

Capítulo 7

A planta e o grão de arroz e as formas de apresentação aos consumidores

Adriano Pereira de Castro, Tereza Cristina de Oliveira Borba, José Alberto Noldin, Ester Wickert

Introdução

A história do arroz é significativa na dinâmica dos povos, da agricultura, do comércio de alimentos e da formação de hábitos e dietas alimentares. A dispersão desse alimento pelo mundo se deu por meio da diáspora africana, conforme se evidenciou no Capítulo 3. Ao chegar à América, o conhecimento dos escravos influenciou os sistemas de cultivos, inclusive de outros produtos. O arroz que, a princípio, alimentava as pessoas nos navios negreiros, passou a ser comercializado na Europa. Inicialmente, era consumido nos países católicos, servido acompanhado de peixes ou em refeições sem carne às sextas-feiras e durante a quaresma, e depois se expandiu por toda a Europa, não só como alimento, mas como matéria-prima da produção de cerveja e de papel (Carney, 2017).

Em razão das características nutricionais e funcionais, descritas no Capítulo 8, o arroz desempenha papel importante como componente da dieta básica das populações que o consome, pois traz diversos benefícios à saúde. O arroz é fonte de energia, devido à alta concentração de amido; fornece aminoácidos essenciais, vitaminas e minerais; e possui baixo teor de lipídios. Por isso, conforme descrito nos Capítulos 5 e 2, o alimento é amplamente produzido e consumido de diversas formas e quantidades, no Brasil e no mundo.

Mundialmente, os sistemas de produção de arroz são bastante diversificados. Em regiões de pequenos produtores, cuja produção é de subsistência, colhe-se o arroz cortando o colmo

perto das panículas, para deixar a planta no solo como forragem para o gado que, ao pastar, deixa o estrume como fertilizante do solo, sendo a prática muito comum na África. No outro extremo, em regiões de grandes produtores, são utilizados insumos e equipamentos modernos.

No Brasil, o principal objetivo do cultivo do arroz é a obtenção do grão para consumo humano, para atender o mercado interno ou externo. Diferente de outros cereais, consumidos preferencialmente como ingredientes de alimentos processados, os grãos de arroz são consumidos íntegros, descascados e polidos. Apenas uma pequena quantidade do arroz produzido é consumida como ingrediente em produtos processados. Em razão dessa forma de consumo, a qualidade dos grãos torna-se extremamente relevante (Wang et al., 2015). Porém, determinar o que é um arroz de qualidade é muito complexo em decorrência das tradições e costumes regionais, ou seja, muitas vezes, o que representa produto de boa qualidade para um grupo de consumidores pode ser totalmente inaceitável para outro (Magalhães Júnior et al., 2003). Segundo Castro et al. (1999) há a valorização de certas características do grão que são pouco relevantes para outros cereais, por exemplo, grãos que sejam visivelmente atraentes antes e após o cozimento. Um caso representativo é quanto às dimensões do grão, característica que nada influi na qualidade nutricional e culinária do grão, porém o consumidor brasileiro prefere consumir arroz tipo longo fino. De acordo com Ferreira et al. (2005), a partir da década de 1960 houve um declínio no consumo de grãos curtos e médios e uma intensificação no consumo de grãos longos, prevalecendo até 1975 como preferência do consumidor brasileiro, característica que, na época, era encontrada principalmente no arroz de terras altas.

A qualidade de grãos de arroz envolve vários aspectos, como variação de uso, finalidade na dieta, valor nutritivo, características fisiológicas, qualidade industrial, adequação do produto aos padrões de comercialização e qualidade culinária e sensorial (sabor, consistência, visual e odor), valores que, por sua vez, mudam dependendo do país, das condições socioculturais da população, sendo inviável uma definição que atenda a todas as situações. O certo, em qualquer circunstância, independentemente do país ou região de consumo, é que o nível de exigência é grande quanto ao aspecto físico e à aparência do grão antes e após o cozimento.

No Brasil, geralmente, o consumidor de arroz prefere o produto com os parâmetros: grãos translúcidos, dimensões homogêneas e baixo conteúdo de quebrados e/ou danificados. Além da aparência do produto cru, a preferência é por arroz com qualidade de cocção que proporcione bom rendimento de panela, cozinha rápido e apresente grãos secos e soltos após o cozimento (Ferreira et al., 2005). A comercialização ocorre com base em três tipos de produto: arroz beneficiado polido, arroz parboilizado (integral e polido) e arroz integral.

Para a classificação são consideradas cinco categorias, com base nas dimensões dos grãos inteiros após o descasque e polimento, longo fino, longo, médio, curto e

misturado. As partes integrantes do grão do arroz podem ser utilizadas de diversas formas e a parte central do grão é utilizada no preparo direto de comida ou como matéria-prima de outros produtos, como discorre-se neste capítulo.

Em suma, os aspectos mais relevantes ligados à qualidade de grãos englobam a aparência física, as propriedades culinárias e sensoriais e, mais recentemente, o valor nutricional (Fitzgerald et al., 2009), sendo possível afirmar que as características que permeiam esses aspectos são percebidas de maneira diferente por cada público e que as determinantes da qualidade do grão de arroz refletem diretamente no valor de mercado e na aceitação do produto pelo consumidor. As propriedades físicas incluem o rendimento de grão após beneficiamento, uniformidade, brancura e translucidez do grão, arroz vítreo, ausência de grãos gessados e de manchas e alto rendimento de grãos inteiros após o beneficiamento industrial. As qualidades culinárias e sensoriais típicas incluem tempo de cozimento, textura do arroz cozido, aroma e a retenção após cozimento e potencial de maciez após cozimento (Colombari Filho; Rangel, 2015).

O arroz é muito mais do que o grão consumido, envolvendo questões sociais, culturais e econômicas, as quais variam conforme a sociedade e o local considerados, sendo alimento de subsistência que fornece carboidratos e calorias para mais de 50% da população mundial. A descoberta de propriedades específicas e exclusivas do arroz fortalece e apoia a intenção de atender à demanda por produtos de alta qualidade, de aumentar o seu valor agregado e de cumprir com as expectativas de uma classe consumidora cada vez mais exigente e preocupada com segurança alimentar (Marquez, 2011).

A planta de arroz

A espécie *Oryza sativa* é uma monocotiledônea da família de plantas Poaceae, ciclo anual, classificada no grupo C-3, adaptada a solos alagados, mas desenvolvendo-se com sucesso em solos drenados ou em terras altas. A adaptação é devida à presença de aerênquima no colmo e nas raízes da planta, o que possibilita a passagem de oxigênio do ar para a camada da rizosfera. A planta é formada de raízes, colmos, folhas e panículas (Figura 1).

O ciclo de desenvolvimento do arroz é dividido em três fases principais: vegetativa, reprodutiva e de maturação, com a duração de cada uma dependendo da cultivar, da época de semeadura, da região de cultivo e das condições de fertilidade do solo, variando entre 90 e 140 dias para a maioria das cultivares. Quanto ao ciclo de desenvolvimento, as cultivares para ambiente irrigado são classificadas em superprecoces (<100 dias), precoces (101 a 120 dias), ciclo médio (121 a 130 dias) tardio (131 a 150 dias) e muito tardio (>150 dias). Já as cultivares de arroz de terras altas são classificadas como superprecoces (<91 dias), precoces (91 a 100 dias), ciclo médio (101 a 110 dias), tardio (111 a 120 dias) e muito tardio (>120 dias).

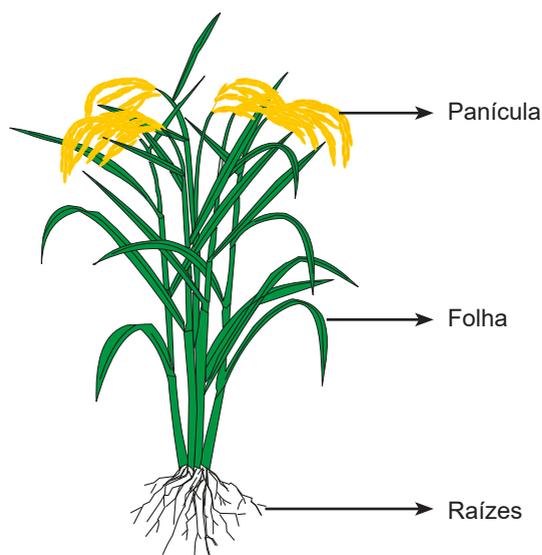


Figura 1. Morfologia da planta de arroz.

Ilustração: Sebastião José de Araújo

Raiz

O sistema radicular do arroz é formado basicamente de raízes adventícias, as quais são fibrosas com muitas ramificações, e pelos radiculares. Os principais fatores que determinam o crescimento das raízes e dos pelos absorventes são: a idade da planta, o suprimento de oxigênio, o teor de umidade, a temperatura, a disponibilidade de nutrientes, a pressão osmótica da solução do solo, os níveis tóxicos de elementos, a presença de patógenos, a textura do solo e o método de cultivo, além de, naturalmente, a cultivar (Guimarães et al., 2002). Das raízes surgem numerosas hastes formadas por uma série de nós e entrenós, carregando cada nó uma folha e uma gema. O perfilhamento dos colmos (cilíndricos) é maior nos solos mais férteis e quando as plantas estão distanciadas entre si.

Folha

As folhas são dispostas de forma alternada no colmo e surgem a partir de gemas situadas nos nós. A porção da folha que envolve o colmo denomina-se bainha. A partir do colmo principal, originam-se entre oito e 14 folhas, conforme o ciclo da cultivar. A última folha a surgir em cada colmo denomina-se folha-bandeira. Os genótipos diferem em comprimento, largura, ângulo de inserção, pubescência e cor das folhas, características relevantes na tipificação varietal.

