



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MELISSA FERRARI PAGNAN

**PERFIL SENSORIAL, FÍSICO, QUÍMICO E ACEITAÇÃO DE
GENÓTIPOS DE ARROZ DO SISTEMA DE CULTIVO DE
TERRAS ALTAS E IRRIGADO**

Londrina
2014

MELISSA FERRARI PAGNAN

**PERFIL SENSORIAL, FÍSICO, QUÍMICO E ACEITAÇÃO DE
GENÓTIPOS DE ARROZ DO SISTEMA DE CULTIVO DE
TERRAS ALTAS E IRRIGADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, nível Mestrado, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dr^a. Sandra Helena Prudencio.

Londrina
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

P139p Pagnan, Melissa Ferrari.
Perfil sensorial, físico, químico e aceitação de genótipos de arroz do sistema
de cultivo de terras altas e irrigado / Melissa Ferrari Pagnan. – Londrina, 2014.
91 f. : il.

Orientador: Sandra Helena Prudencio.

Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual
de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência
de Alimentos, 2014.

Inclui bibliografia.

1. Alimentos – Qualidade – Teses. 2. Alimentos – Avaliação sensorial –
Teses. 3. Oryza – Teses. 4. Alimentos – Análise – Teses. 5. Arroz – Cultivo –
Teses. I. Prudencio, Sandra Helena. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de
Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos.
III. Título.

CDU 641.002.61

MELISSA FERRARI PAGNAN

**PERFIL SENSORIAL, FÍSICO, QUÍMICO E ACEITAÇÃO DE
GENÓTIPOS DE ARROZ DO SISTEMA DE CULTIVO DE TERRAS
ALTAS E IRRIGADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, nível Mestrado, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sandra Helena
Prudencio
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Dr^a. Priscila Zaczuk Bassinello
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
– Embrapa

Prof^a. Dr^a. Tatiana Colombo Pimentel
Instituto Federal do Paraná – IAPAR

Londrina, 03 de dezembro de 2014.

Dedico

Aos meus pais, Maria Lúcia e José Dorival Pagnan, e ao meu marido, Adriano Prato, que sempre me incentivaram, apoiaram e torceram para a realização de mais essa conquista.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre esteve a frente das minhas decisões, me guiando e orientando.

À minha família, em especial, aos meus pais, pelo apoio, incentivo e por acreditarem que eu venceria mais esta etapa.

Ao meu marido, Adriano Prato, pelo companheirismo, apoio e por entender a minha ausência em muitos momentos.

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Sandra Helena Prudencio, pela orientação, paciência, ensinamentos, amizade e confiança.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos da UEL, pela contribuição na minha formação.

À Embrapa Arroz e Feijão - GO, pelo fornecimento das amostras para a realização da pesquisa. Em especial, a Dr^a. Priscila Zaczuk Bassinello, pela sugestão do tema da dissertação e pela acolhida nos laboratórios da Embrapa Arroz e Feijão - GO.

Aos técnicos do laboratório da Embrapa Arroz e Feijão - GO, pela valiosa ajuda em algumas análises realizadas.

Aos colegas julgadores da equipe sensorial da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ): Adriana Passos Dias, Alécio Quinhone Junior, Bruna Yumi Yoshida, Fernando Sanches de Lima, Julyene Silva Francisco, Karla B. Guergoletto, Katri Gasparin, Mariah B. R. Silva, Sabrina P. G. Castilho, Suzana T. Matsubara. Obrigada pela paciência e disposição para a realização dos testes sensoriais.

Aos 54 consumidores de arroz que participaram do teste de aceitação.

Em especial, à colega, Dirlei Diedrich Kieling, pela amizade e contribuição valiosa na realização da ADQ.

À colega, Bruna Yumi Yoshida, pela companhia nos laboratórios, pela amizade e auxílio em algumas análises e pelos momentos de descontração.

Ao meu grande amigo, Fernando Sanches de Lima, pelas palavras de incentivo e apoio, por confiar em mim e por toda contribuição no decorrer da

pesquisa. Tenho certeza que Deus colocou você em meu caminho.

Aos técnicos e funcionários do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da UEL.

Aos integrantes da banca examinadora pelo tempo empregado na análise do trabalho para auxiliar na melhoria do mesmo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida para a realização deste trabalho.

A todos aqueles que não foram citados, mas que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho.

PAGNAN, Melissa Ferrari. **Perfil sensorial, físico, químico e aceitação de genótipos de arroz do sistema de cultivo de terras altas e irrigado**. 2014. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR, 2014.

RESUMO

O arroz (*Oryza sativa* L.) está entre os mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo, desempenhando um papel importante como componente da dieta básica para mais da metade da população mundial. Nota-se crescente interesse por parte da indústria de alimentos por novas formas de agregar valor ao arroz, deslocando o eixo da competição via preço para a competição via qualidade. Devido a isto, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar as características sensoriais, físicas e químicas de diferentes genótipos de arroz (*Oryza sativa* L.) do sistema de cultivo de terras altas e irrigado. Foram estudados os genótipos BR IRGA 417, Moti e AB101002 do sistema de cultivo irrigado e N2583, Arroz da Terra, BRS Primavera, Douradão e AN Cambará de terras altas, cultivados no estado de Goiás, Brasil. Foram determinados: a composição centesimal, o teor de amido e amilose, a temperatura de gelatinização (TG), a absorção de água, a cor, a textura instrumental, o perfil sensorial e a aceitação de atributos. O perfil sensorial foi obtido por meio da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), empregando-se 10 julgadores treinados e escala não estruturada de 15 cm. A aceitação de atributos (aparência, aroma, sabor, textura e global) foi avaliada por escala hedônica de 9 pontos e 54 consumidores. Os dados foram tratados por ANOVA, teste de Tukey, análise de correlação ($p \leq 0,05$) e Análise de Componentes Principais. Houve diferença significativa entre os genótipos quanto à composição centesimal. BR IRGA 417 destacou-se pelo maior teor de amido. Quanto ao teor de amilose, Moti e N2583 foram classificados como grãos cerosos; Douradão, muito baixo; já os demais, como teor baixo. BR IRGA 417, Moti e AB101002 apresentaram TG baixa, Douradão, alta e os demais TG, intermediárias. AN Cambará absorveu mais água durante o cozimento. Em medida instrumental, Arroz da Terra e Douradão foram os mais firmes; Moti e N2583, os mais pegajosos. N2583 e Moti crus apresentaram os maiores valores de L^* ; após o cozimento, o valor reduziu-se, tornando-se idêntico em todos os genótipos. Arroz da Terra apresentou maior valor de a^* e BRS Primavera e N2583, maior valor de b^* ; após o cozimento, notou-se redução desses valores. Pela ADQ, Moti destacou-se pelo brilho, pegajosidade e maciez; Douradão, pelo aroma cozido; AN Cambará, por pontos escuros e formato alongado; e AB101002, BR IRGA 417 e BRS Primavera, pela cor branca, firmeza e aparência solta. Moti destacou-se por ser o menos aceito em relação aos atributos avaliados e os BR IRGA 417, AB101002 e BRS Primavera foram mais aceitos.

Palavras chaves: *Oryza sativa* L. Amilose. Temperatura de gelatinização. Textura. Análise descritiva quantitativa. Qualidade.

PAGNAN, Melissa Ferrari. **Sensory profile, physical, chemical and acceptance of genotypes of rice from upland and irrigated systems.** 2014. 91 p. Dissertation (Master's in Food Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR, 2014.

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa* L.) is one of the most important cultivated and consumed cereal in the world, playing an important role in the staple diet of more than half of the global population. This can be attested by the increasing interest of the food industry for new ways to add value to rice, shifting the axis from the competition through price to the competition through quality. Taken all this into consideration, the aim of this work is to evaluate the sensory, physical and chemical characteristics of different genotypes of rice (*Oryza sativa* L.) grown upland and by irrigation systems. The following genotypes were studied: BR IRGA 417, Moti and AB101002 from the irrigated crop system and N2583, Arroz da Terra, BRS Primavera, Douradão and AN Cambará from upland, cultivated in the state of Goiás, Brazil. Proximal composition, starch and amylose contents, gelatinization temperature (GT), absorption of water, color, instrumental texture, sensory profile and acceptance of attributes were determined. The sensory profile was obtained by Quantitative Descriptive Analysis (QDA) using 10 trained judges and an unstructured scale of 15 cm. Rice attributes acceptance (appearance, aroma, taste, texture and global) were evaluated by a 9 point hedonic scale and 54 consumers. Data was treated by ANOVA, the Tukey's test, analysis of correlation ($p \leq 0,05$) and principal component analysis. There was significant difference among the genotypes in regards to the centesimal composition. BR IRGA 417 stood out by its higher starch content. In regards to the amylose content, Moti and N2583 were classified as waxy grains, Douradão as very low and the others as low content. BR IRGA 417, Moti and AB101002 presented low GT, Douradão high and the others intermediate TG. AN Cambará absorbed more water during cooking. During the instrumental measure, Arroz da Terra and Douradão were firmer, Moti and N2583 sticky. Raw N2583 and Moti presented the highest values of L^* ; however, after cooking the value was reduced, becoming identical to all genotypes. Arroz da Terra presented the highest value of a^* and BRS Primavera and N2583 the highest value of b^* ; however, after cooking there was a reduction of these values. As for QDA, Moti stood out by its brightness, stickiness and softness, Douradão by its cooked aroma, AN Cambará by its dark spots and long size and AB101002, BR IRGA 417 and BRS Primavera by their white color, firmness and fluffy grains. Moti, however, was less accepted in relation to the evaluated attributes while BR IRGA 417, AB101002 and BRS Primavera were more accepted.

Keywords: *Oryza sativa* L. Amylose. Gelatinization temperature. Texture. Quantitative descriptive analysis. Quality.

LISTA DE QUADROS

MATERIAL E MÉTODOS

Quadro 1 – Atributos, definições e referências utilizados na Análise Descritiva Quantitativa de diferentes genótipos de arroz.....	50
--	----

ARTIGO CIENTÍFICO

Quadro 1 – Atributos, definições e referências utilizados na Análise Descritiva Quantitativa de diferentes genótipos de arroz.....	78
--	----

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO DA LITERATURA E MATERIAL E MÉTODOS

Figura 1 - Estrutura do grão de arroz.....	19
Figura 2 - Grãos de arroz com amido de TG alta (A), TG média (B), TG baixa (C)..	35
Figura 3 - Teste de reconhecimento dos gostos básicos.....	46
Figura 4 - Teste de reconhecimento de odores básicos.....	47
Figura 5 - Teste de ordenação de intensidade de dureza.....	48
Figura 6 - Ficha para levantamento de terminologia descritiva (Método de rede)....	49
Figura 7 - Modelo de ficha de avaliação de genótipos de arroz.....	52
Figura 8 - Ficha de teste de aceitação de atributos com escala hedônica de 9 pontos.....	55

ARTIGO CIENTÍFICO

Figura 1 - Projeções dos atributos sensoriais* (A) e dos genótipos de arroz** (B) sobre plano fatorial (CP 1 X CP 2).....	83
---	----

LISTA DE TABELAS

REVISÃO DA LITERATURA

- Tabela 1** - Composição centesimal média (% na matéria seca) de arroz integral, branco polido e parboilizado polido.....26
- Tabela 2** - Escala de grau de dispersão alcalina para arroz..... 41

ARTIGO CIENTÍFICO

- Tabela 1** - Composição química de diferentes genótipos de arroz cru.....80
- Tabela 2** - Propriedades físicas de diferentes genótipos de arroz.....81
- Tabela 3** - Perfil sensorial e aceitação de diferentes genótipos de arroz cozido.....82

