. Estas mesmas propriedades demonstram que o complemento é desaconselhável para pessoas que necessitem assimilar mais cálcio do que o normal. Outros estudos observaram que, no arroz integral, a presença do gama-orizanol pode ajudar a baixar o LDL e aumentar o HDL no sangue e diminuir os triglicérides. E que o arroz é fonte de carboidratos complexos que neutralizam o excesso de acidez gástrica, assim, ajuda a reduzir úlcera gástrica. O arroz diferencia-se de outros cereais por não conter *glúten*. Por este motivo é muito adequado para quem apresenta enfermidade celíaca ou intolerância a glúten (ENGENHO CORADINI, 2012).

É possível que os benefícios acima citados se devam às frações de fibras alimentares e amido resistente, presentes regularmente na alimentação. Considerando a fração dessas substâncias no arroz, é possível sugerir a sua participação no contexto alimentação x saúde.

Atualmente, a utilização de farinha de arroz como ingrediente em produtos industrializados é crescente. No processo de beneficiamento do arroz polido e parboilizado polido, ocorre a geração de subprodutos como a casca, o farelo e os grãos quebrados, que têm valor comercial inferior aos grãos inteiros. Estes grãos quebrados submetidos ao processo de moagem e peneiramento dão origem à farinha de arroz (*apud* GALERA, 2006, p.1).

A farinha de arroz tem sabor pouco pronunciado, não interferindo no sabor da maioria dos alimentos (*apud* GALERA, 2006, p.1). Além também de aspectos econômicos, ressalta-se a importância da utilização de uma farinha que possa oferecer ao consumidor um produto com boas qualidades sensoriais e nutricionais. Embora ambos os cereais sejam, limitantes em aminoácidos sulfurados, a farinha de arroz é superior à farinha de trigo por apresentar uma composição mais balanceada em lisina, metionina e treonina. A qualidade nutricional do pão é beneficiada pela adição de farinha de arroz e os produtos elaborados com farinha de arroz têm grande digestibilidade e reduzida alergenicidade (*apud* GALERA, 2006, p.20-21).

O trabalho de Soares Júnior *et al* (2009) avaliou a qualidade de pães de fôrma formulados com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo (FT) por farelo de arroz torrado (FAT). Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, um tratamento controle e quatro tratamentos (7,5, 15,0, 22,5 e 30,0% de substituição de FT por FAT) e três repetições. O farelo de arroz torrado é o arroz tratado termicamente a temperaturas na faixa de 100-110°C, em panela em fogo direto, por cerca de 10 minutos.

Entre os pães formulados com FAT, o tratamento com 7,5% de substituição de FT por FAT obteve o maior volume específico e a substituição de até 7,5% de FT por FAT não foi suficiente para prejudicar significativamente a aparência do pão. Essa

também foi a substituição mais aceita em relação à textura e os julgadores não conseguiram diferenciar o sabor do tratamento padrão do tratamento com 7,5% de substituição, concluindo-se que este nível de substituição foi o ideal (SOARES JÚNIOR *et al*, 2009).

O tratamento com 7,5% de substituição de FT por FAT (nível considerado ideal pelo teste de aceitabilidade) em relação ao tratamento controle sofreu redução nos teores de proteínas (8,84%) e carboidratos (8,36%) e no valor calórico (3,57%), e aumento nos teores de cinzas (53,33%), lipídios (52,70%), fibras totais (26,02%), fibras insolúveis (34,85%), fibras solúveis (11,26%) e umidade (8,21%). Uma porção de 100 g de pão de fôrma (ao redor de 4 fatias) com 7,5% de substituição de FT por FAT fornece para adultos 38,46% da ingestão dietética recomendada (IDR) de carboidratos, 13,76-24,90% de fibras (mulher e homem, respectivamente) e 13,29% das calorias necessárias para uma dieta de 2000 kcal (IOM, 2005). Além disto, o pão de fôrma torna-se mais rico em fibras e na fração lipídica, rica em orizanol, portanto, com maior valor funcional e muito pouco prejuízo do valor nutricional (proteínas e carboidratos digeríveis) (SOARES JÚNIOR *et al*, 2009).

Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 1998), um alimento sólido pode ser considerado como fonte de fibra quando possui um mínimo de  $3,0 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  de fibras e como de alto teor de fibras quando contém no mínimo  $6 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . Assim, o tratamento com 7,5% de substituição da FT por FAT pode ser considerado como fonte de fibras, uma vez que contém  $5,23 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (SOARES JÚNIOR *et al*, 2009).