Colmo

A planta de arroz é composta de um colmo principal e um número variável de colmos primários e secundários, ou perfilhos, constituído por nós e entrenós, sendo

totalmente envolvido pela bainha antes da floração, porém, pequena parte dele é exposta, abaixo da panícula, após a floração. As características dos entrenós, tais como comprimento, diâmetro e espessura, determinam a resistência ao acamamento. A cor dos nós e entrenós, o número de perfilhos e os seus ângulos são importantes características de descrição varietal.

Panícula

A inflorescência (conjunto de flores) do arroz é chamada de panícula e localiza-se sobre o último entrenó do colmo em ângulo subtendido pela folha-bandeira. A panícula é composta pelo ráquis principal que possui nós dos quais saem as ramificações primárias que, por sua vez, dão origem às ramificações secundárias de onde surgem as espiguetas, as quais são formadas por dois pares de brácteas ou glumas. As glumas do par superior denominam-se pálea e lema, contendo no interior das respectivas a flor propriamente dita, composta por um pistilo, o qual contém um óvulo, e seis estames.

O grão de arroz

Desde o princípio da evolução, o homem busca alimentos, seja de origem animal ou vegetal. Assim, as sementes e frutos das plantas propícias para a alimentação são modificadas por processos técnicos, principalmente melhoramento genético, para a produção que atenda à demanda dos consumidores. No entanto, biologicamente a planta não muda, produzindo como mecanismo de sobrevivência, pois os frutos e os grãos são o meio de se multiplicar e garantir a existência da espécie.

O grão de arroz possui diferentes tecidos que variam em relação à composição, estrutura e função (Juliano; Tuaño, 2019), cada um exercendo papel específico. O grão de arroz é composto basicamente da casca, de uma camada protetora que delimita a semente, do endosperma e do embrião (Figura 2).

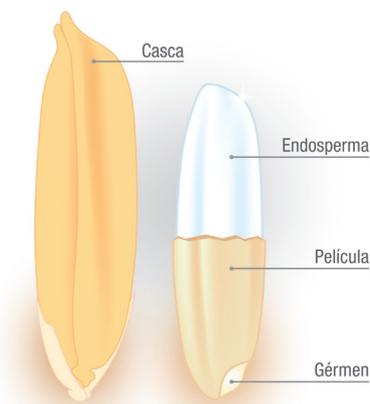


Figura 2. Estrutura do grão de arroz.

Fonte: Adaptado pelos autores de Vieira e Rabelo (2006); Juliano e Tuaño (2019).

Formada por duas folhas modificadas, a lema e a pálea, a casca corresponde à aproximadamente 20% da massa do grão, promovendo proteção à cariopse e considerada uma barreira à infestação de insetos durante o armazenamento do grão e também ao ataque de fungos (Juliano; Tuaño, 2019), bem como proteção às partes internas contra os choques e abrasões (Silva; Corrêa, 2008).

Camada protetora

Formada por diferentes camadas, ou seja, tegumento, pericarpo e aleurona, representam entre 5% e 8% da massa do arroz integral. O tegumento é formado por camadas celulares originárias dos integumentos ovulares, enquanto o pericarpo é originário da parede do ovário. Na semente de arroz essas estruturas estão intimamente ligadas, não sendo possível identificar o ponto delimitante. Essa camada tem como funções: a) manter unidas as partes internas das sementes; b) proteger as partes internas contra os choques e abrasões; c) servir como barreira à entrada de microrganismos; d) regular a velocidade de reidratação, evitando ou diminuindo possíveis danos causados pelas pressões desenvolvidas durante a embebição; e) regular a velocidade das trocas gasosas; e f) regular a germinação, provocando dormência nas sementes em alguns casos (Silva; Corrêa, 2008). A camada de aleurona apresenta duas estruturas de armazenamento proeminentes, os grãos de aleurona (corpos proteicos) e os corpos lipídicos que, além de substâncias de reserva, auxiliam a degradação do amido a fim de nutrir o embrião durante o processo germinativo da semente.

Endosperma

Formado pela camada de aleurona e o endosperma amiláceo, onde ficam as substâncias de reserva cuja função é garantir o processo germinativo das sementes. Os carboidratos são os principais constituintes do arroz e o endosperma, que compõe a maior parte do grão integral (85% a 90%), apresenta células ricas em grânulos de amido, o que o torna o principal componente (Juliano; Tuaño, 2019), mas armazena também outros carboidratos, assim como óleos e alguns corpos proteicos (Juliano; Bechtel, 1985; Silva; Corrêa, 2008). A substância predominante é o amido, cuja semente é denominada amilácea. A concentração de amido no arroz pode variar devido a fatores genéticos e ambientais, como observado por Frei et al. (2003). O processamento também influencia o percentual de amido, sendo maior no arroz branco polido (87,6%) e no parboilizado polido (85,1%), comparado ao integral (74,1%) devido à remoção do farelo (Storck, 2004).

O amido é um homopolissacarídeo composto por cadeias de amilose e amilopectina: a amilose, que constitui a fração linear da molécula, é formada por unidades de (α -1,4)-D-glucosil, e a amilopectina por ligações de (α -1,4) e (α -1,6)-D-glucosil (Vandeputte et al., 2003). A amilose, juntamente com outras características

físicas e químicas do amido, como a consistência de gel e a temperatura de gelatinização, fornecem informações indiretas sobre as propriedades culinárias e sensoriais do arroz. As proporções diferem entre genótipos e, de maneira geral, os grãos são classificados conforme o teor de amilose que apresentam, como cerosos (TA 0% - 2%), teor de amilose muito baixo (TA 3% - 9%), teor de amilose baixo (TA 10% - 19%), teor de amilose intermediário (TA 20% - 25%) e alto teor de amilose (TA >25%) (Fitzgerald, 2004). Porém, embora o teor de amilose influencie de maneira acentuada as propriedades culinárias e sensoriais do grão, de forma geral, os detentores de maior teor de amilose têm textura mais firme após o cozimento, os quais são preferidos em diversos países, a exemplo do Brasil, por isso essa característica é avaliada durante o desenvolvimento de cultivares. Entretanto, outros fatores, como a estrutura das cadeias de amilopectina e o teor de proteína, também influenciam tal característica (Ong; Blanshard, 1995).

A composição do grão e das suas frações estão sujeitas a diferenças varietais, variações ambientais, de manejo, de processamento e de armazenamento (Zhou et al., 2002), resultando em grãos com características nutricionais diferenciadas (Juliano; Tũaño, 2019). Por exemplo, no arroz vermelho e no preto, há uma notável atividade antioxidante *in vitro* em função da presença de compostos bioativos específicos, ausentes nos tipos sem pigmento (Shao et al., 2011).

Embrião ou gérmen

Termo originado do latim, *germen*, que significa broto, o embrião do arroz é pequeno e se localiza na base do grão, caracterizando-se por ser responsável pela germinação do grão, possuir alto conteúdo lipídico e proteico e representar, aproximadamente, 3% do grão integral (Walter et al., 2008).

Classificação do grão de arroz

Os grãos de arroz são comercializados com base em padrões nacionais e internacionais de classificação, com o padrão oficial definido no Regulamento Técnico do Arroz, aprovado pela Instrução Normativa nº 6, de 16 de fevereiro de 2009 (Brasil, 2009), segundo a qual os requisitos de identidade do cereal são definidos pela própria espécie do produto e pela forma de apresentação, enquanto os requisitos de qualidade são definidos em função do processo de beneficiamento, das dimensões do grão e dos limites máximos de tolerância estabelecidos nessa norma. O regulamento normativo técnico trata também de normas para embalagem e rotulagem.

O arroz é classificado em dois grupos: arroz em casca e arroz beneficiado, os quais se dividem em subgrupos. O arroz em casca é dividido nos subgrupos natural e parboilizado; e o arroz beneficiado nos subgrupos arroz integral, arroz polido, arroz parboilizado integral e arroz parboilizado polido (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação do arroz por grupo e subgrupo, conforme a Instrução Normativa nº 6/2009.

Grupo	Subgrupo	Descrição
Arroz em casca	Arroz natural	Antes do beneficiamento não passa por qualquer preparo industrial ou processo tecnológico
	Arroz parboilizado	Submetido ao processo de parboilização, técnica que consiste em processo hidrotérmico, anterior às etapas de descasque e polimento, no qual o arroz em casca é imerso em água, em temperatura acima de 58 °C, seguido de gelatinização parcial ou total do amido e secagem. No processo, algumas substâncias hidrossolúveis como vitaminas e minerais são transportadas para o centro do grão, aumentando o valor nutritivo em relação ao arroz polido
Arroz beneficiado – produto maduro submetido a processo de beneficiamento e, no mínimo, sem casca	Arroz integral	Arroz descascado ou integral (esbramado), do qual somente a casca foi retirada
	Arroz polido	No beneficiamento se retiram o gérmen, o pericarpo e a maior parte da camada interna (aleurona)
	Arroz parboilizado integral	Integral a partir do grão parboilizado
	Arroz parboilizado polido	Polido a partir do grão parboilizado

Fonte: Brasil (2009).

As dimensões dos grãos inteiros após descasque e polimento são os parâmetros utilizados para enquadrar o arroz nas classes, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros estabelecidos pela Instrução Normativa nº 6/2009 para a classificação do arroz em casca, beneficiado, em variedades especiais em casca ou beneficiado e arroz com premix (produto de arroz beneficiado mais grãos ou grânulos com nutrientes, respeitada a legislação específica), conforme as dimensões.