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3	REVISÃO DA LITERATURA	16
3.1	PRODUÇÃO E CONSUMO DE ARROZ	16
3.2	ESTRUTURA DO GRÃO DE ARROZ	18
3.3	SISTEMAS DE CULTIVO.....	19
3.4	CLASSIFICAÇÃO DO ARROZ	22
3.5	ARMAZENAMENTO DOS GRÃOS DE ARROZ.....	23
3.6	COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALOR NUTRICIONAL DO ARROZ.....	24
3.6.1	Carboidratos	26
3.6.2	Proteínas	28
3.6.3	Lipídios	30
3.6.4	Vitaminas e Minerais	31
3.7	QUALIDADE E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E SENSORIAIS DE ARROZ	32
4	MATERIAL E MÉTODOS	38
4.1	MATÉRIA-PRIMA.....	38
4.2	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL	38
4.3	TEOR DE AMIDO	39
4.4	TEOR DE AMIOLOSE APARENTE	39
4.5	TEMPERATURA DE GELATINIZAÇÃO	41
4.6	AVALIAÇÃO INSTRUMENTAL DA COR DOS GRÃOS DE ARROZ CRU.....	42
4.7	ABSORÇÃO DE ÁGUA DURANTE O COZIMENTO ⁴²	
4.8	TEXTURA INSTRUMENTAL DE ARROZ COZIDO.....	43
4.8.1	Cozimento do arroz para medida da textura instrumental	43
4.8.2	Medida de firmeza e pegajosidade	43

4.9	COZIMENTO DO ARROZ PARA AVALIAÇÃO INSTRUMENTAL DE COR E ANÁLISE SENSORIAL.....	43
4.10	AVALIAÇÃO INSTRUMENTAL DA COR DOS GRÃOS DE ARROZ COZIDO	44
4.11	ANÁLISES SENSORIAIS.....	44
4.11.1	Análise Descritiva Quantitativa – ADQ	44
4.11.1.1	Pré-seleção dos julgadores	44
4.11.1.2	Desenvolvimento da terminologia descritiva.....	48
4.11.1.3	Treinamento dos julgadores	53
4.11.1.4	Seleção final dos julgadores.....	53
4.11.1.5	Avaliação das amostras.....	54
4.11.2	Teste de Aceitação de Atributos	54
4.12	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	55
	REFERÊNCIAS.....	57
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
5.1	ARTIGO CIENTÍFICO.....	64
	ANEXOS.....	84
	ANEXO A – Parecer do comitê de ética em pesquisa envolvendo seres humanos	85
	ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - Análise Descritiva Quantitativa.....	86
	ANEXO C – Questionário para Recrutamento de Julgadores - Análise Descritiva Quantitativa	87
	ANEXO D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - Teste de Aceitação de Atributos.....	89
	ANEXO E – Questionário para Recrutamento de Julgadores - Teste de Aceitação de Atributos	90

1 INTRODUÇÃO

As variedades de arroz cultivadas no Brasil pertencem à espécie *Oryza sativa* L.. O arroz está entre os mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo, caracterizando-se como principal alimento para mais da metade da população mundial. Desempenha papel estratégico em nível econômico e social, em função disso, aspectos relacionados à sua produção e ao seu consumo devem ser, continuamente, monitorados e avaliados, para que seu suprimento seja garantido.

Apenas uma pequena quantidade de arroz é utilizada como ingrediente em produtos processados, sendo seu maior consumo na forma de grãos inteiros, descascados, polidos e cozidos. O arroz é uma excelente fonte de energia, devido à alta concentração de amido, além disso, fornece também proteínas, vitaminas e minerais e possui baixo teor de lipídios (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008).

O arroz é uma gramínea anual, adaptada ao ambiente aquático, possui uma cultura extremamente variável, que se adapta a diferentes condições de solo e clima. No Brasil, consideram-se dois grandes ecossistemas para a cultura do arroz: o várzeas, irrigado por inundação controlada, e o terras altas, que engloba o de sequeiro sem irrigação e o com irrigação suplementar por aspersão. As diferenças entre os ambientes destes ecossistemas ocasionam variações nas características da planta de arroz, conferindo adaptação aos genótipos (GUIMARÃES et al., 2006; ZANÃO, 2007).

É um cereal versátil em relação às suas formas de preparo e aplicações tecnológicas, incluindo seus subprodutos, sendo um produto de grande interesse tecnológico, além de ter potencial para atender demandas de saúde pública (BASSINELLO; NAVES, 2006).

O consumidor de arroz está cada vez mais atento e exigente em relação à qualidade do grão disponível no mercado, que pode ser vista com base em atributos sensoriais, destacando-se os visuais, como formato e tamanho dos grãos, o rendimento dos grãos inteiros, a aparência do endosperma e o comportamento de cocção, o que reflete diretamente no valor do produto no mercado e no grau de aceitação pelo consumidor (VIEIRA; RABELO, 2006).

O consumidor brasileiro prefere consumir arroz de grãos longos e finos, de cozimento rápido, com significativo ganho de volume após o cozimento, solto e que, após o resfriamento, os grãos não se tornem rijos ou agregados (MINGOTTE; HANASHIRO; FORNASIERE FILHO, 2012).

As preferências são bastante diversificadas e variam de país para país, em função de usos e costumes regionais ou locais. A adequação do produto aos requerimentos do mercado proporciona maior competitividade e rentabilidade à cultura.

O desenvolvimento de arroz para consumo relaciona a qualidade de cocção com o tempo de cozimento, a absorção de água, a perda de sólidos solúveis e o ganho de volume durante o cozimento, enquanto a qualidade comestível, ou palatabilidade, está mais relacionada com o aspecto, o aroma, a consistência e a textura do grão cozido (VIEIRA; RABELO, 2006).

O conceito de qualidade é concebido de maneira diferenciada, dependendo da finalidade do consumo, do grupo étnico envolvido, do tipo de processamento pós-colheita, entre outros. Na determinação da qualidade de uma cultivar, deve-se considerar as demandas de todos os segmentos da cadeia. Desta forma, é importante conhecer as características sensoriais e físico-químicas do grão de arroz e suas relações quanto à cocção e aparência, pois estes fatores definem os padrões de qualidade no mercado (MINGOTTE; HANASHIRO; FORNASIERE FILHO, 2012).

Nota-se crescente interesse por parte da indústria de alimentos por novas formas de agregar valor ao arroz, deslocando o eixo da competição via preço para a competição via qualidade. Devido a isto, a presente pesquisa teve o intuito de estabelecer o perfil sensorial, físico e químico e a aceitação e suas correlações de diferentes genótipos de arroz do sistema de cultivo de terras altas e irrigado, a fim de contribuir com as exigências do mercado consumidor, já que este é um grão que possui grande potencial de emprego na alimentação humana e em diferentes aplicações industriais de diversos segmentos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as características sensoriais, físicas e químicas de diferentes genótipos de arroz (*Oryza sativa* L.) do sistema de cultivo de terras altas e irrigado.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar a cor e a composição química dos grãos de arroz cru.

Determinar o teor de amido e amilose dos grãos de arroz.

Determinar a temperatura de gelatinização do amido.

Medir a firmeza e pegajosidade, cor e absorção de água dos grãos de arroz cozido.

Determinar o perfil sensorial dos diferentes genótipos de arroz por meio de Análise Descritiva Quantitativa.

Avaliar a aceitação sensorial dos diferentes genótipos de arroz por meio do teste hedônico de atributos.

Determinar a correlação entre as medidas sensoriais, físicas e químicas.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 PRODUÇÃO E CONSUMO DE ARROZ

O arroz (*Oryza sativa* L.) é originário da Ásia, mais precisamente, do sul da China, onde é cultivado há, pelo menos, cinco mil anos. No século VII, foi levado à Europa pelas mãos dos árabes, de lá, chegou ao Brasil, trazido pelos portugueses. Atualmente, é um dos alimentos mais consumidos no mundo, sendo ingrediente principal de vários pratos típicos de diferentes culturas. Além de o arroz ser um dos principais alimentos de subsistência, seu plantio desempenha um papel importante no aspecto econômico e social (NITZKE; BIEDRZYCKI, 2014).

A cultura de arroz, no Brasil, ocupa o terceiro lugar na produção de grãos, ou seja, cerca de 15% a 20% do total de grãos colhidos no país, estando atrás apenas da cultura de soja e milho. O Brasil é o nono maior produtor mundial e colheu 11,85 milhões de toneladas de arroz na safra 2012/2013, o que representou um acréscimo de 2,2% sobre o volume colhido na safra anterior. Participa com cerca de 80% da produção do Mercosul, seguido por Uruguai, Argentina e, por último, o Paraguai, com menos de 1% do total. O maior estado produtor do Brasil é o Rio Grande do Sul, com 1,06 milhão de hectares, o que representa 44,6% da área nacional, respondendo ainda por 66,9% da produção brasileira (CONAB, 2014).

O Brasil deve plantar na safra 2013/2014, uma área de 2,49 milhões de hectares, praticamente a mesma área da safra passada, de 2012/2013, tendo um aumento de apenas 3,6%. Espera-se que a produção de arroz seja 8,0% maior do que a da safra passada, em virtude da expectativa de melhores produtividades na maior parte dos estados produtores da Região Norte/Nordeste, além de aumento de área no Mato Grosso e no Rio Grande do Sul. Se confirmada a expectativa, o país deve colher 12,76 milhões de toneladas (CONAB, 2014).

As projeções de produção e consumo de arroz, avaliadas pela Assessoria de Gestão Estratégica do MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, mostram que o Brasil vai colher 14,12 milhões de toneladas de arroz na safra 2019/2020, o que equivale a um aumento anual de produção de 1,15% nos próximos dez anos. O consumo deverá crescer a uma taxa média anual de 0,86%,

alcançando 14,37 milhões de toneladas em 2019/2020. Assim, a importação projetada para o final do período é de 652,85 mil toneladas (CONAB, 2014).

Apesar do grande volume produzido, o arroz é um produto com pequeno comércio internacional. Os 10 países maiores produtores são, em ordem decrescente: China, Índia, Indonésia, Bangladesh, Vietnã, Tailândia, Myanmar, Filipinas, Brasil e Japão (SOUZA et al., 2010).

Em 2010, a maior oferta de arroz esteve entre os países Asiáticos, com 80% da produção global, sendo que a China responde por 30% desta produção e os países Asiáticos respondem por 70% das exportações mundiais, a Tailândia e o Paquistão exportam 50% de sua produção interna e o Vietnã, 17%. Os EUA exportam 45% de sua produção interna e respondem por 10% das exportações mundiais (SOUZA et al., 2010).

No Brasil, juntamente com o feijão, o arroz desempenha um importante papel como componente da dieta básica. Está presente no cardápio diário do brasileiro em um consumo *per capita* que varia de 110 a 300 gramas em cada refeição. É consumido de forma ampla por todas as classes sociais e em todas as faixas etárias, fazendo parte da cultura e da tradição (PINHEIRO et al., 2005).

O consumo médio mundial de arroz é de 60 kg/pessoa/ano, sendo os países asiáticos os que apresentam as médias mais elevadas, situadas entre 100 e 150 kg/pessoa/ano. Na América Latina, são consumidos, em média, 30 kg/pessoa/ano, destacando-se o Brasil como grande consumidor (45 kg/pessoa/ano) (MARCOLAN et al., 2008).

A Ásia é responsável por 88,95% do consumo mundial, seguida pelas Américas (4,94%), pela África (4,91%), Europa (1,03%) e Oceania (0,16%). Tanto a produção quanto o consumo ocorrem, principalmente, nos países em desenvolvimento (MARCOLAN et al., 2008).

Em relação ao consumo por regiões no Brasil, a região Centro-Oeste é a que apresenta maior consumo médio *per capita* em casca (97,18 Kg/hab/ano), seguida pela região Sudeste (90,47 Kg/hab/ano), Sul (68,12 Kg/hab/ano) e Nordeste (49,64 Kg/hab/ano). Os estados de Tocantins e Goiás são os que apresentam maior consumo médio *per capita* (101,57 Kg/hab/ano), enquanto Pernambuco e Bahia apresentam os índices mais baixos, 33,9 Kg/hab/ano e 34,22 Kg/hab/ano, respectivamente (GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2004).

O arroz é um alimento que pode ser consumido diariamente, em

uma diversidade enorme de formas de preparo, enriquecendo assim a qualidade nutricional da dieta. Como o Brasil figura entre os dez maiores produtores mundiais de arroz e o cereal constitui um alimento saudável, é importante a preservação do hábito de ingestão diária de arroz. O arroz agrega valores nutricionais e culturais inquestionáveis, contribuindo para uma alimentação e nutrição adequadas (NAVES; BASSINELLO, 2006).