A obesidade é atualmente um problema de saúde pública em vários países, e é decorrente, dentre outros fatores, da ingestão de alimentos altamente energéticos, ricos em carboidratos simples e gorduras. A utilização de produtos com maior conteúdo de fibras e menor valor calórico é recomendada para a prevenção e controle desse problema (CUPPARI, 2005). Sendo assim, pães de fôrma formulados com 7,5% de substituição de FT por FAT, aceitos sensorialmente, podem ser uma alternativa viável de inclusão de um produto fonte de fibras no mercado consumidor (SOARES JÚNIOR *et al*, 2009).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda faltam estudos que abordem a composição nutricional dos diversos tipos de arrozes cozidos, pois é comprovado que o cozimento do arroz provoca alterações em sua estrutura, e o resultado disso, por exemplo, como a redução dos teores de amido resistente, é de extrema importância para a área da saúde.

O arroz branco é o mais consumido pelo mundo e pelos brasileiros, porém, os outros tipos de arroz, como o integral, parboilizado, vermelho e preto, têm chamado a atenção dos consumidores, visto que é um produto com melhores características nutricionais. Sendo assim, necessita-se de um número maior de pesquisas sobre esses outros tipos de arroz, seja em relação ao arroz cru ou ao cozido, pois a literatura é escassa e ainda muito controversa.

Embora a literatura afirme que o arroz branco polido é um alimento altamente digerível, pôde-se perceber que há vários fatores, como o teor de amilose, teor de fibras, teor de amido resistente, entre outros, que precisam ser analisados e comparados com o índice glicêmico. Poucos estudos têm investigado este assunto e os resultados existentes são diversos e controversos.

De acordo com os princípios de uma alimentação saudável, apenas o consumo do grupo dos cereais, tubérculos, raízes e derivados não é suficiente e nem saudável para nenhum indivíduo. Todos os grupos de alimentos devem compor a dieta diária do ser humano. A alimentação saudável deve fornecer água, carboidratos, proteínas, lipídios, vitaminas, fibras e minerais, os quais são insubstituíveis e indispensáveis ao bom funcionamento do organismo. Além do mais, todas as pessoas devem ter uma dieta diversificada que contemple o prazer em se alimentar.

Portanto, além de tudo o que foi descrito acerca das características nutricionais e funcionais dos componentes alimentares do arroz, é importante que o nutricionista, na prática, saiba orientar na escolha de preparações saudáveis, que

não agreguem, em excesso, as calorias, as gorduras totais, as gorduras saturadas, o sódio, os açúcares simples e que evite as gorduras trans, tudo para não comprometer a saúde do consumidor.

## REFERÊNCIAS

ACTIS-GORETTA, L.; OTTAVIANI, J. I.; KEEN, C. L.; FRAGA, C. G. **Inhibition of angiotensin converting enzyme activity by flavanol-rich foods.** J. Agric. Food. Chem., v.54, p.229-234, 2006.

ALMANAQUE DO ARROZ: Mundo do arroz. 2011. Disponível em: <[http://www.almanaquedoarroz.com.br/index.php/Mundo\\_do\\_Arroz#variedades](http://www.almanaquedoarroz.com.br/index.php/Mundo_do_Arroz#variedades)>. Acesso em: 23 de mai. 2012.

AMATO, G. W.; ELIAS, M. C. **Parboilização do arroz.** Porto Alegre: Editora Ricardo Lenz Ziede, 2005, p.160.

ARROZ PRETO RUZENE: Histórico. Disponível em: <[http://www.arrozpreto.com.br/historico .asp?artigo=1](http://www.arrozpreto.com.br/historico.asp?artigo=1)>. Acesso em: 15 de mai. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ARROZ PARBOILIZADO (ABIAP): Dados de 2007. Disponível em: <<http://www.abiap.com.br>>. Acesso em: Nov. 2009.

BARATA, T. S. **Caracterização do consumo de arroz no Brasil:** um estudo na Região Metropolitana de Porto Alegre. 2005. Xf. Dissertação (Mestrado de) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Cepan), Porto Alegre, 2005.

BASSINELLO, P. Z.; GARCIA, J. S.; SOARES, L. A.; KOAKUZU, S. N.; NETO, F. P. N.; FERREIRA, R. A.; MENDONÇA, J. A.; SANTIAGO, C. M.; RANGEL, P. H. N. **Arroz preto: nova opção culinária para o Brasil.** Santo Antônio de Goiás: ISSN 1678-961X, Ago. 2008.