Tipo	Característica do produto	
Classe	Longo fino	Produto com, no mínimo, 80% do peso dos grãos inteiros, medindo 6 mm ou mais de comprimento, espessura menor ou igual 1,9 mm e relação comprimento/largura maior ou igual a 2,75 mm após o polimento
	Longo	Produto com, no mínimo, 80% do peso dos grãos inteiros, medindo 6 mm ou mais de comprimento, após o polimento
	Curto	Produto com, no mínimo, 80% do peso dos grãos inteiros, medindo menos de 5 mm de comprimento, após o polimento
	Misturado	Produto que não se enquadra em nenhuma das classes anteriores

Fonte: Brasil (2009).

O tipo do arroz é determinado em termos de limites máximos de tolerância de tópicos considerados como defeitos, expressos em porcentagem por peso. Estão

sujeitos ao enquadramento de tipo o arroz em casca natural, o em casca parboilizado, o beneficiado integral, o beneficiado parboilizado polido, o beneficiado parboilizado integral, o beneficiado polido, o fragmento e a mistura de arroz polido e parboilizado. No caso do arroz beneficiado polido, os defeitos considerados são: matérias estranhas e impurezas; grãos mofados e ardidos; grãos picados e manchados; grãos gessados e verdes; grãos rajados; grãos amarelos; total de grãos quebrados e quirera. O tipo 1 tem menor tolerância para defeitos. A classificação abrange os tipos 1, 2, 3, 4 e 5, podendo se enquadrar também como fora de tipo e desclassificado. Os limites estabelecidos para os diferentes tipos de arroz beneficiado polido estão na Tabela 3.

Tabela 3. Limites máximos de tolerância, expressos em porcentagem por peso, para classificação do tipo do arroz beneficiado polido.

Tipo	Matérias estranhas e impurezas ¹	Mofados e ardidos	Picados ou manchados	Gessados e verdes	Rajados	Amarelos	Total de quebrados e quirera	Quirera ² (máximo)
1	0,1	0,15	1,75	2	1	0,5	7,5	0,5
2	0,2	0,3	3	4	1,5	1	15	1
3	0,3	0,5	4,5	6	2	2	25	2
4	0,4	1	6	8	3	3	35	3
5	0,5	1,5	8	10	4	5	45	4

Observação: O limite máximo de tolerância admitido para marinheiro (arroz em casca) é de dez grãos em 1.000 g para todos os tipos. Acima desse limite, o produto será considerado como fora de tipo.

¹ Matérias estranhas são corpos ou detritos de qualquer natureza estranhos ao produto, a exemplo de grãos ou sementes de outras espécies vegetais, sujidades e insetos mortos. No arroz com premix os grãos ou grânulos com nutrientes não são considerados matérias estranhas.

² Fragmento de arroz que vaza na peneira de furos circulares de 1,6 mm de diâmetro.

Fonte: Brasil (2009).

Considera-se fora de tipo a mistura de arroz polido e parboilizado que exceder os limites máximos de tolerância estabelecidos para o tipo único do Anexo IX da Instrução Normativa nº 6/2009, não podendo ser comercializada como se apresenta, devendo ser rebeneficiada, desdobrada ou recomposta para enquadramento em tipo. São desclassificados e considerados impróprios para o consumo humano os produtos que apresentarem uma ou mais das situações indicadas: a) mau estado de conservação; b) percentual de grãos mofados, ardidos e enegrecidos, de acordo com o subgrupo de ocorrência, igual ou superior a 5% quando o produto for destinado diretamente à alimentação humana; c) percentual de matérias estranhas e impurezas, de acordo com o subgrupo de ocorrência, igual ou superior a 3%, exceto para a categoria quirera dos fragmentos do arroz, que será de 7%.

O arroz mais consumido no Brasil é do tipo 1, classe longo fino. O tipo é definido por limites de tolerância e, nesse caso, no mínimo 80% dos grãos inteiros do arroz embalado no pacote devem medir 6 mm ou mais de comprimento, com espessura menor ou igual a 1,9 mm e a relação comprimento/largura maior ou igual a 2,75 mm após o polimento dos grãos (Figura 3).

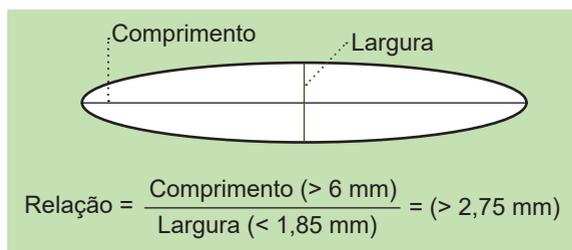


Figura 3. Dimensões do grão de arroz tipo 1.

Fonte: Adaptado pelos autores, de Brasil (2009).

O grão gessado é aquele descascado e polido, inteiro ou quebrado que apresenta no endosperma coloração totalmente opaca, semelhante ao gesso. Tal alteração ocorre pelo arranjo entre os grânulos de amido e proteína, o qual se desencadeia sob condições adversas de clima e cultivo. O grão gessado é considerado defeituoso e o consumidor brasileiro rejeita grãos com essas características.

No Brasil, o controle sanitário e a garantia da segurança e da qualidade dos produtos vegetais, incluindo o arroz, é uma responsabilidade compartilhada entre órgãos e entidades da administração pública, Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), Ministério de Minas e Energia (MME), órgãos de defesa do consumidor, Procon e Decon, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). O Mapa atua na certificação da identidade e da qualidade, fiscalizando estabelecimentos que preparam, embalam e comercializam produtos destinados ao consumo humano ou processamento.

Tipos especiais de arroz

Entendem-se como tipos especiais de arroz os que possuem características diferentes em relação aos considerados padrão, o grão branco longo e fino, o qual, após o cozimento, apresenta grão branco e solto. Essas características diferenciais podem estar relacionadas principalmente à forma e à dimensão do grão, bem como ao teor de amilose, à cor do endosperma, à textura e ao aroma (Figura 4).



Figura 4. Aspectos morfológicos, de coloração e de translucência de diferentes tipos de arroz de grãos especiais.

Foto: Ester Wickert

Atualmente, no Brasil, os tipos especiais de arroz são consumidos por segmentos específicos de mercado associados a tradições culturais de alguns povos ou mesmo oferecidos em restaurantes especializados ou étnicos, por isso têm maior custo. Os tipos especiais mais conhecidos e dispostos nas gôndolas dos supermercados são os de pericarpo colorido (vermelho e preto), de baixa amilose (culinária japonesa e italiana) e os aromáticos (associados à culinária oriental).

Arroz de pericarpo colorido ou pigmentado

Embora a maior parte do arroz cultivado e consumido no mundo pertença à espécie *O. sativa* e tenha pericarpo branco, há genótipos que produzem grãos com pericarpo de tonalidade marrom, vermelha, púrpura e preta, formadas por depósitos, em grande quantidade, de antocianina em diferentes camadas do pericarpo, do tegumento e da aleurona. A coloração torna-se visível quando os grãos são descascados, mas a tonalidade pode ser removida por polimento, revelando o endosperma branco (Chaudhary et al., 2001).

Ainda que os grãos de pericarpo branco sejam preferidos pelo consumidor, o pericarpo vermelho é uma característica disseminada entre as espécies ancestrais do arroz (*Oryza rufipogon* e *Oryza nivara*), bem como na outra espécie cultivada, *Oryza glaberrima*, presente apenas no Oeste da África (Pereira, 2019). Nos grãos de cor vermelha e preta, dois genes de ação dominante estão envolvidos na deposição de pigmentos primários de antocianina, também chamados de proantocianidinas, *Pb* e *Pp*, localizados nos cromossomos 1 e 4 (Rahman et al., 2013). Os pigmentos que conferem cor parecem atuar de forma vital contra patógenos e predadores, além de contribuir em funções fisiológicas da semente, como maturação e dormência, razão pela qual, provavelmente, mutações espontâneas que inibiam a produção de pigmento foram selecionadas em detrimento do genótipo original (Shirley, 1998). Entretanto, em algumas regiões do mundo, genótipos de arroz de pericarpo colorido são preferidos por seu sabor e textura ou associados a tradições cerimoniais culturais e/ou atribuídos valores medicinais (Pereira, 2004, 2019; Sweeney et al., 2006).

O arroz vermelho mais conhecido é a forma espontânea da espécie *O. sativa*, considerada como planta invasora, o arroz daninho, ao causar consideráveis prejuízos às lavouras de arroz branco por competir diretamente com luz, água e nutrientes e o alto grau de degrane natural, acarretando aumento dos custos de produção devido ao dispêndio das práticas adicionais de controle adotadas pelo produtor, além das sementes de arroz vermelho permanecerem viáveis no solo por longo tempo, tornando difícil a erradicação em áreas infestadas (Noldin et al., 2004). Entretanto, ecótipos com baixo degrane natural são conhecidos e cultivados há milhares de anos em diferentes regiões da Ásia, sendo alguns introduzidos no século 16 na região Nordeste do Brasil, onde ficaram conhecidos

como arroz de Veneza. A diferença, botanicamente, é que um existe na forma cultivada, enquanto o outro é uma forma espontânea, ou seja, enquanto o cultivado vem sendo submetido a um longo processo de seleção, o espontâneo continua uma planta silvestre.

No Brasil, o arroz vermelho é cultivado principalmente na região Nordeste e a produção está associada ao hábito alimentar das populações locais que se utilizam de práticas culturais rudimentares, tornando a produção apenas de subsistência.