O arroz da espécie *Oryza sativa* L. diferencia-se em duas subespécies ou grupos varietais, *Índica* e *Japônica*. Além de diferenças no tipo de planta, apresentam diferentes tipos de grãos. O grupo *Índica* está disseminado por toda a Ásia tropical, domina o sul do continente indiano e apresenta grãos longos e finos. O grupo *Japônica*, dominante em regiões de clima temperado e em áreas elevadas do sudeste e sul da Ásia, apresenta grãos curtos e redondos (PINHEIRO et al., 2005; ZANÃO, 2007).

3.2 ESTRUTURA DO GRÃO DE ARROZ

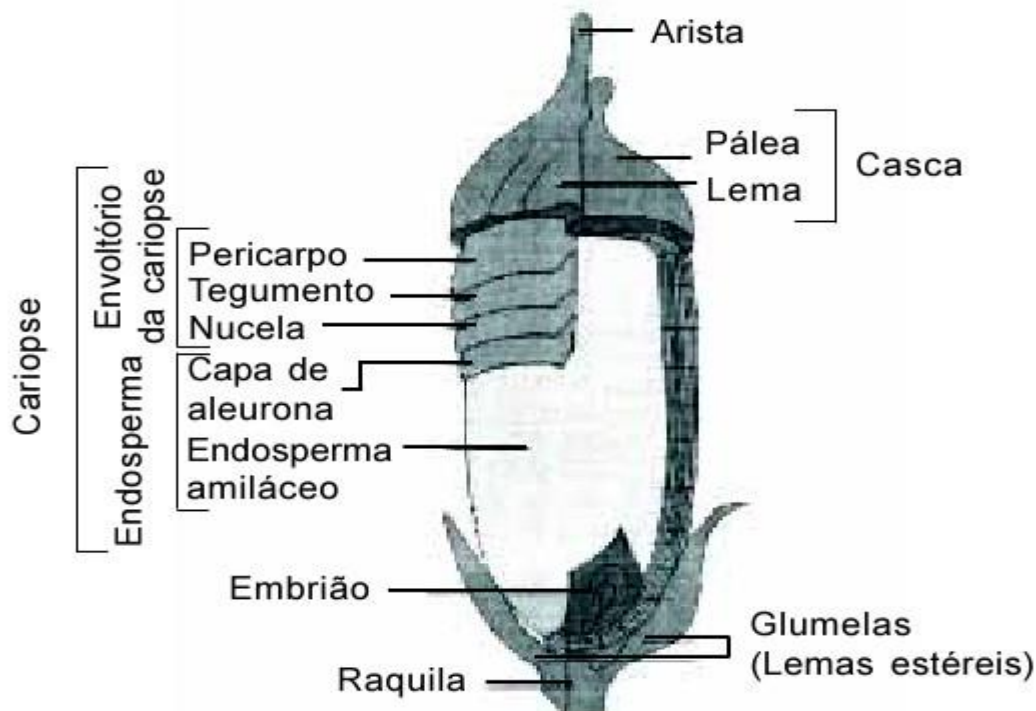
O grão de arroz *in natura* (Figura 1) é constituído por uma camada externa protetora, a casca e a cariopse. A casca é composta de duas folhas modificadas, a pálea e a lema, possui minerais (sílica) e celulose e corresponde a cerca de 20% do peso bruto do grão. A lema é maior que a pálea. As laterais da lema revestem as laterais da pálea, de tal forma que o conjunto se fecha firmemente (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008; GUIMARÃES; FAGERIA; BARBOSA FILHO, 2002).

A cariopse é formada por diferentes camadas, sendo as mais externas o pericarpo, o tegumento e a camada de aleurona, que representam 5 - 8% da massa do arroz integral, que constitui o farelo. O pericarpo é a camada externa da cariopse, que fornece proteção ao tegumento e proporciona a cor parda ao arroz integral, sendo rico em proteínas, lipídios, vitaminas e sais minerais. Logo abaixo, encontra-se o tegumento, uma película fina e delicada (0,5 µm) e a camada de aleurona, que apresenta duas estruturas de armazenamento proeminentes, os corpos proteicos e os corpos lipídicos (PASCUAL, 2010; MORAIS, 2012).

O embrião ou gérmen é extremamente pequeno e está localizado no lado ventral na base do grão, este é rico em proteínas e lipídios e representa 2 - 3% do arroz integral. O endosperma forma a maior parte do grão (89 - 94% do arroz

integral) e consiste de células ricas em grânulos de amido e alguns corpos proteicos (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008).

Figura 1 – Estrutura do grão de arroz



Fonte: JULIANO, 1984

Ao descascar o grão de arroz, separa-se a casca da cariopse, obtendo-se o arroz integral. Este pode ser polido para remoção do farelo (pericarpo, tegumento, camada de aleurona e gérmen), que representa 8,5 - 14,8% do arroz integral, obtendo-se o arroz branco polido. O polimento do arroz, para melhorar o aspecto comercial do grão, retira grande parte dos nutrientes. Entretanto, o arroz sem polimento é de difícil conservação, devido ao óleo contido no pericarpo e na aleurona, que rancifica facilmente e o torna escuro após a cocção (PITOMBEIRA, 2006).

3.3 SISTEMAS DE CULTIVO

A temperatura é um dos elementos climáticos mais importantes para o crescimento, desenvolvimento e a produtividade da cultura de arroz. Cada fase

fenológica tem suas temperaturas críticas: ótima, mínima e máxima. A temperatura ótima para a germinação varia de 20 a 35°C; para a floração, de 30 a 33°C; e para a maturação, de 20 a 25°C. Conforme a sensibilidade dos cultivares, temperaturas inferiores a 15 ou 20°C e superiores a 35°C podem causar a esterilidade das espiguetas (SILVA, 2013).

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma espécie hidrófila, cujo processo evolutivo tem levado sua adaptação às mais variadas condições ambientais. Basicamente, o arroz é cultivado em dois ecossistemas, o de várzea, termo que define o arroz irrigado, e o de terras altas ou de sequeiro, relacionados, principalmente, à disponibilidade hídrica (GUIMARÃES et al., 2006).

O arroz plantado em sistema de cultivo de terras altas ou sequeiro pode ser cultivado com irrigação suplementar por aspersão ou sem irrigação, ou seja, a condição básica para a existência desse sistema é a disponibilidade de água de chuva (GUIMARÃES et al., 2006).

No Brasil, grande parte das lavouras de cultivo do ecossistema de terras altas, sem irrigação, está localizada na região dos Cerrados, onde predominam Latossolos, com baixa capacidade de armazenamento de água. O cultivo é feito entre os meses de outubro e abril e tem duração de ciclo entre 110 e 155 dias. Em áreas onde há períodos de estiagem, mesmo durante a estação chuvosa, alguns produtores utilizam a irrigação suplementar por aspersão como uma alternativa para estabilizar a produção, com aumento de produtividade de grãos de até 70%, além de propiciar melhor qualidade ao produto (STONE; SILVEIRA, 2004).

A maior parcela da produção de arroz do país é proveniente do sistema de cultivo irrigado com alta tecnologia, com destaque para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Este sistema contribui com mais de 70% da produção anual nacional, já que não é tão dependente das condições climáticas como os cultivos de terras altas ou sequeiro (NITZKE; BIEDRZYCKI, 2014).

Para obter êxito na implantação do sistema de cultivo irrigado é essencial que se escolha áreas que possuam água em abundância, de fácil acesso e de baixo custo. Assim, os cultivos de arroz irrigado por inundação são feitos em várzeas que apresentam solos planos, suavemente ondulados, que ocorrem em baixadas, geralmente, mal drenados, formados em condições de excesso de umidade ou sujeitos a inundação periódica e com pouca drenagem vertical, a fim de garantir a manutenção de uma lâmina de água (5 a 10 centímetros), entre 25 a 30°C

sobre a sua superfície do solo durante todo ou parte do ciclo da cultura, dificultando a lixiviação de nutrientes. A duração do ciclo varia entre 100 e 140 dias para a maioria das cultivares em sistema inundado (GUIMARÃES et al., 2006; MUNARETO et al., 2010).

Nesse ecossistema, a cultura do arroz pode ser desenvolvida em várzeas sistematizadas, com controle da lâmina de água, onde o agricultor coloca e retira a água quando é conveniente ao cultivo (MUNARETO et al., 2010).

A água, geralmente, tem de ser conduzida a grandes distâncias, o que encarece o custo da irrigação. A semeadura e a colheita são realizadas em períodos curtos e bem definidos, requerendo maior investimento em máquinas e equipamentos (FERREIRA; DEL VILLAR; ALMEIDA, 2005; GUIMARÃES et al., 2006).

O arroz irrigado possui produtividade superior ao de terras altas, porém com um custo maior, devido à necessidade de sistematização de área, ao gasto de energia para irrigação e ao maior aporte de insumos. Além disso, como as lavouras sofrem menos estresse hídrico, o rendimento no beneficiamento é maior e a qualidade dos grãos é melhor, quando comparados aos de sequeiro, especialmente quando é utilizada a irrigação por inundação contínua durante todo o ciclo ou, pelo menos, na fase reprodutiva (STONE; MOREIRA, 2013).

A rotação da cultura de arroz com outras espécies é recomendada para todos os sistemas de produção a fim de aumentar a produtividade. Essa rotação é importante para: diminuir a população de pragas, a incidência de doenças, as plantas daninhas e os resíduos tóxicos liberados pela cultura anterior; recuperar o teor de matéria orgânica do solo; estruturar o solo; e aumentar o teor de nutrientes na camada superior do solo (MUNARETO et al., 2010; GUIMARÃES; MOREIRA; SILVA, 2013).

Também pode ser utilizado o gado após a colheita do arroz, para aproveitamento da palhada e da flora de sucessão. Os animais permanecem na área até o momento de preparação do solo para o próximo cultivo de arroz, o que pode acontecer no ano seguinte ou até três anos mais tarde (GUIMARÃES et al., 2006).

Os genótipos de arroz irrigado cultivados, atualmente, no Brasil, pertencem ao grupo *Índica*, e os genótipos tradicionais de sequeiro ou terras altas do Brasil pertencem ao grupo *Japônica* (PINHEIRO et al., 2005).

3.4 CLASSIFICAÇÃO DO ARROZ

De acordo com a Portaria do Ministério da Agricultura e Abastecimento - MAPA nº 269/88, o arroz é classificado em grupos, subgrupos, classes e tipos. Segundo sua forma de apresentação, o arroz é classificado em dois grupos: arroz em casca e arroz beneficiado. O arroz em casca é o produto fisiologicamente desenvolvido, maduro e em casca, que antes do beneficiamento não passa por qualquer preparo industrial ou processo tecnológico. O arroz beneficiado é o produto maduro que foi submetido a algum processo de beneficiamento e se encontra desprovido, no mínimo, de sua casca.

O arroz em casca e o arroz beneficiado, de acordo com o processo de beneficiamento, são classificados em dois subgrupos: subgrupos do arroz em casca (arroz natural e arroz parboilizado) e subgrupos do arroz beneficiado (arroz integral, arroz polido, arroz parboilizado integral e arroz parboilizado polido).

O arroz, de acordo com as dimensões dos grãos, é classificado da seguinte forma, independentemente do sistema de cultivo:

- I. Longo fino: é o produto que contém, no mínimo, 80% do peso dos grãos inteiros, medindo 6,00 mm ou mais no comprimento, com espessura menor ou igual a 1,90 mm e a relação comprimento/largura maior ou igual a 2,75, após o polimento dos grãos.
- II. Longo: é o produto que contém, no mínimo, 80% do peso dos grãos inteiros, medindo 6,00 mm ou mais no comprimento, após o polimento dos grãos.
- III. Médio: é o produto que contém, no mínimo, 80% do peso dos grãos inteiros, medindo 5,00 mm ou menos de 6,00 mm no comprimento, após o polimento dos grãos.
- IV. Curto: é o produto que contém, no mínimo, 80% do peso dos grãos inteiros, medindo menos de 5,00 mm de comprimento, após o polimento dos grãos.
- V. Misturado: é o produto que não se enquadra em nenhuma das classes anteriores e se apresenta constituído pela mistura de duas ou mais classes.