BASSINELLO, P. Z.; SANTOS, D. C. dos; SILVA JÚNIOR, L. L.; NEVES, P. de C. F.; PEREIRA, J. A.; MORAIS, O. P. de; FONSECA, J. R.; CARVALHO, J. L. V. de; NUTTI, M. R.; MARTÍNEZ, C. Evaluación de los niveles de hierro y zinc en arroz blanco y rojo. In: **Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales.** San José, Costa Rica: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia em Tecnología Agropecuária, 2008.

BEHALL, K. M.; SCHOLFIELD, D.; HALLFRISCH, J. **Whole-grain diets reduce blood pressure in mildly hypercholesterolemic men and women.** New York: Journal of the American Dietetic Association, v. 106, n. 9, p. 1445-1449, 2006.

BOÊNO, J. A. **Caracterização da qualidade de grão de diferentes genótipos de arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.)**. 2008. 106 f. Dissertação (Mestrado de) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2008.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Portaria nº27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. Brasília: ANVISA, 1998. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: Mai. 2012.

CHOI, Y.; JEONG, H. S.; LEE, J. **Antioxidant activity of methanolic extracts from some grains consumed in Korea**. Food Chemistry, Oxford, v. 103, n. 1, p. 130-138, Jan. 2007.

CIGALA: O arroz favorito dos portugueses. Tipos de arroz. Disponível em: <[http://www.arrozcigala.com/o\\_arroz/tipos\\_de\\_arroz.html](http://www.arrozcigala.com/o_arroz/tipos_de_arroz.html)>. Acesso em: 23 de mai. 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Cenário mundial favorece exportações brasileiras de arroz. Disponível em: <[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)>. Acesso em: 03 de ago. 2007.

CORREA, J. B.; MARTÍNEZ, C. P.; CARABALI, S. J. Mejoramiento de la calidad nutricional del arroz para Latinoamérica y el Caribe. In: **Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales**. San José, Costa Rica: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia em Tecnología Agropecuária, 2008.

CUPPARI, L. **Guia de nutrição**: nutrição clínica no adulto. 2 ed. Barueri: Manole, 2005. 474 p.

DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P. **Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas**. Ciência Rural, v.39, n.3, 2009.

DIMITRIOS, B. **Sources of natural phenolic antioxidants**. Trends in Food Science and Technology, Oxford, v. 17, n. 9, p. 505-512, Sep. 2006.

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., v. 18, p. 159-170, 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS (EMBRAPA). Arroz vermelho em extinção. Disponível em: <[www.cnpaf.embrapa.br/eventosenoticias/anteriores/anteriores2006/060109.htm](http://www.cnpaf.embrapa.br/eventosenoticias/anteriores/anteriores2006/060109.htm)> . Acesso em: 03 de dez. 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS (EMBRAPA). Cultivo do arroz irrigado no Brasil: importância econômica, agrícola e alimentar do arroz. Disponível em: <[www.cpact.embrapa.br/sistemas/arroz/cap01.htm](http://www.cpact.embrapa.br/sistemas/arroz/cap01.htm)>. Acesso em: 03 de jun. 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS (EMBRAPA). Arroz de terras altas. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fesi63xi02wx5eo0y53mhyhtbts8a.html>>. Acesso em: 23 de mai. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS (EMBRAPA). Importância Econômica, Agrícola e Alimentar do Arroz. **ISSN 1806-9207**, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/cap01.htm>>. Acesso em: 15 de jun. 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS (EMBRAPA). Origem e História do Arroz. 2010. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/arroz/historia.htm>>. Acesso em: 23 de mai. 2011.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). 2012. Disponível em: <[http://www.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=936:tipos-especiais-de-arroz&catid=30:suinoicultura&Itemid=47](http://www.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=936:tipos-especiais-de-arroz&catid=30:suinoicultura&Itemid=47)>. Acesso em: 23 de mai. 2012.

ENGENHO CORADINI. Propriedades Mediciniais do Arroz: Pesquisas e Publicações. Disponível em: <<http://www.coradini.com.br/website/conteudo/default.asp?CodArea=163&CodSecao=76>>. Acesso em: 29 de mai. 2012.

ENGLYST, K. N.; ENGLYST, H. N. **Carbohydrate bioavailability**. Brit. J. Nutr., v. 94, p.1-11, 2005.