O arroz preto também é originário da China, onde é plantado há mais de 4.000 anos, e era conhecido como 'arroz proibido', uma vez que o consumo estava restrito apenas ao imperador chinês e aos altos mandatários do Império do Sol. Análises realizadas mostraram que esse arroz possui maior quantidade de proteínas, fibras e carboidratos do que o arroz branco e o integral, entretanto, a maior vantagem está na quantidade de compostos fenólicos, que são poderosos antioxidantes benéficos para a saúde, sendo cerca de dez vezes maior do que no arroz integral, por isso a classificação é pleiteada como alimento funcional.

Uma vez que o arroz vermelho e o preto são consumidos na forma integral, ambos possuem maior valor nutricional do que o branco parboilizado ou polido. São reportadas na literatura as propriedades nutraceuticas das antocianinas, evidenciando as propriedades antioxidantes, conhecidas por sua associação na redução do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares crônicas, diabetes tipo 2 e alguns tipos de câncer (Shao et al., 2011), além de proteger o organismo do declínio cognitivo e de outras desordens metabólicas.

Arroz de baixa amilose

O arroz com baixo teor de amilose e, por consequência, alta capacidade de agregação dos grãos entre si (glutinoso) é muito utilizado na culinária oriental para o preparo de pratos típicos, principalmente a japonesa. As variedades Koshihikari e Sasanishiki são consideradas referências de tipo de grão para a culinária japonesa (Figura 5). Os grãos são pequenos, brilhantes e têm formato arredondado, mantendo-se coesos após o cozimento para sushi e nigiri. Grãos de aspecto ceroso ou completamente gessado também são utilizados para o preparo do tradicional mochi, mais conhecido no Brasil como moti (Figura 6). Embora tenham características culinárias excelentes, a produção desses grãos é dificultada por causa da suscetibilidade a doenças.

Grãos com baixa amilose também são muito utilizados na tradicional culinária italiana, dado que risotos também utilizam grãos agregadores com a característica de absorver sabores durante o cozimento, mantendo a forma e produzindo pratos cremosos. Embora existam muitas variedades com formato e aparência de grão

diferentes que têm as características requeridas para o preparo de risoto, no mercado brasileiro os representantes mais conhecidos são as variedades Arbório e Carnaroli (Figura 7), variedades antigas e tradicionais que apresentam dificuldades de cultivo em função de suscetibilidade a doenças e arquitetura de plantas.



Figura 5. Aspectos morfológicos dos grãos especiais da culinária japonesa para o preparo de sushi e niguri. Da esquerda para a direita, grãos polidos, integrais e em casca.

Foto: Ester Wickert



Figura 6. Aspectos morfológicos dos grãos especiais gessados/cerosos polidos, integrais e em casca utilizados na culinária japonesa para o preparo de mochi. Da esquerda para a direita, grãos polidos, integrais e em casca.

Foto: Ester Wickert



Figura 7. Aspectos morfológicos, de formato, coloração e translucência de diferentes tipos de grãos de arroz polidos para risoto. Acima, da esquerda para a direita, Arborio e Carnaroli. Abaixo, esquerda para direita, Roma e Vialone Nano.

Foto: Ester Wickert

Arroz aromático

O arroz aromático, do qual as variedades Basmati e Jasmine são as mais conhecidas, agrega um conjunto de variedades que produzem altas concentrações de 2-acetil-1-pyrroline, composto volátil que confere a essas variedades um aroma natural amanteigado ou de pipoca de micro-ondas. Esse tipo de arroz é originário das planícies centrais da Tailândia, onde começou a ser cultivado há mais de 4.000 anos, tem grande valor comercial e é muito apreciado pela alta gastronomia, consumido em grãos integrais ou polidos, os quais têm formato longo fino, brancos, translúcidos ou com algumas áreas gessadas, sendo a diferença entre ambos mais visível após o cozimento. Enquanto a variedade Jasmine, no cozimento, tem crescimento equivalente ao formato, a variedade Basmati cresce mais no comprimento do que na largura e espessura, com um fator de alongação de cerca de duas vezes o comprimento inicial (Colombari Filho et al., 2018). Ambas apresentam sabor adocicado, textura macia e aroma sofisticado.

O aroma em arroz é uma característica sensorial identificada como o odor exalado por genótipos aromáticos (Sun et al., 2008). É essencial que esse fenótipo seja identificado pelos melhoristas em estágios precoces dos programas de melhoramento, uma vez que se trata de caráter de efeito recessivo. O fenótipo aroma, em arroz, é geneticamente controlado por genes presentes no núcleo das células e de herança independente do citoplasma, provavelmente envolvendo genes modificadores sem efeito materno. Estudos também demonstraram que o fenótipo não aromático tem efeito dominante (Sun et al., 2008). Variedades aromáticas

emitem aroma a partir das folhas, grãos e órgãos reprodutivos em diferentes estágios de maturação. Diferentes constituintes químicos estão envolvidos, embora a 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) seja o componente principal do aroma em arroz. O acúmulo de 2AP em genótipos aromáticos pode ser explicado pelas mutações que resultam na perda da função do produto do gene *fgr* (Bradbury et al., 2005).

O arroz aromático constitui-se de um tipo especial de grão destinado a segmentos de mercado de alto valor agregado, em função do aroma distinto e agradável, entre os quais o Basmati, da Índia e Paquistão, e o Jasmine, da Tailândia, representantes mais conhecidos de tipos aromáticos. No Brasil, em 1985, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) lançou a variedade Empasc 104 que, embora desenvolvida para o mercado de arroz branco, também apresentava a característica aromática (Figura 8). Cultivares aromáticas são altamente valorizadas na Ásia e largamente aceitas na Europa, na Austrália e nos Estados Unidos. O aroma e a intensidade são considerados os principais fatores determinantes da aceitação do consumidor e a comercialização das variedades nesses locais (Sakthivel et al., 2009).



Figura 8. Aspectos morfológicos, de coloração e de translucência de diferentes tipos de arroz de grãos aromáticos polidos.

Foto: Ester Wickert

Tipos especiais de arroz no Brasil

O mercado para os tipos especiais de arroz experimenta crescimento acelerado em todo o mundo. Conhecedoras da tendência atual de consumidores dispostos a adotar novos produtos, algumas indústrias e varejistas realizaram investimentos no setor, principalmente na importação dos produtos desejados pelo mercado, tanto dos tipos de pericarpo colorido quanto dos de baixa amilose e aromáticos.

O segmento de mercado que atende aos tipos especiais de arroz (alto valor agregado) sente os efeitos da falta de uma estrutura produtiva organizada para atender às demandas. A oferta de cultivares de grãos de pericarpo colorido, aromáticos e de baixa amilose e as recomendações para cultivo, constituem-se nos primeiros passos para o atendimento dessa cadeia.

O fato de os tipos especiais de arroz possuírem um valor agregado normalmente superior ao do branco torna o cultivo desses tipos atrativo para os agricultores. Entretanto, ainda é restrito devido à carência de informações sobre os genótipos e a falta de variedades recomendadas para produção nos diferentes estados do Brasil.

O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) foi o pioneiro no lançamento de variedades de grãos especiais, aromático (IAC 500), preto (IAC 600) e de baixa amilose (IAC 400 e IAC 300) nos anos de 2001, 2004, 2005 e 2009, respectivamente. Entretanto, a adoção não foi significativa, possivelmente por causa do mercado incipiente na época e do desconhecimento do grande público dos diferentes tipos de arroz (IAC, 2001, 2004, 2005, 2009).

Cientes do papel fundamental no desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias para a sustentabilidade do sistema de produção de arroz irrigado do Brasil, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) desenvolveram variedades de arroz destinadas ao mercado de tipos especiais, o que é foco de pesquisa e desenvolvimento das duas empresas, constituindo-se em uma alternativa para a viabilização econômica de pequenas propriedades que têm a cultura como principal fonte de renda.

A Epagri e a Embrapa conduzem programas de melhoramento visando selecionar variedades para o mercado de tipos especiais com resistência a fatores bióticos e abióticos, arquitetura de planta moderna e com as características de qualidade de grão requeridas. Assim, em 2013, a Epagri disponibilizou duas cultivares de pericarpo colorido, as variedades SCS119 Rubi (Figura 9), vermelho, e a SCS120 Ônix (Figura 10), preto (Wickert et al., 2014). Em 2014, a Embrapa disponibilizou a cultivar BRS 358 (Cordeiro et al., 2014), com atributos para a culinária japonesa, e em 2015, a cultivar BRS 902 (Figura 11), de pericarpo vermelho e grãos curtos e arredondados, muito apreciados na culinária nordestina (Pereira et al., 2015). Em 2018, a Epagri lançou a variedade SCS123 Pérola (Figura 12) destinada à culinária italiana, mais especificamente ao tão apreciado risoto (Wickert et al., 2018), e o IAC lançou a variedade IAC 301, para a citada culinária (IAC, 2018).



Figura 9. Aspectos morfológicos dos grãos descascados e em casca da variedade de arroz vermelho SCS119 Rubi.

Foto: Ester Wickert



Figura 10. Aspectos morfológicos dos grãos descascados e em casca da variedade pigmentada SCS120 Ônix.

Foto: Ester Wickert



Figura 11. Aspectos morfológicos dos grãos da variedade de arroz vermelho BRS 902.

Foto: Maria Eugênia Ribeiro



Figura 12. Aspectos morfológicos dos grãos polidos e em casca da variedade para risoto SCS123 Pérola.

Foto: Ester Wickert

Etapas de beneficiamento do grão de arroz

Depois de colhido, o grão é submetido a um conjunto de operações antes de chegar ao consumidor. Cada etapa tem um objetivo específico e é realizada por máquinas especializadas, considerando as diferentes características físicas entre os grãos. O conjunto das operações visa aprimorar a qualidade e padronizar os grãos.