Todo arroz destinado à comercialização como grão para consumo é classificado em cinco tipos, expressos por números arábicos de 1 a 5 e definidos de acordo com o percentual de defeitos e com o percentual de grãos quebrados e quirera, sendo o tipo 1 o que apresenta menor percentual de defeitos e o tipo 5 o que apresenta maior percentual (BRASIL, 2009).

3.5 ARMAZENAMENTO DOS GRÃOS DE ARROZ

O armazenamento do arroz é um passo entre a colheita e o consumo, realizado durante diferentes períodos e sob diversas condições que são fundamentais para a preservação da qualidade do grão. O arroz pode ser armazenado em sacaria, também chamada de armazenagem convencional, prática utilizada em pequenas propriedades do Brasil, ou a granel, em tulhas ou silos, prática predominante devido à escala de produção. Para a armazenagem, o grão deve estar limpo e seco e ter, aproximadamente, até 14% de umidade, pois só assim poderá aguardar a comercialização em galpões secos, arejados e protegidos da ação de insetos e roedores (MARCOLAN et al., 2008; BRASIL, 2009).

A manutenção da qualidade dos grãos armazenados não depende somente da temperatura, mas também da interação desta com a umidade relativa do ar, o que influencia o teor de umidade do produto armazenado. A estocagem do arroz por 6 meses não requer a utilização de ambientes com temperaturas específicas, pois, em geral, a temperatura média da maioria das regiões brasileiras, na época da entressafra do arroz, é adequada para esse fim (EIFERT; VIEIRA; VIEIRA, 2013).

Independentemente do sistema de cultivo utilizado, sob condições adequadas de armazenamento, a estocagem do arroz por um período de um ano não altera o sabor ou o odor do produto, e o valor nutritivo do arroz é mantido. Contudo, quando mal conservado, em ambientes não controlados, principalmente, sob umidade relativa alta, acima de 65%, além das alterações decorrentes do metabolismo do próprio arroz, pode haver aumento da taxa respiratória dos grãos, ocorrência de processos de fermentação, ataque de insetos, roedores microrganismos e, principalmente, de fungos, cujos danos são: mudança de coloração; alteração do sabor; desgaste das reservas nutritivas; alterações nas estruturas dos carboidratos, lipídios, proteínas e vitaminas; produção de toxinas e odores desagradáveis; e presença dos próprios microrganismos, com redução da capacidade germinativa e de vigor das sementes e aumento de defeito dos grãos, o que reflete, negativamente, na qualidade do produto, inviabilizando-o para o consumo (FAGUNDES; ELIAS; BARBOSA, 2005; ZANÃO, 2007).

Por isso, para preservar a qualidade do arroz e prevenir perdas desnecessárias, é importante que as condições de estocagem atendam aos

cuidados para um armazenamento seguro, considerando-se sempre o teor de umidade dos grãos, as condições de temperatura, a umidade relativa, a limpeza do armazém e o controle de pragas e roedores (MARCOLAN et al., 2008).

Entretanto, o armazenamento tem outro aspecto importante que é o envelhecimento do arroz. O envelhecimento é um fenômeno natural e espontâneo que envolve mudanças nas características físicas e químicas do arroz, mudanças estas que causam modificações no cozimento, no processamento, nas qualidades culinárias e nutricionais e afetam o valor comercial (ZANÃO, 2007).

As mudanças progressivas em algumas características físico-químicas dos grãos de arroz, depois da colheita, ocorrem durante os primeiros três a quatro meses de estocagem, tanto em arroz com casca como integral ou polido, sendo as mudanças mais profundas observadas no arroz polido. No cozimento, o arroz beneficiado envelhecido absorve maior quantidade de água na cocção, expande-se mais, apresenta maior índice de sólidos solúveis na água de cocção e é mais resistente à desintegração dos grãos durante o cozimento do que o arroz recém-colhido. O arroz envelhecido torna-se mais floculoso e fica menos pegajoso. Esse comportamento é devido à insolubilidade da proteína e do amido durante o armazenamento (ZANÃO, 2007).

O arroz recém-colhido, quando cozido, torna-se pastoso ou pegajoso, expandindo-se pouco. Estas características mudam com o armazenamento do arroz por poucos meses, que se torna mais adequado às preferências de consumo, pois se apresenta seco e solto no cozimento (GULARTE, 2005).

3.6 COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALOR NUTRICIONAL DO ARROZ

O arroz é uma excelente fonte de energia devido à alta concentração de amido, além disso, fornece também proteínas, vitaminas e minerais e possui baixo teor de lipídios. Nos países em desenvolvimento, onde o arroz é um dos principais alimentos da dieta, ele é responsável por fornecer, em média, 715 kcal *per capita* por dia, 27% dos carboidratos, 20% das proteínas e 3% dos lipídios da alimentação (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008).

No arroz integral, as camadas externas apresentam maiores concentrações de proteínas, lipídios, fibras, minerais e vitaminas, enquanto o centro

é rico em amido. Dessa forma, o polimento resulta em redução no teor de nutrientes, exceto de amido, originando as diferenças na composição entre arroz integral e o polido (Tabela 1) (NAVES; BASSINELLO, 2006).

Storck; Silva e Comarella (2005) observaram que o arroz integral apresentou maior teor de matéria mineral (1,15%), gordura bruta (2,52%), fibra total (12,2%) e insolúvel (8,96%) quando comparado ao arroz parboilizado e ao arroz branco, em nove diferentes cultivares de arroz.

Quando o arroz é apenas descascado é mais nutritivo, embora apresente problemas de conservação, podendo diminuir a vida de prateleira e produzir um gosto indesejável, devido ao processo oxidativo, e de aceitação pelo consumidor que está habituado com o arroz branco, além de estar sujeito a perdas nutricionais nas operações de lavagem e cozimento (ZANÃO, 2007).

O arroz polido, forma em que é mais consumido em todo o mundo, corresponde ao grão sem as camadas periféricas e o gérmen, que são extraídos durante o processo de beneficiamento. Esta operação melhora a aparência e o sabor do arroz, porém, promove perdas nutricionais e modificações nos atributos sensoriais. A remoção das camadas periféricas e do gérmen, durante o polimento do grão integral, provoca perdas consideráveis de certos nutrientes: aproximadamente, 80% dos lipídios e da vitamina B1 (tiamina); até quase 70% da fibra e da niacina; e em torno de 50% dos teores de ferro e zinco (NAVES; BASSINELLO, 2006).

Devido às diferenças na composição nutricional, os vários graus de beneficiamento do arroz, que correspondem a perdas de 0% a, aproximadamente, 10% da massa do grão integral, determinam variações consideráveis nos teores de nutrientes nos grãos. Além do grau de beneficiamento, fatores relacionados às condições de cultivo, como temperatura, umidade, radiação solar, natureza do solo, adubação, manejo, armazenamento e preparo do cereal para o consumo, também podem influenciar no valor nutritivo do arroz (BASSINELLO; NAVES, 2006).

Tabela 1 - Composição centesimal média (% na matéria seca) de arroz integral, branco polido e parboilizado polido

Constituinte	Arroz integral	Arroz branco polido	Arroz parboilizado polido
Amido total	74,12	87,58	85,08
Proteínas (N x 5,95)	10,46	8,94	9,44
Lipídios	2,52	0,36	0,69
Cinzas	1,15	0,30	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: Adaptado de DENARDINI et al., 2004

3.6.1 Carboidratos

O arroz constitui uma excelente fonte de energia devido ao tipo de carboidrato presente, representado pelo amido, contido quase, exclusivamente, no endosperma do grão; e de fibra, presente no farelo e no gérmen. A quantidade de amido no grão de arroz pode variar entre diferentes cultivares devido a fatores genéticos e ambientais. Isto é comprovado por Syahariza et al. (2013) que encontraram valores entre 76 a 86% de amido em catorze diferentes cultivares de arroz. Já Zavareze et al. (2009) não encontraram diferença significativa ($p < 0,05$) nos teores de amido para os cultivares BR IRGA 417, Sasanishiki e Moti.

O processamento também influencia o percentual de amido, sendo este maior no arroz branco polido (87,58%) e no parboilizado polido (85,08%), quando comparados ao integral (74,12%) (Tabela 1), devido à remoção do farelo.

O tamanho dos grânulos de amido de arroz é muito pequeno quando comparado com o de milho (15 μm) e de trigo (30 μm), variando de 1 a 9 μm em formas poligonais irregulares. Mir; Don Bosco (2014) encontraram grânulos com formas irregulares, com tamanhos que variavam de 2,3 a 6,5 μm , em sete cultivares da região do Himalaia. O pequeno tamanho dos grânulos confere ao arroz uma textura, extremamente, suave com o cozimento (CHAMPAGNE, 2004; ZAVAREZE et al., 2009).

Os grânulos de amido do arroz são compostos pela mistura dos polímeros amilose (cadeia essencialmente linear) e amilopectina (cadeia ramificada).

O conteúdo de amilose pode variar de 0 a 35% e da amilopectina, de 63 a 92%. A proporção entre as duas frações, o comprimento das cadeias e a distribuição espacial das moléculas dos polissacarídeos diferem entre as espécies de plantas e dentro da mesma espécie, dependendo do grau de maturação, e influenciam, profundamente, as propriedades físico-químicas do amido e, conseqüentemente, a qualidade de cocção e/ou palatabilidade (textura) do arroz cozido (BASSINELLO; NAVES, 2006; DENARDIN; SILVA, 2009).

Os grãos de arroz podem ser classificados, de acordo com a proporção de amilose no amido, como: ceroso ou glutinoso (1 a 2% de amilose), conteúdo de amilose muito baixo (2 a 12%), baixo (12 a 20%), intermediário (20 a 25%) e alto (25 a 33%) (BASSINELLO; NAVES, 2006; DENARDIN; SILVA, 2009). Essa classificação que pode ser verificada nos estudos de Zavareze et al. (2009), onde foram encontrados valores de 31,62% (teor de amilose alto), 23,40% (teor de amilose intermediário) e 6,90% (teor de amilose muito baixo), para cultivares BR IRGA 417, Sasanishiki e Moti, respectivamente. Polesi et al. (2014) classificaram IAC 202 (26,4%) e BR IRGA 417 (27,8%) como de alto teor de amilose. Já Garcia et al. (2011) classificaram as variedades BR IRGA 417 e BRS Primavera com teores intermediários de amilose.

Em grão longo de arroz, o teor de amilose varia de 23 a 26%, enquanto, nos grãos médios, varia de 15 a 20%, e nos curtos, de 18 a 20%. Como o teor de amilose é o principal fator que afeta a qualidade de cocção e sensorial do arroz polido, grande empenho vem sendo direcionado para o desenvolvimento de métodos de identificação e quantificação de amilose nos grãos (PINHEIRO et al., 2005; BASSINELLO; NAVES, 2006).

Os polissacarídeos não digeridos pelas enzimas do sistema digestório humano, como celulose, hemicelulose, amido resistente e pectinas, fazem parte da fração fibra alimentar. No arroz, essa fração está concentrada nas camadas externas dos grãos e diminui em direção ao centro, resultando em baixas concentrações no arroz polido (Tabela 1) (SCHIAVON, 2012).

Além das diferenças nos teores de fibra total devido às características genóticas e de processamento, Lai et al. (2006) observaram diferenças na proporção dos componentes da fibra entre arroz ceroso e não-ceroso. O arroz ceroso apresentou maior proporção de hemiceluloses (41,1%), com menor concentração de substâncias pécticas (31,9%) e celulose (26,9%). Já o não-ceroso

apresentou maior quantidade de substâncias pécnicas (43,7%) e menor de celulose (32,7%) e hemiceluloses (23,7%).