FINOCCHIARO, F.; FERRARI, B.; GIANINETTI, A.; DALLÁSTA, C. GALAVERNA, G.; SCAZZINA, F.; PELLEGRINI, N. **Characterization of antioxidant compounds of red and white rice and changes in total antioxidant capacity during processing**. Mol. Nutr. Food Res. v.51, p. 1006-1019, 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Statistical databases. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 15 de abr. 2011.

FORNASIERI, F. D.; FORNASIERI, J.L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal. FUNEP. 589p. 2006.

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., v. 83, p. 395-402, 2003.

FUENTES-ZARAGOZA, E.; RIQUELME-NAVARRETE, M. J.; SÁNCHEZ-ZAPATA, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. **Resistant starch as functional ingredient: a review.** Food Res. Int., v.43, p.931-942, 2010.

GALERA, J. S. **Substituição parcial da farinha de trigo por farinha de arroz (*Oryza sativa L.*) na produção de “sonho” – estudo modelo.** 2006. Xf. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos) -Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

GAMEIRO, H. G.; GAMEIRO, P. M. B. **O consumo de arroz no Brasil.** Revista de Economia e Sociologia Rural, v.46, n.4, p. 1043-1066, 2008.

HAMER, H. M.; JONKERS, D.; VENEMA, K.; VANHOUTVIN, S.; TROOST, F. J.; BRUMMER, R. J. **Review article: the role of butyrate on colonic function.** Aliment. Pharmacol. Ther., v.27, n.2, p.104-119, 2008.

HAUB, M. D.; HUBACH, K. L.; AL-TAMIMI, E. K.; ORNELAS, S.; SEIB, P. A. **Different types of resistant starch elicit different glucose responses in humans.** J. Nutr. & Metabol., v.2010, p.1-4, 2010.

HEINEMANN, R. J. B.; FAGUNDES, P. L.; PINTO, E. A.; PENTEADO, M. V. C.; LANFER-MARQUEZ, U. M. **Comparative study of nutrient composition of commercial brown, parboiled and milled rice from Brazil.** Journal of Food Composition and Analysis, v.18, n.4, p.287-296, 2005.

HEINEMANN, R. J. B.; XU, Z.; GODBER, S.; LANFER-MARQUEZ, U. M. **Tocopherols, tocotrienols and gama-oryzanol contents in japonica and indica subspecies of rice (*Oryza sativa L.*), cultivated in Brazil.** Cereal Chemistry, v.85, n.2, p.243-247, 2008.

HELBIG, E.; ROMANO, C. M.; RADÜNZ, A. L.; RUTZ, D.; DIAS, A. R. G.; ELIAS, M. C. **Efeitos da Amilose e do Processamento na Formação e Estabilidade do Amido Resistente em Arroz.** Campinas: Braz. J. Food Technol, jan. 2008, v. 10, n. 4, p. 296-301.

HOLDEN, J. M.; BHAGWAT, S. A.; HAYTOWITZ, D. B. *et al.* **Development of a database of critically evaluated flavonoids data: application of USDA's data quality evaluation system.** Oxford: Journal of Food Composition and Analysis, v. 18, n. 8, p. 829-844, Dec. 2005.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S.; FRANCO, F. M. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: 2011.

INFOCOMM. 2010. Rice information. Disponível em: <<http://r0.unctad.org/infocomm/anglais/rice/docs/ia0710en.pdf>>. Acesso em: Set. 2010.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). **Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids**. 2005. Washington: National Academy Press, 1331 p. 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2010. Brasileiro come menos arroz com feijão e mais comida industrializada em casa. Disponível em: <[http://www.ibge.com.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1788&id\\_pagina=1](http://www.ibge.com.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1788&id_pagina=1)>. Acesso em: 29 de jun. 2011

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2006. **Produção Agrícola Municipal: cereais, leguminosas e oleaginosas**. Rio de Janeiro: 2007.

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ (IRGA). Nutrição e saúde. Porto Alegre, 2005. Disponível em: <<http://www.infoarroz.org/portal/es/index.php>>. Acesso em: Set. 2010.

INSTRUÇÃO NORMATIVA No. 6 (IN 6/2009). **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Arroz do Ministério da Agricultura**. Publicado no Diário Oficial da União de 28/05/2009, Seção 1, 28p., 2009.