O arroz beneficiado é o grão submetido a processo de beneficiamento e que se encontra desprovido, no mínimo, da casca. Os grãos coloridos, usualmente, são consumidos na forma integral, que é o produto do qual somente a casca foi retirada. O grão branco polido é o do qual se retira o gérmen (embrião), o pericarpo e a maior parte da camada interna (aleurona) no beneficiamento, gerando o farelo. Os nutrientes não estão uniformemente distribuídos nas diferentes frações do grão, situando-se nas camadas externas as maiores concentrações de proteínas, lipídios, fibras, minerais e vitaminas, enquanto o centro é rico em amido. Assim, o polimento resulta na redução do teor de nutrientes, exceto de amido, originando as diferenças na composição entre o arroz integral e o polido (Walter et al., 2008). As etapas de beneficiamento, realizadas na maioria das indústrias, são relatadas a seguir.

Pré-limpeza

O arroz colhido do campo, antes da secagem, deve passar pela pré-limpeza para que sejam eliminadas as impurezas, geralmente, maiores que os grãos, como torrões, insetos, folhas verdes, palhas e sementes de plantas daninhas ou de outras espécies que dificultem as operações subsequentes, propiciando

aumento na eficiência dos processos de secagem, com redução de custos e melhor classificação do produto. Além disso, o procedimento inibe o desenvolvimento de microrganismos e a proliferação de insetos. Realizado por uma máquina feita de peneiras de diferentes tamanhos que vibram a velocidades distintas, o processo separa a sujeira e o arroz de má qualidade daquele que vai ser comercializado.

Secagem e armazenamento

No processo industrial, recomenda-se o método de secagem intermitente, que consiste em passar o produto duas a três vezes pelo secador até atingir a umidade adequada de armazenamento, entre 12% e 14%, operação necessária para evitar a fermentação na massa dos grãos, o que os tornam impróprios para o consumo. A secagem pode ser obtida naturalmente ao sol ou artificialmente nas indústrias. A secagem ao sol é normalmente utilizada por agricultores que não possuem acesso à infraestrutura de secagem industrial.

A secagem, quando processada de forma insatisfatória, interfere na qualidade do grão, sendo um dos problemas quando é feita uma secagem rápida, diminuindo bruscamente o teor de umidade de uma massa de grãos. Nesse caso, como a umidade não é uniforme em todos os grãos, os que entram no secador com umidade baixa ficam muito secos ao final do processo e, durante o repouso, ao entrarem em contato com os grãos com umidade mais alta, realizam a troca de umidade, formando uma tensão nas camadas inferiores dos grãos, ocasionando ruptura ou trincamento.

O armazenamento do arroz, além da convencional formação de estoque para ser utilizado na entressafra, tem outra finalidade, com algumas cultivares necessitando de um tempo de armazenamento, no jargão da rizicultura conhecido como “tempo de prateleira”, durante o qual ocorre melhora significativa da qualidade do produto, diminuindo a tendência de aglomerar-se após o cozimento, apresentando maior capacidade de absorção de água. Os grãos das cultivares possuidoras dessa característica, quando são cozinhados antes do citado período, ficam empapados.

Processamento

Após o armazenamento, há aquisição pelas indústrias de beneficiamento e, daí em diante, inicia-se o processamento, composto de 12 etapas: limpeza; descascamento; separação pela câmara de palha; separação de marinho – quando o grão conserva a casca após o beneficiamento, correspondendo ao produto em casca, encontrado no arroz beneficiado (Brasil, 2009); separação de pedras; brunição; polimento; classificação; padronização via seleção eletrônica; limpeza; empacotamento; e enfardamento (Figura 13). O número e a precisão das etapas dependem da qualidade dos equipamentos e da desejada.

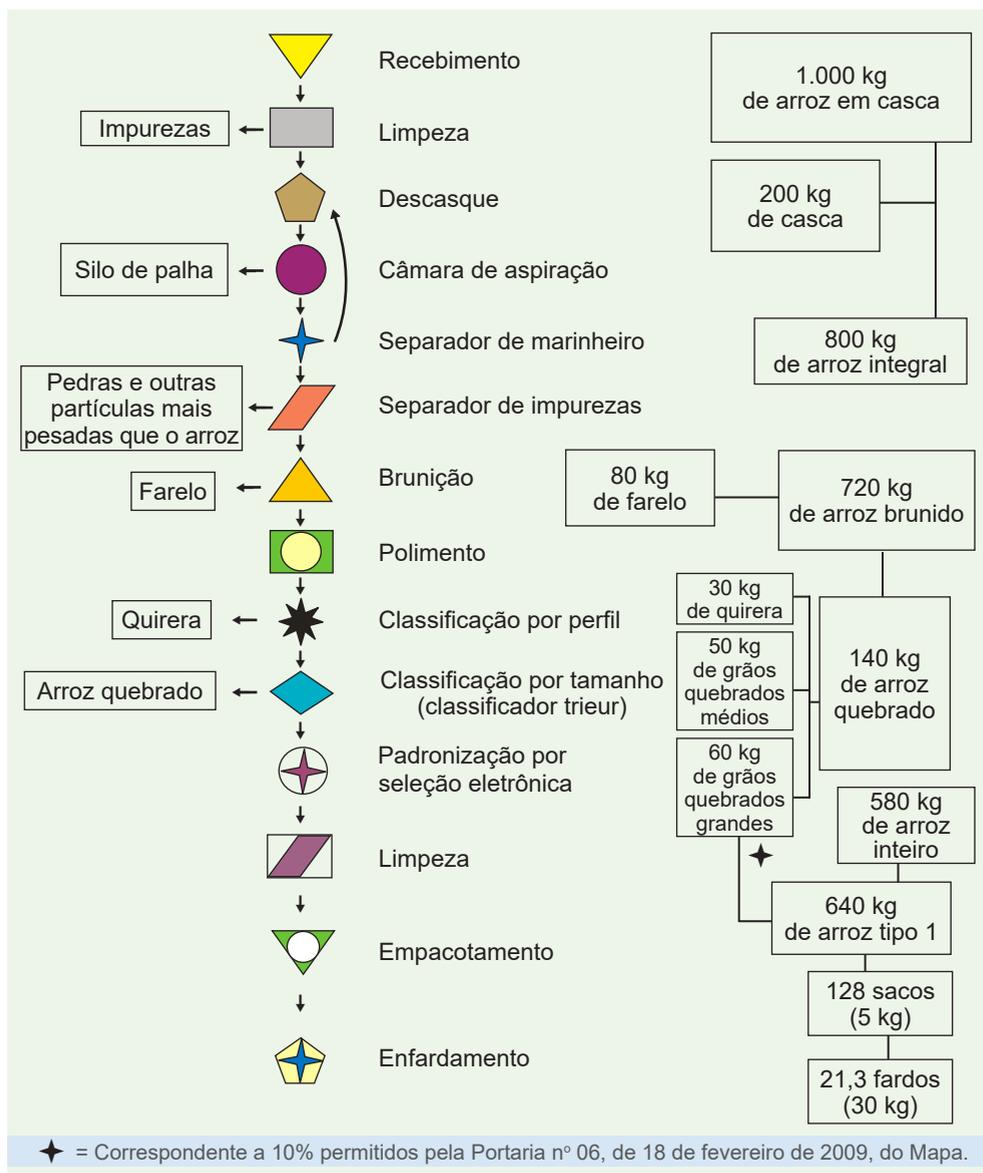


Figura 13. Etapas do beneficiamento para obtenção do arroz branco polido e quantidades aproximadas de produtos e subprodutos obtidas com o processamento de uma tonelada de arroz em casca.

Fonte: Adaptado de Castro et al. (1999).

Limpeza

Por mais eficazes que sejam os cuidados na colheita e na pré-limpeza, o arroz com casca ainda pode conter substâncias estranhas e impurezas. A limpeza é realizada

por uma máquina de ar e peneira, cujo funcionamento é similar ao da máquina de pré-limpeza, porém com mais recursos para separar as impurezas não eliminadas nessa etapa. A operação tem maior número de opções de peneiras e melhor controle de ventilação, aspirando ou soprando os corpos estranhos mais leves que o grão.

Descascamento

Etapa do beneficiamento que consiste na separação da casca do grão (Figura 14), originando o arroz descascado ou integral (Figura 15). O arroz é descascado por dois roletes de borracha que funcionam em direções opostas e com velocidades diferentes, retirando o grão do interior da casca, o qual passa através de um pequeno espaço existente entre os dois e sofre um movimento de torção que possibilita a separação. Na operação deve-se evitar a quebra de grãos. A porcentagem total de grãos inteiros é chamada de renda de benefício.



Figura 14. Arroz em casca.

Ilustração: Fábio Fernandes Noleto



Figura 15. Arroz integral.

Ilustração: Fábio Fernandes Noleto

Separação na câmara de palha

Após o descascamento o arroz passa pela câmara de palha, que separa, através de sistema pneumático, o arroz inteiro do arroz mal granado ou verde da casca e de seus derivados. Cabe ressaltar que, entre os subprodutos do beneficiamento, a casca representa o maior volume, correspondente, em média, a 22%. Na separação pela câmara de palha, a casca é direcionada para um silo.

Separação de marinheiro

Normalmente, o descascador não consegue remover a casca de todos os grãos e os que permanecem com casca são chamados de marinheiros. A retirada dos

marinheiros é importante para a qualidade do produto final, os quais são separados nessa etapa, voltando para o descascador, enquanto os outros grãos seguem o fluxo.