3.6.2 Proteínas

A proteína encontra-se distribuída em todos os tecidos do grão de arroz, apresentando maior concentração no embrião e na camada de aleurona. Existe uma variação qualitativa e quantitativa da proteína nas camadas periféricas do grão e a sua concentração diminui da periferia para o centro (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008).

O conteúdo de proteínas no arroz oscila entre 4% a 14%, dependendo, principalmente, das diferenças varietais e do ambiente, sendo as frações principais as albuminas, globulinas, prolaminas e gluteninas. As duas primeiras possuem maior valor biológico, pois nelas se encontram alguns aminoácidos essenciais, como triptofano e metionina (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008).

A glutelina é a maior fração presente no grão, 70 a 80% da proteína total, com menor concentração de albumina e globulina (15%) e de prolamina (5 - 8%), além de conter 16,8% de nitrogênio, sendo por isso considerado, no caso do arroz, o fator 5,95 para conversão de nitrogênio em proteína (NAVES; BASSINELLO, 2006). Já o farelo apresenta, aproximadamente, 60% de albumina, seguida por prolamina e glutenina (27%) e globulina (7%) (PASCUAL, 2010).

O conteúdo proteico do arroz é influenciado pelas condições ambientais, como temperatura, umidade, composição e fertilidade do solo. Entretanto, as diferenças varietais é que determinam as maiores variações (NAVES; BASSINELLO, 2006).

Altos níveis de radiação solar, durante o período de maturação, diminuem o teor de proteína do grão, e sob condições tropicais, esse teor é, geralmente, menor na temporada de seca em comparação à temporada úmida. O manejo da cultura também afeta o acúmulo de proteína na cariopse, pois a baixa densidade de semeadura, a maior disponibilidade de nitrogênio no solo, o controle adequado de doenças e um bom manejo de água contribuem para aumentar o teor proteico do arroz. O teor de proteína também pode ser influenciado pelo tipo e pela quantidade de fertilizante utilizado na lavoura, por fatores intrínsecos do genótipo,

pela época do plantio, pela maturação do grão e pelo grau de polimento do grão no beneficiamento (BASSINELLO; NAVES, 2006).

Zavareze et al. (2009), ao estudarem cultivares de arroz de alta (IRGA 417), média (Sasanishiki) e baixa (Moti) amilose, encontraram conteúdo de proteínas de 6,62 a 8,42%. Sar et al. (2014), ao analisarem três cultivares com diferentes conteúdos de amilose, cultivados em três diferentes zonas agroclimáticas, observaram valores de 6 a 10%. Já Liu et al. (2005) verificaram não só diferença na concentração total de proteínas (7,35 - 11,47%) entre genótipos, como também variação nos tipos de proteínas. A maior variação foi observada para a glutelina, com concentração no grão entre 5,9 - 9,8%, e correlação positiva com o teor total de proteínas, sendo menores as diferenças para prolamina (0,69 - 0,77%), globulina (0,37 - 0,52%) e albumina (0,38 - 0,49%).

A qualidade nutricional da proteína depende de seu conteúdo em aminoácidos. Similar a outros cereais, o arroz apresenta a lisina como aminoácido limitante. Entretanto, entre os cereais, o arroz apresenta uma das maiores concentrações de lisina, 66% para o arroz polido e de 69% para o arroz integral, valores superiores ao do milho e do trigo, cerca de 50% resultando em balanço de aminoácidos mais completos. A glutelina apresenta teores mais elevados de lisina em relação à globulina e à prolamina (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008; NAVES; BASSINELLO, 2006).

Além dos aminoácidos proteicos, o arroz também apresenta pequena quantidade de aminoácidos livres, localizados, principalmente, no gérmen (60%) e no farelo (0,36%), com pequena concentração no endosperma (0,05%). Entre os aminoácidos livres, predominam o aspartato e o glutamato, que correspondem a, aproximadamente, 60% do total (PASCUAL, 2010).

Apesar da proteína do arroz apresentar boa digestibilidade, o consumo de proteína apenas do arroz não supre totalmente as necessidades de aminoácidos e, por isso, não pode ser considerada uma proteína de boa qualidade. Seu valor proteico corresponde a, aproximadamente, 60% do valor de uma proteína de referência. Por outro lado, a mistura arroz com feijão, consumida pela população brasileira, resulta em uma proteína de melhor qualidade do que a do arroz isoladamente, pois alcança valores proteicos acima de 80%. Isto é devido aos níveis dos aminoácidos limitantes em cada proteína, do cereal e da leguminosa, que são

corrigidos na mistura, devido à complementaridade desses aminoácidos (NAVES; BASSINELLO, 2006).

3.6.3 Lipídios

Os lipídios podem ser encontrados na camada de aleurona, no embrião e no endosperma, ou associados a grânulos de amido. Entretanto, a maior concentração ocorre no gérmen (1/3 do conteúdo total) e na camada de aleurona. Dessa forma, a concentração de lipídios é maior no arroz integral, pois é reduzida com o polimento, geralmente, observando-se concentrações inferiores a 1% no arroz polido (Tabela 1). Syahariza et al. (2013) e Reed et al. (2013) estudaram a composição química de diferentes cultivares de arroz e encontraram baixos teores de lipídios (menos de 1%), conforme literatura descrita. Já Ebuehi; Oyewole (2008) observaram teores superiores (1,9 a 2,6%) em duas variedades de arroz cultivadas no sudoeste da Nigéria e da Tailândia. O teor de lipídios no grão também é afetado pelas características genótípicas (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008).

O grão integral pode conter até 3%, visto que cerca de 80% do lipídio do grão se encontram em suas camadas periféricas, incluindo o gérmen. Storck, Silva e Comarella (2005) encontraram valores de 1,18 a 3,39% de lipídios em nove variedades de arroz integral, valor atribuído à não remoção das camadas externas do grão, onde o lipídio se localiza em maior proporção.

Os lipídios de grãos de cereais são ricos em ácidos graxos insaturados e, como todos os alimentos de origem vegetal, não contêm colesterol. Os principais ácidos graxos do arroz são o ácido palmítico (21 - 26%), o ácido linoléico (31 - 33%) e o ácido oléico (37 - 42%), que correspondem, aproximadamente, a 95% dos ácidos graxos presentes nos lipídios totais. Portanto, o arroz contém proporção significativa de ácidos graxos insaturados, que possuem papel importante em vários processos fisiológicos e, por não serem sintetizados pelo organismo humano, devem ser supridos pela alimentação (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008).

Ressalta-se que o arroz cozido absorve grande parte, até cerca de 90% do óleo usado em seu preparo, assim, o tipo, a qualidade e a quantidade do óleo de cocção devem ser considerados no contexto da dieta (NAVES; BASSINELLO, 2006).

3.6.4 Vitaminas e Minerais

As vitaminas e os minerais estão presentes, principalmente, nas camadas externas do grão de arroz. As principais vitaminas encontradas são as do complexo B e α -tocoferol (vitamina E) (PASCUAL, 2010).

No farelo, a concentração de tiamina, riboflavina, niacina e α -tocoferol é de, aproximadamente, 78, 47, 67 e 95%, respectivamente, em relação ao teor do endosperma. Dessa forma, o polimento reduz, significativamente, a concentração de vitaminas. Pesquisas vêm sendo desenvolvidas a fim de melhorar a característica nutricional do arroz por meio do aprimoramento genético. Entre estas pesquisas, destacam-se as relacionadas à vitamina A devido à importância de sua deficiência, que atinge milhões de pessoas, e seus efeitos na saúde (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008).

A concentração de minerais difere nas frações do grão. No arroz com casca, o silício é componente dominante; no arroz integral e polido, destacam-se o fósforo, o potássio e o magnésio, em maiores concentrações, e o ferro, zinco, cobre, sódio, cálcio e manganês, em menores quantidades. A contribuição de minerais é variável e está relacionada ao processo de beneficiamento do arroz (PASCUAL, 2010).

Denardin et al. (2004) avaliaram o efeito do beneficiamento nos teores de macro e micro minerais em nove cultivares de arroz integral, parboilizado e branco, e verificaram que os teores de Mg, K, P, Na, Mn e Zn foram, significativamente, maiores nos grãos integrais e variaram entre os cultivares.

Resultados semelhantes foram encontrados por Storck; Silva e Comarella (2005), cujos estudos apontaram que o conteúdo de matéria mineral no arroz integral foi 1,7 vezes maior do que o identificado no parboilizado e 3,8 vezes maior do que o do branco ($p < 0,05$). Essas diferenças existem porque o arroz integral não passa pelo processo de polimento, assim, retém mais as camadas externas nas quais os minerais estão presentes em quantidades mais elevadas.

O conteúdo dos micronutrientes também é influenciado pela variedade do grão, pelas condições de cultivo, pela fertilização, pelas condições de solo e pelo processamento (BASSINELLO; NAVES, 2006).

3.7 QUALIDADE E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E SENSORIAIS DO ARROZ

A qualidade do arroz está relacionada aos padrões estabelecidos em diferentes países, regiões e locais de moradia, se urbanos ou rurais, e à condição de renda, aos padrões culturais e à sua forma de utilização na alimentação (PINHEIRO et al., 2005).

A preferência do consumidor, que valoriza os atributos que lhe agradam, é determinada não só pelas propriedades físicas e químicas do grão, mas também pela aparência do produto após o cozimento, como: bom rendimento de panela, tempo de cocção, grãos secos e soltos, permanecer macio mesmo após o resfriamento, aroma, consistência e sabor (FERREIRA; DEL VILLAR; ALMEIDA, 2005).

No Brasil, a preferência de consumo é o arroz de classe longo fino, comercialmente conhecido como “arroz agulhinha”. Esse tipo de arroz é translúcido e apresenta a característica de ser mais solto e macio após o cozimento (ELIAS; LORINI, 2005).

Para determinar a qualidade de um cultivar, deve-se considerar as demandas de todos os segmentos da cadeia. É importante conhecer as características físico-químicas do grão de arroz e sua relação quanto à cocção e aparência, fatores que definem os padrões de qualidade nos mercados brasileiro e internacional (FERREIRA; DEL VILLAR; ALMEIDA, 2005).

A qualidade do grão de arroz inicia-se na escolha do cultivar e do manejo a ser adotado. O conjunto de fatores: variedade escolhida; cuidados no cultivo, principalmente, na colheita; cuidados pós-colheita, ou seja, na secagem e no armazenamento, definem a qualidade do arroz em relação ao rendimento industrial e à panela. Assim, as propriedades químicas e físicas e os cuidados no cultivo e beneficiamento determinam a classe e o tipo (FERREIRA; DEL VILLAR; ALMEIDA, 2005).

Em relação aos parâmetros de qualidade, é importante que o arroz proporcione: alto rendimento de grãos inteiros no beneficiamento; grãos longos e finos, com aspecto translúcido e bem polidos; umidade uniforme e relativamente baixa; boa conservabilidade; baixos índices de contaminação por microrganismos; ausência de micotoxinas; e alto valor nutricional (ELIAS; LORINI, 2005).

Alguns parâmetros de qualidade do arroz são determinados pelas propriedades do amido contido no endosperma do grão, polissacarídeo constituído por moléculas de glicose, cujas propriedades são determinadas pela disposição dessas moléculas na cadeia. A variação nos teores de amilose e amilopectina não afeta o valor nutritivo do arroz, mas influi na qualidade culinária (ELIAS et al., 2003).

Durante o cozimento, o teor de amilose determina a absorção de água, a expansão do volume e o teor de sólidos solúveis. Após o cozimento, afeta a cor, o brilho, a coesividade e dureza do arroz, ou seja, o conteúdo de amilose relaciona-se com as mudanças que ocorrem durante o processo de cocção e determinam a qualidade culinária (FERREIRA; DEL VILLAR; ALMEIDA, 2005; BASSINELLO; NAVES, 2006).

Um alto teor de amilose, normalmente, resulta em grãos cozidos secos e soltos, com textura mais firme, que podem endurecer após o resfriamento. Grãos com alto teor de amilose têm maior propensão à retrogradação do amido. Um baixo teor de amilose resulta em grãos macios, aquosos e pegajosos, que apresentam adesividade após o cozimento, tendendo a se desintegrar. É o tipo preferido na culinária japonesa e coreana. Grãos com teor intermediário, preferidos pelo consumidor brasileiro, apresentam grãos secos e soltos após o cozimento, que se mantêm macios no reaquecimento (BASSINELLO; NAVES, 2006).