JENKINS, D.J.A.; VUKSAN, V.; KENDALL, C.W.C.; WURSCH, P.; JEFFCOAT, R.; WARING, S.; MEHLING, C.C.; VIDGEN, E.; AUGUSTIN, L.S.A.; WONG, E. **Physiological effects of resistant starch on fecal bulk, short chain fatty acids, blood lipids and glycemic index**. *J. Amer. Coll. Nutr.*, v.17, p.609-616, 1998.

JUNG, E. Y.; SUH, H. J.; HONG, W. S.; KIM, D. G.; HONG, Y. H.; HONG, I. S.; CHANG, U. J. **Uncooked rice of relatively low gelatinization degree resulted in lower metabolic glucose and insulin responses compared with cooked rice in female college students**. *Nutr. Res.*, v.29, p. 457–461, 2009.

JÚNIOR, M. S. S.; BASSINELLO, P. Z.; CALIARI, M. GEBIN, P. F. C.; JUNQUEIRA, T. L. de.; GOMES, V. A.; LACERDA, D. B. C. L. L. **Qualidade de pães com farelo de arroz torrado**. Campinas: Ciênc. Tecnol. Aliment. ISSN 0101-2061, vol.29, no.3, jul./set. 2009.

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. Nutr. Biochem., v. 14, p. 166-172, 2003.

KOIDE, T.; KAMEI, H.; KOJIMA, T.; HASEGAWA, M. **Antitumor effect of hydrolyzed anthocyanin from grape rinds and red rice.** Cancer Biotherapy and Radiopharmacology, v.11, n.4, p.273-277, 1996.

LI, J. KANEKO, T.; QIN, L.Q.; WANG, J.; WANG, Y.; SATO, A. **Long-term effects of high dietary fiber intake on glucose tolerance and lipid metabolism in GK rats: comparison among barley, rice, and cornstarch.** New York: Metabolism, v. 52, n. 9. Set. 2003.

LINASSI, C. **Apostila de gastronomia: 4ª Semana Arrozeira de Alegrete.** Alegrete: 2012.

MARCHIONI, D. M. L.; FISBERG, R. M.; FILHO, J. F. G. do; KOWALSKI, L. P.; CARVALHO, M. B. de; ABRAHÃO, M.; LATORRE, M. R. D. O.; NETO, J. E.; FILHO, V. W. **Fatores dietéticos e câncer oral: estudo caso-controle na Região Metropolitana de São Paulo, Brasil.** Rio de Janeiro: ISSN 0102-311X. Cad. Saúde Pública. vol.23. no. 3. Mar. 2007.

MASSARETTO, I. L. **Efeito do cozimento e ação dos compostos fenólicos de arroz integral na inibição da enzima conversora de angiotensina I e da  $\alpha$ -amilase.** 2009. 89 f. Dissertação (Mestrado de) – facul, São Paulo, 2009.

MILLER, J. B; PANG, E.; BRAMALL, L. **Rice: a high or low glycemic index food?** American Journal of Clinical Nutrition, v.56, p.1034-1036, 1992.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa Nº 6 (IN 6/2009).** Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=19480>>. Acesso em: 29 de mai 2012.

NAVES, M. M. V. **Características químicas e nutricionais do arroz.** Curitiba: B.CEPPA, v. 25, n. 1, p. 51-60, jan./jun. 2007.

NAVES, M. M. V.; SILVA, M. R.; SILVA, M. S.; OLIVEIRA, A. G. **Culinária goiana: valor nutritivo de pratos tradicionais.** Goiânia: Kelps, 2004, 82 p.

NELSON WENDT: alimentos. Disponível em: <<http://www.nelsonwendt.com.br/produtos/produto.php?id=9>>. Acesso em: 29 de mai 2012.

PACHECO, F. **Sequenciamento, identificação e análise de genes de arroz envolvidos na interação com *Herbaspirillum seropedicae***. 2008. 68 f. Dissertação (Mestre em Bioquímica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

PASCUAL, C. S. C. I. **Efeitos da parboilização do arroz (*Oryza sativa L.*) integral sobre os compostos bioativos e a disponibilidade do amido**. 2010. 102 f. Tese (Doutorado em Bromatologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

PEREIRA, J. A.; BASSINELLO, P. Z.; FONSECA, J. R.; RIBEIRO, V. Q. **Potencial genético de rendimento e propriedades culinárias do arroz-vermelho cultivado**. Caatinga, Mossoró, Brasil, v.20, n.1, p.43-48, janeiro/março 2007.