Separação de pedras

Nessa etapa, o separador elimina as impurezas, retirando partículas sólidas maiores que o grão de arroz, tais como pedras, insetos, corpos estranhos e outros elementos.

Brunição e polimento

Conhecida também como branqueamento, nesse estágio o arroz descascado, integral, é lixado por máquinas compostas por pedras abrasivas (brunidores) que retiram a película externa do grão, parte do endosperma e a totalidade do embrião, assim como separam o arroz branco. O polimento do grão reduz o teor de nutrientes, exceto de amido, o que ocasiona diferenças na composição do arroz polido comparado com o integral (Walter et al., 2008; Brasil, 2009). A presença do farelo atribui ao arroz integral maior conteúdo de fibras, lipídios, vitaminas e minerais, além de valor nutritivo superior ao branco ou polido. Complementando o processo de brunição, faz-se a homogeneização, ocasião em que uma máquina, utilizando a pulverização de água e ar, retira o farelo de arroz que ainda permanece aderido ao grão. Conquanto o polimento objetiva melhorar a aparência, conferindo mais brilho ao arroz após a brunição.

Classificação

Na classificação os cilindros alveolados ou trieur separam os grãos quebrados e descascados que não foram separados na pré-limpeza, dos grãos inteiros. Além dos cilindros, a mesa de gravidade ou densimétrica, que classifica por peso específico, elimina os grãos mais leves que, embora não se diferenciem dos mais pesados na forma ou dimensão, não foram removidos pelos equipamentos de limpeza.

Os grãos quebrados são utilizados para compor marcas comerciais inferiores ou por outras empresas, como cervejarias, fábricas de ração animal e de farinha de arroz (Figura 16).

A quantidade de arroz quebrado produzida durante o beneficiamento pode ocorrer, entre outras causas, por características genéticas da cultivar, do teor de umidade dos grãos na colheita e durante o beneficiamento e das condições sanitárias do produto.



Figura 16. Farinha de Arroz.

Ilustração: Fábio Fernandes Noleto

Padronização

Selecionador eletrônico é um equipamento que separa os grãos de acordo com um padrão pré-estabelecido de coloração, granulometria e homogeneidade. A seleção é feita por leitor ótico que analisa os grãos individualmente e elimina, com um jato de ar, os defeituosos ou fora do padrão estabelecido.

Limpeza

Para garantir a higiene e a limpeza depois da seleção eletrônica, os grãos passam por uma câmara para retirar o farelo acumulado nas etapas anteriores. Tal operação deve ser bem-feita, pois o farelo remanescente adere às embalagens plásticas, prejudicando a aparência do produto.

Empacotamento e enfardamento

As empacotadoras realizam a dosagem da quantidade de arroz a ser embalada, normalmente em sacos plásticos de 1 kg ou 5 kg, os quais constituem os pacotes ofertados no varejo.

A normalização das formas de apresentação para o consumo de arroz é feita pelo Mapa, por meio da Instrução Normativa nº 06, de 16 de fevereiro 2009, que estabelece a observância das formas de embalagem com os seguintes critérios: economia de custo; facilidade de manuseio e transporte; segurança; proteção; conservação e integridade do produto; boa apresentação; facilidade de fiscalização da qualidade e de outras características, tais como tamanho, forma, capacidade, peso e resistência; e facilidade de marcação e rotulagem.

Entre a indústria e o mercado varejista, o arroz é comercializado em fardos de 30 kg (seis pacotes de 5 kg ou 30 de 1 kg). O enfardamento é feito por equipamento automatizado.

Formas de utilização do arroz

Além do consumo tradicional de arroz integral, branco e parboilizado, existe grande diversificação de produtos tanto na forma de grãos inteiros como de farinhas e amido, a qual é importante economicamente para a cultura, tanto na agregação de valor ao produto primário como na ampliação das opções de mercado.

Alimentação humana

Tradicionalmente, no Brasil o arroz sempre foi consumido, essencialmente, em grão polido, branco ou parboilizado. Nas últimas duas a três décadas, à medida que aumentou a produção para níveis superiores ao consumo do mercado interno, associada à redução no consumo per capita de arroz no País, aumentou também a

necessidade de outras formas de uso ou consumo, antes restritas ao arroz quebrado e ao sem classificação. Outro fator que contribuiu para a diversificação de uso é a busca por alternativas de alimentação mais seguras e saudáveis, incluindo o arroz integral e os tipos especiais coloridos, além dos com características específicas, como arroz para risoto, aromático, grãos tipo cateto ou com baixa amilose, para sushi. Importante também é o crescente percentual da população com intolerância ao glúten, para a qual o arroz é uma excelente alternativa, tanto para consumo como fonte de carboidratos, como de subprodutos da farinha de arroz, dentre os quais as bebidas fermentadas, como a cerveja. Os avanços no conhecimento científico e tecnológico permitem redefinir o valor do arroz sob o enfoque da exploração das propriedades nutricionais, físico-químicas, aplicações em novos produtos e estratégias de comercialização.

a) Grão integral, parboilizado e polido - O consumo de arroz integral, parboilizado ou não, é insignificante se comparado como o polido, apesar da tendência de crescimento, dada a preocupação de parte da população em priorizar o consumo de alimentos menos processados e com maior valor nutricional. O arroz integral destaca-se nesse aspecto por conter percentuais mais elevados de lipídeos, de fibra total e de proteínas, comparativamente com o polido (branco ou parboilizado) (Tabela 4).

Na diversificação do consumo do arroz, destaca-se ainda a utilização na forma de outros produtos, entre os quais, o arroz de cozimento rápido (*quick-cooking rice* ou arroz de minuto); o enriquecido com vitaminas; o enlatado (sopas); e o expandido ou inflado, utilizado no preparo de alimentos matinais.

Tabela 4. Composição centesimal média (porcentagem de matéria seca) em arroz integral, arroz branco polido e arroz parboilizado polido.

Componente	Arroz integral	Branco polido	Parboilizado polido
Amido total	74,12	87,58	85,08
Proteína (N x 5,95)	10,46	8,94	9,44
Lipídios	2,52	0,36	0,69
Cinzas	1,15	0,3	0,67
Fibra total	11,76	2,87	4,15
Fibra insolúvel	8,93	1,05	1,63
Fibra solúvel	2,82	1,82	2,52

Fonte: Walter et al. (2008).

b) Farinhas - A farinha de arroz não contém glúten, por isso é uma excelente opção para as pessoas com doença celíaca ou com intolerância ocasional. Os diferentes tipos de farinha se distinguem conforme o tipo de arroz e de beneficiamento do grão utilizados, integral, polido, parboilizado integral e parboilizado polido. Assim como o arroz parboilizado, a farinha produzida com esse grão tem maior tempo de prateleira ou validade, comparativamente ao integral não parboilizado.

A farinha de arroz integra com frequência a primeira alimentação sólida de bebês. O teor de amilose é uma característica muito importante na elaboração da farinha de arroz, pois os produtos fabricados que contenham baixa amilose têm textura mais leve e crocante. Entretanto, as com alto teor de amilose, entre 25% e 30%, são mais adequadas para gêneros para fritar ou assar. Destaca-se que produtos à base de farinha de arroz reduzem a absorção de gordura durante a fritura.

c) Farelo - É o subproduto resultante do polimento do arroz integral para a obtenção do polido, branco ou parboilizado, representando cerca de 8% a 10% do grão em casca. Tradicionalmente, no Brasil o farelo de arroz é fonte de alimentação para animais, no entanto, o farelo se constitui numa excelente fonte de vitaminas, sais minerais, fibras e proteínas e, graças ao desenvolvimento de inúmeros trabalhos de pesquisa, existe muito conhecimento sobre a composição e os benefícios para a saúde, além da ampliação das possibilidades de uso no desenvolvimento de novos produtos (Carvalho; Bassinello, 2006). Estudos realizados por Lacerda et al. (2010) mostraram que o farelo de grãos parboilizados tem maior teor de proteínas (17,2 g 100 g⁻¹), lipídios (36 g 100 g⁻¹), fibra alimentar (34,1 g 100 g⁻¹), cálcio (99,5 mg 100 g⁻¹), zinco (15,6 mg 100 g⁻¹), cobre (1,5 g 100 g⁻¹) e manganês (17,8 g 100 g⁻¹), da mesma forma, menor teor de carboidratos (5,7 g 100 g⁻¹), cinzas (7,1 g 100 g⁻¹), potássio (507,6 mg 100 g⁻¹) e ferro (6,8 mg 100 g⁻¹), em comparação com o farelo de arroz integral não parboilizado. O farelo de arroz oferece benefícios à saúde, tais quais o teor de fibras que favorece as funções do trato intestinal e ajuda prevenir o câncer de cólon; e a fibra e o óleo que atuam reduzindo o colesterol e, conseqüentemente, os riscos de doenças cardíacas (Carvalho; Bassinello, 2006), sendo usado como importante ingrediente, tanto para alimentação humana quanto animal.

d) Bebidas à base de arroz - Em países asiáticos, historicamente, o arroz é consumido em grãos e na conformação de inúmeros produtos fermentados, classificados como sólidos, pastosos e líquidos, a exemplo do vinagre de arroz. Especialmente na China (*Shaoxing rice wine*) e no Japão (saquê), as bebidas à base de arroz sempre ocuparam posição de destaque (Wang, 1991). Na Europa e na América do Norte, e mais recentemente no Brasil, tem aumentado o mercado de bebidas à base de arroz, especialmente para a alimentação infantil, mas também com foco no atendimento à população com restrições ao glúten e à lactose.