Polesi et al. (2014) verificaram que a variedade BR IRGA 417, que continha maior teor de amilose aparente (27,8%), apresentou maior dureza (4,4 kg) do que IAC 202 (26,4% de amilose e 3,9 kg de dureza), provavelmente, pela menor absorção de água (385 x 460%) e volume de expansão (495 x 529%). IAC 202 foi mais pegajoso, o que está de acordo com a menor dureza, maior absorção de água e volume de expansão.

Moongnarn et al. (2012) estudaram cinco diferentes tipos de arroz e verificaram que o arroz classificado como ceroso (2,04% de amilose) possuía maior adesividade e uma textura mais pegajosa e compacta, quando comparado a uma amostra com alto teor de amilose (26,7%) e três amostras com teor entre baixo e intermediário de amilose (~ 19,6%).

Lu et al. (2013) constataram que a variedade *Índica* TCN1 com alto teor de amilose (31,91 g/100 g) apresentava textura mais firme (536 g), enquanto a variedade *Japônica* TCW70, classificada como grão ceroso, era a menos firme (114 g), indicando, claramente, que quanto maior o teor de amilose, mais firme é o grão

de arroz cozido. Todos os parâmetros de textura apresentaram correlação positiva com o teor de amilose.

O meio ambiente influencia o conteúdo de amilose, pois temperaturas altas durante a maturação dos grãos diminuem o teor de amilose, podendo variar até 6% de uma estação de cultivo para a outra (MINGOTTE; HANASHIRO; FORNASIERE FILHO, 2012).

O endosperma do arroz é classificado como glutinoso e não glutinoso. No primeiro caso, o amido do grão é constituído, basicamente, de amilopectina, tem endosperma de aspecto opaco, que, depois de cozido, apresenta-se brilhante, pegajoso e com uma massa pastosa. É usado, principalmente, na fabricação de doces, alimentos infantis e cereais matinais. No segundo, é constituído de amilopectina e amilose, tem aspecto vítreo e brilhante e, depois de cozido, apresenta comportamento variável em função das propriedades descritas anteriormente. O tipo não glutinoso constitui a maior parte do arroz consumido no mundo em forma de grãos (PINHEIRO et al., 2005; FERREIRA, 2005).

Outra propriedade importante é a temperatura de gelatinização (TG), que é a temperatura na qual os grãos começam a absorver água durante a cocção, iniciando o processo de amaciamento. Os grânulos de amido aumentam, irreversivelmente, de tamanho, com simultânea perda de cristalinidade, o que, normalmente, ocorre dentro de uma faixa de temperatura que pode variar de 55 a 80°C, gelatinizando primeiro os grânulos maiores e, por último, os menores; em termos práticos, é um teste que avalia o índice de resistência à cocção, ou seja, as características do amido que determinam o tempo de cozimento (FERREIRA; DEL VILLAR; ALMEIDA, 2005; BASSINELO; NAVES, 2006).

Quando se aumenta a temperatura, as moléculas de amido vibram vigorosamente, rompem as ligações de hidrogênio intermoleculares e permitem a formação de ligações de hidrogênio com a água. O aquecimento contínuo em presença de água abundante resulta na completa perda de cristalinidade (FERREIRA; DEL VILLAR; ALMEIDA, 2005; FERREIRA, 2005; BASSINELO; NAVES, 2006).

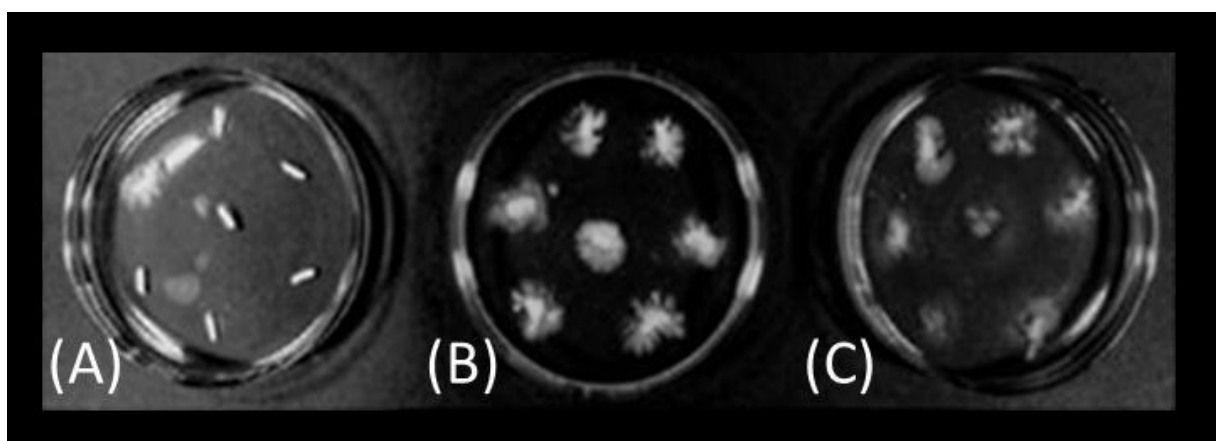
De acordo com Pinheiro et al. (2005), a TG pode ser subdividida em três faixas: alta, intermediária e baixa (Figura 2). Grãos de arroz com TG baixa (63 a 68°C) e intermediária (69 a 73°C) implicam a necessidade de menor tempo e água, conseqüentemente, menos energia para o cozimento. Grãos de arroz com TG alta

(74 a 80°C) requerem mais água e mais tempo para cozinhar.

Tais afirmações não se aplicaram aos estudos de Boêno, Ascheri e Bassinello (2011) com quatro genótipos de arroz vermelho (integral). Em seu estudo, estes observaram que os genótipos MNACE0501 e MNACH0501 apresentaram TG indermediária (64 a 79°C) e alta (74 a 79°C), respectivamente; no entanto, mostraram tempos de cocção, estatisticamente, iguais ($p > 0,05$); já os genótipos tradicionais e MNAPB0405 apresentaram, respectivamente, essas mesmas faixas de TG, verificando-se uma diferença de 10 minutos a mais no tempo de cocção para a menor temperatura de gelatinização.

Nos estudos de Polesi et al. (2014), foi observado que o tempo mínimo de cocção não se alterou entre os cultivares, apesar da BR IRGA 417 ter apresentado menor TG (7,0) e IAC 202, TG intermediária (4,0), estimadas pelo grau de dispersão e pela clarificação dos grãos de arroz em solução alcalina. De acordo com os autores, como a cultivar BR IRGA 417 apresentou maior teor de lipídios e proteínas, isso dificultou a absorção de água e o intumescimento dos grânulos de amido, assim, o tempo necessário para o seu cozimento pode ter sido aumentado. Além disso, defeitos dos grãos, como fissuras e núcleo gessado, e características estruturais, como tamanho e forma das células do endosperma, também influenciam o tempo de cocção do arroz.

Figura 2 – Grãos de arroz com amido de TG alta (A), TG média (B), TG baixa (C)



Fonte: BOÊNO, 2008

TG: temperatura de gelatinização

Sob as mesmas condições de cocção, grãos com amido de TG alta

tendem a ficar duros e mal cozidos, ao passo que grãos com TG baixa tornam-se mais macios e podem, até mesmo, desintegrar-se completamente se cozidos além do ponto. Em geral, o centro dos grãos das cultivares com TG alta permanece semiduro após a cocção, provocando um certo desconforto durante a mastigação (PINHEIRO et al., 2005).

Outros aspectos importantes para o consumidor são a translucidez e a aparência do grão. Grãos translúcidos são os mais procurados pela indústria de arroz e pelos consumidores. A translucidez está relacionada à propriedade do grão de arroz de deixar-se atravessar pela luz, permitindo a visão ou distinção de imagens ou objetos através de sua espessura. A aparência dos grãos está relacionada com a presença de áreas opacas, manchas e imperfeições causadas por picadas de insetos ou doenças que depreciam o produto. O consumidor prefere o arroz com endosperma translúcido e paga mais por isso, apesar desta característica não afetar o aspecto do arroz após a cocção. A aparência do grão está associada à cultivar e às condições ambientais e de manejo da cultura (FERREIRA; DEL VILLAR; ALMEIDA, 2005; FERREIRA, 2005).

As exigências de aspectos de qualidade variam em função das demandas ao longo dos segmentos da cadeia produtiva do arroz. Para os consumidores, destaca-se o aspecto visual; as indústrias avaliam a qualidade em torno da renda de beneficiamento dos grãos, o aspecto do grão e as qualidades culinárias; para os produtores, o preço é a principal variável considerada (FERREIRA; DEL VILLAR; ALMEIDA, 2005).

Em estudos de aceitação de arroz convencional e arroz fortificado com ferro, Beinner et al. (2010) avaliaram a aparência geral, cor, aroma e sabor, por meio de 43 julgadores não treinados e escala hedônica de sete pontos, (1 = desgostei muitíssimo e 7 = gostei muitíssimo). Os valores médios obtidos para os atributos avaliados situaram-se entre 5,6 e 5,9, correspondentes a “gostei” e “gostei muito”, de acordo com a escala hedônica; portanto, os autores concluíram que o ferro não causou alterações na aceitação do produto final.

Já Polesi et al. (2012) avaliaram a aceitação sensorial do arroz submetido à radiação gama para conservação do grão, empregando-se escala hedônica de nove pontos (1 = desgostei muitíssimo, 9 = gostei muitíssimo) e 40 julgadores não treinados, adultos (entre 18 a 50 anos) de ambos os sexos e consumidores de arroz. As amostras de arroz comercial (BR IRGA 417), exceto o

controle, foram submetidas às doses de radiação gama de 1, 2 e 5 kGy, na taxa de dose de 0,5 kGy/h. A maioria das amostras recebeu avaliação entre “gostei moderadamente” (nota 7) e “gostei muito” (nota 8), para todos os parâmetros avaliados. Diferença estatística ($p < 0,05$) foi observada apenas na dose de 5 kGy em relação ao controle para os parâmetros aroma e cor, que se enquadraram na escala de aceitação entre “gostei levemente” (nota 6) e “gostei moderadamente” (nota 7). Mediante aos resultados, nota-se que arroz submetido a todas as doses de radiação apresentaram boa aceitabilidade pelos julgadores.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos Laboratórios de Pesquisa do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos - UEL, Londrina - PR, e no Laboratório de Grãos e Subprodutos da Embrapa Arroz e Feijão - GO. Esta pesquisa é parte de um projeto em parceria com a Embrapa Arroz e Feijão - GO.

4.1 MATÉRIA-PRIMA

Foram estudados genótipos de arroz polido (*Oryza sativa* L.), sendo três do plantio de sistema irrigado, BR IRGA 417, Moti e AB101002, e cinco do plantio de terras altas, N2583, Arroz da Terra, BRS Primavera, Douradão e AN Cambará, todos oriundos do Banco de Germoplasma de Arroz da Embrapa Arroz e Feijão - GO.

Os diferentes genótipos foram cultivados em ambientes tradicionais no segundo semestre de 2012, com colheita em março de 2013. As amostras do arroz de terras altas foram plantadas em Santo Antônio de Goiás - GO, na fazenda Capivara, enquanto as amostras do arroz de sistema irrigado foram cultivados na fazenda Palmital em Brazabranes - GO (safra 2012/2013).

Após a colheita e a secagem natural dos grãos por um período aproximado de uma semana, as amostras foram beneficiadas no Laboratório de Apoio do Programa de Melhoramento Genético de Arroz (Embrapa Arroz e Feijão - GO), usando-se moinho de provas (Suzuki) para a obtenção do material descascado e polido. A seleção das amostras para as análises físicas, químicas e sensoriais foi realizada pela Embrapa Arroz e Feijão - GO.

Para as análises das propriedades químicas, as amostras foram moídas (moinho Ika 33).