PEREIRA, J. A.; BASSINELLO, P. Z.; CUTRIM, V. DOS A.; RIBEIRO, V. Q. **Comparação entre características agrônômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho**. Caatinga, Mossoró, Brasil, v.22, n.1, p.243-248, janeiro/março 2009.

PORTUGAL, S. C. M. Boletim. **SBNPE**, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.sbnperj.com.br/boletimTxt.aspx?Id=25>>. Acesso em: 29 de mai. 2012.

QURESHI, A. A.; BRADLOW, B. A.; SALSER, W. A.; BRACE, L. D. **Novel tocotrienols of rice bran modulate cardiovascular disease risk parameters of hypercholesterolemic humans**. Nutritional Biochemistry, v.8, p.290-298, 1997.

RONG, N.; AUSMAN, L. M.; NICOLOSI, R. J. **Oryzanol decreases cholesterol absorption and aortic fatty streaks in hamsters**. Lipids, v.32, n.3, p.303-309, 1997.

RUCATTI, E. G. Sabores e Saberes do Arroz. 2007. Disponível em: <[http://www.sindarroz-sc.com.br/default.php?pg=conteudo\\_2010&area=Cultivo](http://www.sindarroz-sc.com.br/default.php?pg=conteudo_2010&area=Cultivo)>. Acesso em: 23 de mai. 2012.

SLOW FOOD BRASIL, Fortaleza do arroz-vermelho. Disponível em: <[www.slowfoodbrasil.com/content/view/130/60/](http://www.slowfoodbrasil.com/content/view/130/60/)>. Acesso em: 15 de mai. 2012.

SLOW FOOD BRASIL. Nem sempre visível, mas sempre presente: o arroz na culinária brasileira (Parte 1). 2011. Disponível em: <<http://www.slowfoodbrasil.com/content/view/277/82/>>. Acesso em: 23 de mai. 2011.

STORCK, C.R.; SILVA, L.P. COMARELLA, C.G. **Influência do processamento na composição nutricional de grãos de arroz.** Araraquara: Alim. Nutr., v.16, n.3, p. 259-264, jul./set. 2005.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TACO): 4ª edição revisada e ampliada. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA). Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas: 2011.

TERRA DE ARROZ. Disponível em: <[http://www.ufrgs.br/alimentus/terradearroz/producao/pd\\_ecossistemas\\_nao.htm](http://www.ufrgs.br/alimentus/terradearroz/producao/pd_ecossistemas_nao.htm)> . Acesso em: 23 de mai. 2011.

THE WORLD'S HEALTHIEST FOOD (WHFOODS). George Metaljan Foundation. Disponível em: <<http://www.whfoos.com/genpage.php?name=foodspice&dbid=128>>. Acesso em: Out. 2009.

UAUY, R.; ALBALA, C.; KAIN, J. **Obesity trends in Latin American: transiting from under- to overweight.** J. Nutr. 2001. 131(3):893-9.

XIA, M.; LING, W. H.; MA, J.; KITTS, D. D.; ZAWISTOWSKI, J. **Supplementation of diets with the black rice pigment fraction attenuates atherosclerotic plaque formation in apolipoprotein E deficient mice.** Journal of Nutrition, v.133, n.3, p.744-751, 2003.

WALTER, M. **Composição química e propriedades antioxidantes de grãos de arroz com pericarpo marrom-claro, vermelho e preto.** 2009. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2009.

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

WIKIPEDIA, a enciclopédia livre. Jasmine Rice. 2012. Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Jasmine\\_rice](http://en.wikipedia.org/wiki/Jasmine_rice)>. Acesso em: 23 de mai. 2012.

WIKIPEDIA, a enciclopédia livre. Monocotiledónea. 2011. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Monocotiled%C3%B3nea>>. Acesso em: 02 de jul. 2011.

WIKIPEDIA, a enciclopédia livre. Poales. 2011. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Poales>>. Acesso em: 02 de jul. 2011.

WIKIPEDIA, a enciclopédia livre. Taxonomia de Lineu. 2011. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Taxonomia\\_de\\_Lineu](http://pt.wikipedia.org/wiki/Taxonomia_de_Lineu)>. Acesso em: 02 de jul. 2011.

WIKITECA, apuntes, resúmenes, trabajos, exámenes y problemas. Magnoliófitas. 2011. Disponível em: <[www.wikiteka.com/apuntes/apuntes-0000/](http://www.wikiteka.com/apuntes/apuntes-0000/)>. Acesso em: 02 de jul. 2011.