A cerveja é uma das bebidas mais consumidas no mundo e o malte de cevada é o principal ingrediente utilizado e o mais apropriado, graças às características físico-químicas e às enzimas amilolíticas desenvolvidas durante o processo germinativo (Ceppi; Brenna, 2010). No entanto, devido ao conjunto de proteínas presentes no cereal (glúten), a cerveja é uma bebida limitada para os celíacos. As estimativas indicam que 1% da população mundial é acometida da doença celíaca e cerca de 6% têm sensibilidade ao glúten. O arroz tem sido usado como complemento ao malte de cevada (Marconi et al., 2017). No entanto, mais recentemente, informações sobre o uso do arroz maltado vêm destacando as características dos grãos para a fabricação

de cerveja de qualidade, totalmente de arroz (Okafor; Iwouno, 1990; Ceppi; Brenna, 2010; Mayer et al., 2016). Aliados do aumento paulatino das informações disponíveis, a disponibilidade de arroz no mercado, a busca de novas utilidades para o produto e o aumento da demanda por uma bebida livre de glúten, são razões para a demonstração de interesse de empresas nesse mercado. Tais possibilidades aumentam, em várias regiões do Brasil, o número de microcervejarias, as quais têm melhor estrutura logística para oferecer produtos diferenciados ao mercado consumidor.

e) Óleo - Obtido do farelo de arroz, a etapa inicial do processo é a extração, com solventes orgânicos, do óleo bruto. O refino, subsequentemente, remove compostos apolares e semipolares de alto (ceras) e baixo (odores) pesos moleculares, além dos que acarretam interferências na cor. O refino do óleo de arroz deve promover o mínimo de alterações na composição dos ácidos graxos do óleo. O óleo contém uma substância chamada oryzanol, que é a mistura de ésteres de ácido felúrico com álcoois triterpenos, rica em tocoferóis (vitamina E). Esses compostos têm propriedades antioxidantes que proporcionam vários benefícios.

O óleo de arroz é usado na alimentação humana, auxiliando a reduzir o colesterol ruim e aumentar o bom, estimulando o sistema imunológico e protegendo o coração devido à ação antioxidante e à presença da vitamina E que previne danos celulares (Esa et al., 2013; Bodie et al., 2019), podendo ser acrescentado também em pratos como peixes e saladas.

Alimentação animal

Tradicionalmente, o conhecido arroz de terceira era comercializado como alimento animal, especialmente para cães ('arroz para cachorro'). Com o crescimento do mercado de rações para pets, eventualmente, o arroz quebrado passou a ser utilizado como um dos componentes da ração animal. No ano de 2015, a Embrapa lançou uma cultivar de arroz, BRS AG Gigante, com alto potencial produtivo, destinada para uso na ração animal e/ou produção de etanol (Magalhães Júnior et al., 2015).

Indústria farmacêutica e cosmética

O amido de arroz pode ser utilizado na indústria farmacêutica em preparações tópicas, como pomadas, e excipientes para comprimidos e cápsulas (Mitchell, 2009; Builders; Arhewoh, 2016). Entretanto, apesar das excelentes características químicas e físicas do amido de arroz, um melhor aproveitamento ainda é inviabilizado por causa do maior custo, comparado com o amido de milho. Na indústria cosmética, são conhecidos e utilizados desde a Idade Antiga diferentes produtos como o óleo e o amido de arroz, em função das propriedades adstringentes, emolientes, esfoliantes e cicatrizantes (Builders; Arhewoh, 2016; Khir; Pan, 2019). Atualmente é utilizado na formulação de emulsões (cremes e loções) e produtos para maquiagem (blushes, sombras e pó compacto) para absorver a oleosidade e auxiliar na excelência

sensorial da fórmula. Retratando uma substância de fácil absorção e contendo altos índices de compostos antioxidantes, o óleo de arroz também é usado para hidratação da pele e formulações cosméticas, como de xampus e condicionadores.

Outros usos

A casca é um subproduto do descascamento do arroz e, por muito tempo, foi objeto de descarte em aterros sanitários ou simplesmente no ambiente, causando impactos negativos para a natureza. Devido a crescente preocupação de muitas empresas com a sustentabilidade ambiental e o elevado aumento do custo da energia de operação, várias indústrias arroseiras investiram no processo de geração de energia a partir da casca. Além de gerar energia por meio da combustão, a casca e a própria cinza têm inúmeros outros usos, entre os quais citam-se: como substrato para cultivo de plantas; elemento na fabricação de produtos adsorventes de materiais tóxicos; componente da ração animal; base para camas ou ninhos de animais; e parte da confecção de tijolos e outros materiais (Carvalho; Bassinello, 2006).

Referências

- BODIE, A. R.; MICCICHE, A. C.; ATUNGULU, G. G.; ROTHROCK JUNIOR, M. J.; RICKE, S. C. Current trends of rice milling byproducts for agricultural applications and alternative food production systems. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 3, article 47, June 2019. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00047>.
- BRADBURY, L. M. T.; FITZGERALD, T. L.; HENRY, R. J.; JIN, Q.; WATERS, D. L. E. The gene for fragrance in rice. **Plant Biotechnology Journal**, v. 3, n. 3, p. 363-370, May 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-7652.2005.00131.x>.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 6, de 16 de fevereiro de 2009. Aprova o Regulamento Técnico do Arroz, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 17 fev. 2009. Seção 1, p. 3.
- BUILDERS, P. S.; ARHEWOH, M. I. Pharmaceutical applications of native starch in conventional drug delivery. **Starch**, v. 68, n. 9/10, p. 864-873, Sept. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/star.201500337>.
- CARNEY, J. O Arroz africano na história do novo mundo. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 6, n. 2, p. 182-197, maio/ago. 2017. DOI: <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2017v6i2>.
- CARVALHO, J. L. V.; BASSINELLO, P. Z. Aproveitamento industrial. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. (ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 901-931.
- CASTRO, E. M.; VIEIRA, N. R. A.; RABELO, R. R.; SILVA, S. A. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 34). <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/208032>.
- CEPPI, E. L. M.; BRENNA, O. V. Brewing with rice malt - a gluten free alternative. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 116, n. 3, p. 275-279, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2010.tb00431.x>.
- CHAUDHARY, R. C.; TRAN, D. V.; DUFFY, R. **Specialty rices of the world: breeding, production, and marketing**. Rome: FAO, 2001. 358 p.

COLOMBARI FILHO, J. M.; RANGEL, P. H. N. Cultivares. In: BORÉM, A.; NAKANO, P. H. (ed.). **Arroz: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. p. 84-121.

COLOMBARI FILHO, J. M.; PEREIRA, J. A.; VANIER, N. L. Mercado brasileiro para tipos especiais de arroz: pigmentados, aromáticos e para culinárias japonesa e italiana. **Informe Agropecuário**, v. 39, n. 301, p. 86-95, 2018.

CORDEIRO, A. C. C.; RANGEL, P. H. N.; BASSINELLO, P. Z.; MORAIS, O. P.; MOURA NETO, F. P.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; WICHERT, E.; TORGA, P. P.; CAMPOS, G. W.; STAUT, L. A.; AMORIM NETO, S.; PEREIRA, J. A.; KOAKUZU, S. N.; COLOMBARI FILHO, J. M.; FRIGERI, T. **BRS 358: cultivar de arroz irrigado com tipo de grãos para a culinária japonesa**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2014. 5 p. (Embrapa Roraima. Comunicado técnico, 81).
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1025341>.

ESA, N. M.; LING, T. B.; PENG, L. S. By-products of rice processing: an overview of health benefits and applications. **Journal of Rice Research**, v. 1, 107, Aug. 2013. DOI: <https://doi.org/10.4172/jrr.1000107>.

FERREIRA, C. M.; PINHEIRO, B. S.; SOUZA, I. S. F.; MORAIS, O. P. **Qualidade do arroz no Brasil: evolução e padronização**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 62 p.

FITZGERALD, M. A. Starch. In: CHAMPAGNE, E. T. (ed.). **Rice chemistry and technology**. 3rd ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 2004. p. 109-141.

FITZGERALD, M. A.; MCCOUCH, S. R.; HALL, R. D. Not just a grain of rice: the quest for quality. **Trends in Plant Science**, v. 14, n. 3, p. 133-139, Mar. 2009.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2008.12.004>.

FREI, M.; SIDDHURAJU, P.; BECKER, K. Studies on the in vitro starch digestibility and the glycemic index of six different indigenous rice cultivars from the Philippines. **Food Chemistry**, v. 83, n. 3, p. 395-402, Nov. 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00101-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00101-8).

GUIMARÃES, C. M.; FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Como a planta de arroz se desenvolve. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 99, p. 1-12, set. 2002. (POTAFÓS. Arquivo do agrônomo, 13).

IAC. **IAC 300**: cultivar de arroz tipo especial culinária italiana. Campinas, 2009. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/graos/arroz.php>. Acesso em: 26 out. 2015.

IAC. **IAC 301**: arroz arbóreo. Campinas, 2018. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/noticiasdetalhes.php?id=1218>. Acesso em: 8 jan. 2020.

IAC. **IAC 400**: cultivar de arroz tipo especial culinária japonesa. Campinas, 2005. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/cultivares/inicio/folders/Arroz/IAC400old.htm>. Acesso em: 26 out. 2015.

IAC. **IAC 500**: arroz aromático para o Estado de São Paulo. Campinas, 2001. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/cultivares/inicio/Folders/Arroz/IAC500.htm>. Acesso em: 26 out. 2015.

IAC. **IAC 600**: cultivar de arroz tipo especial exótico-preto. Campinas, 2004. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/cultivares/inicio/Folders/Arroz/IAC600.htm>. Acesso em: 26 out. 2015.