4.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

As análises de umidade, proteínas, lipídios e cinzas dos grãos de arroz cru foram procedidas segundo os métodos da AOAC (2006). O teor total de proteínas foi determinado pelo método de Kjeldahl, usando-se o fator de conversão 5,95. O teor de carboidratos totais foi determinado por diferença em relação a:

umidade, proteínas, lipídios e cinzas. Os resultados de proteínas, lipídios, cinzas e carboidratos totais foram expressos em gramas por 100 g de amostra em base seca.

4.3 TEOR DE AMIDO

O teor de amido foi determinado de acordo com o método da AOAC (2006) e RicKard; Behn (1987), com adaptações.

Foi realizada uma hidrólise ácida do amido, na qual 25 mg da amostra e 25 ml de HCl 0,7 M foram colocados em tubos de ensaio, previamente identificados, com tampa de rosca e agitados em vortex; em seguida, foram colocados em banho-maria com água em ebulição por 150 minutos.

As amostras foram colocadas, imediatamente, em banho de gelo, transferidas para tubos falcon e centrifugadas (25°C, 4500 g, 10 min; Eppendorf centrifuge 5804R, Hamburg, Alemanha).

Após a centrifugação, o sobrenadante foi diluído 1:40 (v/v) e desta solução, alíquotas de 1 ml foram utilizadas para determinar o teor de açúcares redutores pelo método Somogyi-Nelson (1944), e as leituras das absorvâncias lidas a 540 nm.

A concentração de açúcares redutores (g de glicose/100 g de amostra seca) foi obtida por meio de uma curva padrão de glicose (20 a 100 µg/ml) e o teor de amido foi estimado pela multiplicação da concentração dos açúcares redutores pelo fator 0,9.

4.4 TEOR DE AMILOSE APARENTE

Para a determinação do teor de amilose aparente, nas amostras, foi empregado o método colorimétrico, utilizando-se como indicador a solução iodo/iodeto de potássio, proposto por Martinez; Cuevas (1989), com adaptações.

Os grãos de arroz foram selecionados, retirando-se os grãos danificados, e moídos em moinho de facas "Laboratory mill 3100 - Perten.

Amostras de 100 mg foram transferidas para balões de 100 ml, previamente identificados, acrescentado-se 1 ml de álcool etílico 95%. Em seguida, os balões foram agitados para que as partículas de farinha que ficaram agregadas em suas paredes se dissolvessem, e foram acrescentados 9 ml de solução de NaOH

1 N. Os balões foram fechados com tampa e deixados *overnight* para a gelatinização do amido. O volume foi completado com água destilada e os balões foram tampados e agitados.

De cada amostra, foram retiradas alíquotas de 5 ml e estas foram transferidas para outros balões de 100 ml, devidamente identificados; acrescentou-se 1 ml de ácido acético 1 N e 2 ml de solução de iodo e o volume de cada balão foi ajustado com água destilada.

Para a construção da curva-padrão foram utilizados 50 mg de amilose fornecidos pelo IRRI (*International Rice Research Institute*), com concentrações previamente conhecidas de amilose (0%, 4,18%, 11,4%, 17,03% e 23,69%), definidas por cromatografia de permeação em gel (FITZGERALD et al., 2009). Do balão volumétrico, alíquotas de 1, 2, 3, 4 e 5 ml foram retiradas e foram acrescentados 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1 ml de ácido acético e 0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2 ml de iodo, respectivamente, completando-se, então, o volume, a 100 ml, com água destilada.

A leitura de absorvância das amostras foi realizada em espectrofotômetro UV-visível (FEMTO, modelo 700 Plus), calibrado para um comprimento de onda de 720 nm, imediatamente após adição do iodo, completando-se o volume dos balões com água destilada.

O cálculo do conteúdo de amilose aparente (%) foi determinado inserindo-se os valores das absorvâncias lidas em cada amostra na equação da reta obtida através da curva de calibração. Essa concentração de amilose foi determinada na solução diluída, porém, para se conhecer a concentração na amostra, foi calculado o fator de diluição. O teor de amilose foi obtido através da equação 1:

$$\% \text{ Amilose: } A \times \text{FD} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde A = absorvância

FD = fator de diluição

A partir dos resultados, as amostras foram enquadradas conforme escala de classificação de % de amilose segundo Juliano (2003):

- Ceroso: 00 – 02%
- Muito baixo: 03% - 09%
- Baixo: 10% - 19%
- Intermediário: 20% - 25%
- Alto: > 25%

4.5 TEMPERATURA DE GELATINIZAÇÃO

A temperatura de gelatinização (TG) dos grãos de arroz foi estimada pela metodologia descrita por Martinez; Cuevas (1989), com adaptações.

Distribuiu-se, uniformemente, 10 grãos de arroz inteiros e polidos, em uma placa plástica, disposta em bandejas próprias para a análise, contendo 10 ml de solução de KOH 1,7%, que foram, então, tampadas.

As bandejas com as placas foram colocadas em estufa a 30°C por 23 horas. Após este processo, foram retiradas da estufa e procedidas as leituras visuais onde cada grão das amostras foi classificado de acordo com a escala de grau de dispersão descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Escala de grau de dispersão alcalina para arroz

Grau de dispersão	Aspecto do grão
1	grão de arroz inalterado
2	grão inchado
3	grão inchado com fissuras leves
4	grão um pouco fissurado, com um halo esbranquiçado ao redor
5	grão totalmente aberto, podendo formar uma grande massa de dispersão a seu redor
6	grão quase que totalmente desintegrado, sendo que dificilmente se observa sua forma
7	grão totalmente desintegrado, frequentemente se observa somente os embriões

Fonte: Martinez; Cuevas (1989)

Para se obter o valor médio, multiplicou-se o nº de grãos

enquadrados no grau de dispersão correspondente, somou-se e dividiu-se por 10. As amostras foram classificadas conforme escala a seguir, para a determinação da temperatura de gelatinização:

TG Alta (74 a 80°C): maior quantidade de grãos com notas 1, 2 e 3

TG Intermediária (69 a 73°C): maior quantidade de grãos com notas 4 e 5

TG Baixa (63 a 68°C): maior quantidade de grãos com notas 6 e 7

4.6 AVALIAÇÃO INSTRUMENTAL DA COR DOS GRÃOS DE ARROZ CRU

Os parâmetros de cor L^* (luminosidade); a^* (componente vermelho – verde); b^* (componente amarelo – azul) dos grãos de arroz cru foram determinados utilizando-se o colorímetro (GARDNER, Color Guide 45/0). O colorímetro foi calibrado com o padrão branco ($L^* = 97,59$, $a^* = 0,39$, $b^* = 1,75$). Foram empregadas as seguintes especificações: iluminante CIE D_{65} , iluminação em ângulo de 45° , ângulo de observação de 0° e observação padrão CIE 10° . O colorímetro forneceu, diretamente, os parâmetros L^* (luminosidade), onde 0 = preto e 100 = branco, a^* (componente vermelho – verde), b^* (componente amarelo – azul) (KAMIZAKE; YAMASHITA; PRUDENCIO, 2014).

4.7 ABSORÇÃO DE ÁGUA DURANTE O COZIMENTO

A absorção de água durante o cozimento foi estimada segundo metodologia descrita por Singh et al. (2005), com adaptações.

Foram pesados 2 g de grãos inteiros de arroz em um tubo de ensaio com tampa, acrescidos 20 ml de água destilada e agitados em vortex. Os tubos foram tampados e colocados em banho-maria, em ebulição, por 10 minutos, sendo, em seguida, transferidos para banho de gelo.

O conteúdo foi drenado e o arroz pressionado em folhas de papel filtro. As amostras cozidas foram pesadas e a relação de absorção de água foi calculada. A diferença entre a massa final (arroz cozido) e inicial (arroz cru) foi expressa como g de água absorvida por 100 g de amostra.

4.8 TEXTURA INSTRUMENTAL DE ARROZ COZIDO

4.8.1 Cozimento do arroz para medida da textura instrumental

Em panela elétrica (PA 5 Prime Britânia), foram colocados 350 ml de água em temperatura ambiente e uma bandeja plástica perfurada. Em seguida, foram colocadas as placas de Pétri contendo 10 g de arroz e 17 g de água. Procedeu-se ao cozimento automático, de acordo com as instruções do fabricante da panela.

4.8.2. Medida de firmeza e pegajosidade

A firmeza e a pegajosidade dos grãos de arroz cozido foram determinadas em texturômetro (*Stable Micro Systems, TA-XT plus*, Inglaterra) por compressão uniaxial, segundo método descrito por Sesmat; Meullenet (2001), com modificações.

Após cozimento, 10 grãos inteiros, em temperatura, aproximada, de 60°C, foram distribuídos, uniformemente, sobre a plataforma do texturômetro e comprimidos a 95% da altura inicial. Foi usado um *probe* cilíndrico de 40 mm de diâmetro, velocidade pré-teste de 2 mm/s, velocidade do teste, de 0,5 mm/s, velocidade pós-teste, de 0,5 mm/s, *trigger* de 3 g e distância entre o *probe* e a plataforma de análise de 5 mm.

Os dados da textura instrumental foram obtidos com o *software Texture Exponent Lite* (*Stable Micro Systems, Surrey, England*).

A máxima força de compressão foi usada como indicador da firmeza do arroz cozido e expressa em N, enquanto a energia de adesão, medida durante a volta *do probe*, foi usada como indicador da pegajosidade e expressa em N.s.

4.9 COZIMENTO DO ARROZ PARA AVALIAÇÃO INSTRUMENTAL DE COR E ANÁLISE SENSORIAL

Para as análises sensoriais e de cor dos grãos de arroz cozido, 200 g de cada amostra foram cozidas em 400 ml de água em panela elétrica PA 5 Prime Britânia. Procedeu-se ao cozimento automático, de acordo com as instruções do fabricante da panela.

4.10 AVALIAÇÃO INSTRUMENTAL DA COR DOS GRÃOS DE ARROZ COZIDO

A cor dos grãos de arroz cozido foi avaliada em colorímetro (GARDNER, Color Guide 45/0), de acordo com a metodologia descrita no item 4.6.

4.11 ANÁLISES SENSORIAIS

Para as análises sensoriais foram selecionados os genótipos AB101002, AN Cambará, Douradão, BR IRGA 417, Moti e BRS Primavera. N2583 e Arroz da Terra contribuíram como amostras de referência para definição e quantificação de atributos na ADQ. Foram aplicados dois testes sensoriais, Análise Descritiva Quantitativa - ADQ e Teste de Aceitação de Atributos.

O projeto foi aprovado em 22/10/2012 pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina - PR, Parecer nº 131.199, CAAE: 0887381200005231 (Anexo A).

As análises sensoriais foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos/Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina - PR, em cabines individuais, sob iluminação fluorescente (luz do dia D₆₅). Em cada teste (ADQ ou Aceitação), porções de 30 g de cada amostra, a 60°C, foram apresentadas, uma de cada vez, em ordem aleatória, em copo descartável de isopor codificado com números aleatórios de três dígitos, acompanhado de colher descartável, guardanapo de papel branco e água para lavar a boca antes e entre os testes.

4.11.1 Análise Descritiva Quantitativa - ADQ

4.11.1.1 Pré-seleção dos julgadores

Foram recrutados, por meio de contato pessoal, 25 voluntários interessados, dentre alunos, professores e funcionários do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina - PR, para participarem da equipe de julgadores da Análise Descritiva Quantitativa das amostras de arroz cozido.

No recrutamento, foi apresentado aos voluntários o Termo de

Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Anexo B), onde todos os esclarecimentos sobre o teste foram descritos. Após o consentimento, foi solicitado o preenchimento de um questionário (Anexo C) para a obtenção de informações sobre os julgadores, em relação a disponibilidade de tempo para a realização dos testes, estado de saúde, afinidade com o produto a ser avaliado e facilidade de expressão.

Os interessados em participar da equipe foram submetidos a testes sensoriais de pré-seleção e a escolha foi feita em função dos seus desempenhos em testes de reconhecimento de gostos básicos, odores básicos e de ordenação de intensidade de dureza (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007).