JULIANO, B. O.; BECHTEL, D. B. The rice grain and its gross composition. In: JULIANO, B. O. (ed.). **Rice: chemistry and technology**. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 1985. Cap. 2, p. 17-57.

JULIANO, B. O.; TUAÑO, A. P. P. Gross structure and composition of the rice grain. In: BAO, J. (ed.). **Rice: chemistry and technology**. 4th ed. Cambridge: AACCI International Press, 2019. p. 31-53.
DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811508-4.00002-2>.

KHIR, R.; PAN, Z. Rice. In: PAN, Z.; ZHANG, R.; ZICARI, S. (ed.). **Integrated processing technologies for food and agricultural by-products**. London: Academic Press, 2019. p. 21-58. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814138-0.00002-2>.

LACERDA, D. B. C. L.; SOARES JÚNIOR, M. S.; BASSINELLO, P. Z.; CASTRO, M. V. L.; SILVA-LOBO, V. L.; CAMPOS, M. R. H.; SIQUEIRA, B. S. Qualidade de farelos de arroz cru, extrusado e parboilizado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 4, p. 521-530, out./dez. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1983-40632010000400004>.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; FAGUNDES, P. R. R.; FRANCO, D. F.; ANDRES, A.; NUNES, C. D. M.; PETRINI, J. A.; PEREIRA, J. F. M.; MORAES, O. P.; MOURA NETO, F. **BRS AG**: cultivar de arroz irrigado desenvolvida como matéria-prima para produção de álcool de cereais e/ou alimentação animal. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. 4 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado técnico, 372). <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1021670>.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; FAGUNDES, P. R.; FRANCO, D. F. Melhoramento genético, biotecnologia e cultivares de arroz irrigado. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; GOMES, A. S. (ed.). **Arroz irrigado**: melhoramento genético, manejo do solo e da água e prognóstico climático. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003. p. 13-33. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 113). <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/744648>.

MARCONI, O.; SILEONI, V.; CECCARONI, D.; PERRETTI, G. The use of rice in brewing. In: JINQUAN, L. (ed.). **Advances in international rice research**. 2017. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/advances-in-international-rice-research/the-use-of-rice-in-brewing>. Acesso em: 17 abr. 2020.

MARQUEZ, U. M. L. Benefícios nutracêuticos do arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7., 2011, Balneário Camboriú. **Racionalizando recursos e ampliando oportunidades**: anais. Itajaí: Epagri, 2011. v. 1, p. 814-815.

MAYER, H.; CECCARONI, D.; MARCONI, O.; SILEONI, V.; PERRETTI, G.; FANTOZZI, P. Development of an all rice malt beer: a gluten free alternative. **LWT - Food Science and Technology**, v. 67, p. 67-73, Apr. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.11.037>.

MITCHELL, C. R. Rice starches: production and properties. In: BeMILLE, J., WHISTLER, R. (ed.). **Starch**: chemistry and technology. 3rd ed. Burlington: Academic Press, 2009. p. 569-578.

NOLDIN, J. A.; YOKOYAMA, S.; STUKER, H.; RAMPELOTTI, F. T.; GONÇALVES, M. I. F.; EBERHARDT, D. S.; ABREU, A.; ANTUNES, P.; VIEIRA, J. Desempenho de populações híbridas f2 de arroz-vermelho (*Oryza sativa*) com arroz transgênico (*O. sativa*) resistente ao herbicida amonio-glufosinate. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 381-395, jul./set. 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582004000300008>.

OKAFOR, N.; IWOUNO, J. Malting and brewing qualities of some Nigerian rice (*Oryza sativa* L.) varieties and some thoughts on the assessment of malts from tropical cereals. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 6, n. 2, p. 187-194, June 1990. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF01200940>.

ONG, M. H.; BLANSHARD, J. M. V. Texture determinants in cooked, parboiled rice I: rice starch amylose and the fine structure of amylopectin. **Journal of Cereal Science**, v. 21, n. 3, p. 251-260, May 1995. DOI: <https://doi.org/10.1006/jcrs.1995.0028>.

PEREIRA, J. A. **O arroz vermelho cultivado no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 90 p.

PEREIRA, J. A. **Os arrozes vermelhos *Oryza glaberrima* Steud. e *Oryza sativa* L.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2019. 30 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 262). <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1119439>.

PEREIRA, J. A.; MORAIS, O. P.; COLOMBARI FILHO, J. M.; TORGA, P. P.; BASSINELLO, P. Z.; CAMARA, J. A. S.; RIBEIRO, V. Q.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; CORDEIRO, A. C. C.; CAMPOS, G. W.; WICKERT, E.; AMORIM NETO, S. **'BRS 902'**: cultivar de arroz vermelho para o mercado brasileiro. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2015. 6 p. (Embrapa Meio-Norte. Comunicado técnico, 236). <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1037133>.

RAHMAN, M. M.; LEE, K. E.; LEE, E. S.; MARTIN, M. N.; LEE, D. S.; YUN, J. S.; KIM, J. B.; KANG, S. G. The genetic constitutions of complementary genes Pp and Pb determine the purple color variation in pericarps with Cyanidin-3-O-glucoside depositions in black rice. **Journal of Plant Biology**, v. 56, p. 24-31, Feb. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12374-012-0043-9>.

SAKTHIVEL, K.; SUNDARAM, R. M.; SHOBHA RANI, N.; BALACHANDRAN, S. M.; EERAJA, C. N. Genetic and molecular basis of fragrance in rice. **Biotechnology Advances**, v. 27, n. 4, p. 468-473, July/Aug. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2009.04.001>.

SHAO, Y.; JIN, L.; ZHANG, G.; LU, Y.; SHEN, Y.; BAO, J. Association mapping of grain color, phenolic content, flavonoid content and antioxidant capacity in dehulled rice. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 122, n. 5, p. 1005-1016, Mar. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00122-010-1505-4>.

SHIRLEY, B. W. Flavonoids in seeds and grains: physiological function, agronomic importance and the genetics of biosynthesis. **Seed Science Research**, v. 8, n. 4, p. 415-422, Dec. 1998. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0960258500004372>.

SILVA, J. S.; CORRÊA, P. C. Estrutura, composição e propriedades dos grãos. In: SILVA, J. S. (ed.). **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008. p. 21-37.

STORCK, C. R. **Variação na composição química em grãos de arroz submetidos a diferentes beneficiamentos**. 2004. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

SUN, S. X.; GAO, F. Y.; LU, X. J.; WU, X. J.; WANG, X. D.; REN, G. J.; LUO, H. Genetic analysis and gene fine mapping of aroma in rice (*Oryza sativa* L. Cyperales, Poaceae). **Genetics and Molecular Biology**, v. 31, n. 2, p. 532-538, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-47572008000300021>.

SWEENEY, M. T.; THOMSON, M. J.; PFEIL, B. E.; CCOUCH, S. Caught red-handed: *Rc* encodes a basic helix-loop-helix protein conditioning red pericarp in rice. **The Plant Cell**, v. 18, n. 2, p. 283-294, Feb. 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1105/tpc.105.038430>.

VANDEPUTTE, G. E.; VERMEYLEN, R.; GEEROMS, J.; DELCOUR, J. A. Rice starches: I. structural aspects provide insight into crystallinity characteristics and gelatinisation behaviour of granular starch. **Journal of Cereal Science**, v. 38, n. 1, p. 43-52, July 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0733-5210\(02\)00140-6](https://doi.org/10.1016/S0733-5210(02)00140-6).

VIEIRA, N. R. A.; RABELO, R. R. Qualidade tecnológica. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. (ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 869-900.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, jul. 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000400049>.

WANG, H. H. Fermented rice products. In: LUH, B. L. (ed.). **Rice: production**. 2nd ed. Boston: Springer, 1991. p. 614-642.

WANG, S.; LI, S.; LIU, Q.; WU, K.; ZHANG, J.; WANG, S.; WANG, Y.; CHEN, X.; ZHANG, Y.; GAO, C.; WANG, F.; HUANG, H.; FU, X. The OsSPL16-GW7 regulatory module determines grain shape and simultaneously improves rice yield and grain quality. **Nature Genetics**, v. 47, n. 8, p. 949-954, Aug. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1038/ng.3352>.

WICKERT, E.; PEREIRA, A.; ANDRADE, A.; SCHMIDT, F.; SCHEUERMANN, K. K.; MARSCHALEK, R.; NOLDIN, J. A.; MARTINS, G. N.; HICKEL, E.; VALE, M. L. C.; TERRES, L. R. SCS123 Pérola: a Brazilian rice variety for risotto. **Agricultural Sciences**, v. 9, n. 12, p. 1589-1600, Dec. 2018. DOI: <https://doi.org/10.4236/as.2018.912111>.

WICKERT, E.; SCHIÖCCHET, M. A.; NOLDIN, J. A.; RAIMONDI, J. V.; ANDRADE, A.; SCHEUERMANN, K. K.; MARSCHALEK, R.; MARTINS, G. N.; HICKEL, E.; EBERHARDT, D. S.; KNOBLAUCH, R. Exploring variability: new Brazilian varieties SCS119 Rubi and SCS120 Onix for the specialty rices market. **Open Journal of Genetics**, v. 4, n. 2, p. 157-165, 2014. DOI: <https://doi.org/10.4236/ojgen.2014.42016>.

ZHOU, Z.; ROBARDS, K.; HELLIWELL, S.; BLANCHARD, C. Composition and functional properties of rice. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 37, n. 8, p. 849-868, Dec. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2002.00625.x>.