A capacidade dos voluntários em reconhecer os **gostos básicos** foi avaliada por meio de teste no qual cada indivíduo avaliou o gosto de uma série de soluções aquosas para a detecção dos gostos: doce (sacarose 1%); ácido (ácido cítrico 0,04%); salgado (cloreto de sódio 0,2%), amargo (cafeína 0,05%); e umami (glutamato monossódico 0,03%). As amostras de cada gosto ou sensação foram apresentadas em ordem aleatória aos candidatos, em copinhos descartáveis codificados com número de três dígitos aleatórios. O modelo da ficha de avaliação apresenta-se na Figura 3. Indivíduos que não conseguiram identificar 100% das soluções referentes a cada gosto básico foram eliminados da equipe sensorial a ser formada.

Figura 3 – Teste de reconhecimento dos gostos básicos

TESTE DE RECONHECIMENTO DOS GOSTOS BÁSICOS	
Nome: _____	Data: ____/____/____
<p>Prove, da esquerda para a direita, cada uma das soluções. As soluções podem ter um gosto doce, ácido, salgado, amargo ou umami. Entre as soluções com gostos básicos, pode haver uma amostra que tem apenas água. Identifique o gosto da solução de cada um dos copinhos codificados. Enxague a boca com água antes de degustar e também entre uma amostra e outra.</p>	
CÓDIGO	GOSTO
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

No teste de **reconhecimento de odores básicos**, cada voluntário descreveu a qualidade do odor de uma série de 15 substâncias aromáticas diferentes encontradas no cotidiano: pó de café, chocolate, mel, canela, vinagre, ácido acético, acetona, milho em conserva, limão, *Ketchup*, mostarda, orégano, cebola, cravo da índia e etanol (Figura 4). As amostras foram colocadas sobre um algodão contido no fundo de um frasco de *erlenmeyer* codificado e tampado com papel alumínio perfurado. A porcentagem de acertos para cada aroma específico foi calculada por meio de contagem de pontos (3 pontos para cada resposta correta, 2 pontos para respostas com termos descritivos associativos, 1 ponto para respostas erradas e 0 quando não houve resposta). Indivíduos que não atingiram, no mínimo, 65% de acertos, foram excluídos da equipe de provadores a ser formada.

Figura 4 - Teste de reconhecimento de odores básicos

TESTE DE RECONHECIMENTO DE ODORES BÁSICOS	
Nome: _____	Data: ____/____/____
<p>Os frascos cobertos contêm substâncias odoríferas encontradas, normalmente, em casa ou no local de trabalho. Aproxime o frasco de seu nariz, tire a tampa, aspire 3 vezes brevemente e tente identificar o odor. Se não lhe vier na memória o nome exato do produto ou substância, tente relacionar a alguma coisa com o qual você associe esse odor. Para aspirar a próxima amostra, aguarde alguns segundos.</p>	
CÓDIGO	ODOR
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Em relação à capacidade dos voluntários em **discriminar a intensidade de dureza**, foi aplicado um teste de ordenação. Foi solicitado a cada candidato que indicasse a ordem crescente de dureza de amostras de cenoura crua, amendoim torrado e bala dura, que foram apresentadas aleatoriamente (Figura 5). Foram selecionados os candidatos que atingiram 100% de acertos.

Para a confirmação da ordem, a dureza de cada produto foi medida em texturômetro TA-XT2, onde as amostras foram comprimidas 25% da altura inicial, com uma força de 0,05 N, utilizando-se um ciclo de compressão à velocidade

constante de 2 mm/s, com *probe* cilíndrico P 25/L. A dureza foi de 4,54 (cenoura); 8,35 (amendoim) e 30,23 N (bala).

Figura 5 - Teste de ordenação de intensidade de dureza

TESTE DE ORDENAÇÃO DE INTENSIDADE DE DUREZA	
Nome: _____	Data: ____/____/____
<p>Por favor, ordene as amostras de acordo com a dureza (força requerida para romper um alimento entre os dentes molares). Ordene a amostra menos dura como a primeira e a amostra mais dura como a última.</p>	
Primeira: _____	
Segunda: _____	
Terceira: _____	

4.11.1.2 Desenvolvimento da terminologia descritiva

O desenvolvimento da terminologia descritiva (atributos sensoriais) dos diferentes genótipos de arroz foi realizado pelos 12 julgadores pré-selecionados, utilizando-se o Método de Rede (MOSKOWITZ, 1983).

Em cabines individuais de avaliação sensorial, amostras de arroz cozido foram apresentadas, aos pares, aos julgadores (BR IRGA 417 e Douradão), (Moti e AN Cambará) e (AB101002 e BRS Primavera), para que estes descrevessem as diferenças e semelhanças entre cada par em relação à aparência, ao aroma, ao sabor e à textura (Figura 6). Um par de amostras foi analisado por sessão de avaliação.

Após cada julgador descrever seus próprios termos em relação às semelhanças e diferenças entre as amostras de cada par analisado, foi realizada uma discussão em grupo a fim de selecionar os termos descritivos mais citados, agrupando-se os semelhantes, e foram sugeridas amostras de referências (quanto ao aspecto qualitativo e quantitativo) para serem utilizadas no treinamento.

Por consenso, foi também elaborado um glossário com definições de cada termo selecionado (Quadro 1), além de uma ficha de avaliação das amostras (Figura 7). A escala utilizada foi a não estruturada de 15 cm, ancorada a 1,5 cm de cada lado, com palavras que indicam o aumento da intensidade de cada atributo, da esquerda para a direita.

Figura 6 - Ficha para levantamento de terminologia descritiva (Método de rede).

FICHA PARA LEVANTAMENTO DE TERMINOLOGIA DESCRITIVA (MÉTOD DE REDE)		
Nome: _____ Data: ____/____/____		
Por favor, compare as duas amostras quanto à aparência, ao aroma, ao sabor e à textura e descreva suas semelhanças e diferenças.		
Amostras: _____ e _____		
	Semelhanças	Diferenças
Aparência:		
Aroma:		
Sabor:		
Textura		

Quadro 1 – Atributos, definições e referências utilizados na Análise Descritiva Quantitativa de diferentes genótipos de arroz.

ATRIBUTOS	DEFINIÇÕES	AMOSTRAS DE REFERÊNCIAS
APARÊNCIA		
Solto	Grãos separados uns dos outros e que não apresentam aderência entre eles	Pouco: 100 g de arroz branco polido cozido* em 200 ml de água da variedade Moti - Embrapa Muito: 100 g de arroz parboilizado polido cozido* em 150 ml de água, marca Tio João
Formato alongado	Refere-se ao comprimento dos grãos	Pouco: 100 g de arroz branco polido, classe curto, cozido* em 200 ml de água, marca Caldo Bom Muito: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato Fino
Brilho	Refere-se à intensidade de reflexão da luz pelas amostras	Pouco: 100 g de arroz branco polido cozido* em 200 ml de água da variedade BR IRGA 417 - Embrapa Muito: 100 g de arroz branco polido cozido* em 200 ml de água da variedade Moti - Embrapa
Cor	Refere-se à brancura dos grãos	Pouco: 100 g de arroz parboilizado polido cozido* em 150 ml de água, marca Tio João Muito: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato Fino
Pontos escuros	Presença de pontos marrons na superfície dos grãos	Pouco: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato Fino Muito: 100 g de arroz branco polido cozido* em 200 ml de água da variedade Arroz da Terra – Embrapa
Quebrado	Falta de integridade dos grãos	Pouco: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato Fino Muito: 100 g de quirera de arroz polido obtido de beneficiadora de arroz, cozido* em 200 ml de água
AROMA		
Arroz cozido	Aroma característico de arroz cozido	Pouco: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato

		Fino resfriado em geladeira por 10 minutos Muito: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato Fino
Arroz integral	Aroma característico de arroz integral	Pouco: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato Fino Muito: 100 g de arroz integral cozido* em 300 ml de água, da marca Tio João
SABOR		
Típico de arroz	Sabor típico de arroz cozido	Pouco: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido em 200 ml de água, marca Prato Fino por aproximadamente 10 minutos e resfriado em geladeira Muito: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato Fino
Arroz integral	Sabor típico de arroz integral	Pouco: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato Fino Muito: 100 g de arroz integral cozido* em 300 ml de água, da marca Tio João
TEXTURA		
Maciez	Facilidade de rompimento dos grãos durante a mastigação	Pouco: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido em 200 ml de água, marca Prato Fino por aproximadamente 10 minutos Muito: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato Fino
Pegajoso	Aderência do arroz à boca e aos dentes durante a mastigação	Pouco: 100 g de arroz parboilizado polido cozido* em 200 ml de água, marca Tio João Muito: 100 g de arroz branco polido cozido* em 200 ml de água da variedade Moti - Embrapa

*Cozimento automático em panela elétrica (PA 5 Prime Britânia)

Figura 7 – Modelo de ficha de avaliação de genótipos de arroz

FICHA DE AVALIAÇÃO		
Nome: _____	Data: ____/____/____	
Avalie a amostra codificada e utilize as escalas abaixo para indicar a intensidade de cada um dos atributos da amostra.		
AMOSTRA: _____		
APARÊNCIA		
Solto	 ----- Pouco	 ----- Muito
Formato alongado	 ----- Pouco	 ----- Muito
Brilho	 ----- Pouco	 ----- Muito
Cor (branco)	 ----- Pouco	 ----- Muito
Pontos escuros	 ----- Pouco	 ----- Muito
Quebrados	 ----- Pouco	 ----- Muito
AROMA		
Arroz cozido	 ----- Pouco	 ----- Muito
Arroz integral	 ----- Pouco	 ----- Muito
SABOR		
Típico de arroz	 ----- Pouco	 ----- Muito
Arroz integral	 ----- Pouco	 ----- Muito
TEXTURA		
Maciez	 ----- Pouco	 ----- Muito
Pegajoso	 ----- Pouco	 ----- Muito

*Escala não estruturada de 15 cm, ancorada a 1,5 cm de cada lado

4.11.1.3 Treinamento dos julgadores

Foram realizadas 8 sessões de treinamento de, aproximadamente, 1 hora cada, utilizando-se as amostras de referência sugeridas pela equipe (Quadro 1), que representam os extremos da escala para cada um dos atributos pertencentes à ficha de avaliação, previamente desenvolvida pela equipe sensorial. A definição de cada atributo foi colocada à disposição dos julgadores em cada sessão de treinamento (STONE; SIDEL, 2004).

4.11.1.4 Seleção final dos julgadores

Após as sessões de treinamento, foi realizada nova seleção de julgadores. Foram apresentadas três amostras de arroz cozido (BR IRGA 417, Douradão, AN Cambará) aos julgadores, utilizando-se o delineamento experimental de blocos completos casualizados, repetido três vezes. Foi solicitado aos julgadores que avaliassem os atributos já definidos anteriormente, utilizando a ficha de avaliação elaborada pela equipe. Os dados de cada julgador, para cada atributo, foram submetidos à Análise de Variância e ao Teste F. Os critérios de seleção de cada julgador foram: o poder de discriminação (p de $F_{amostra} \leq 0,5$), a repetibilidade da avaliação (p de $F_{repetição} \geq 0,05$) e a concordância de cada julgador com a equipe, em relação a cada atributo. A concordância foi avaliada por meio de comparação das médias das amostras obtidas para cada julgador com as médias da equipe (DAMÁSIO; COSTELL, 1991).

Dos 12 julgadores, 10 foram selecionados para participar da equipe final.

Dos 10 julgadores selecionados, 100% eram alunos com o 3º grau completo. Desses, 6 (60%) estavam na faixa entre 15 a 26 anos e 4 (40%) entre 26 a 35 anos, sendo 2 (20%) do sexo masculino e 8 (80%) do sexo feminino. Quando questionados quanto à frequência do consumo de arroz, 5 (50%) declararam consumir arroz 7 dias por semana, 4 (40%) de 6 a 4 dias e 1 (10%) de 3 a 1 dia por semana.

4.11.1.5 Avaliação das amostras

As seis amostras de arroz cozido (AB101002, AN Cambará, Douradão, BR IRGA 417, Moti, BRS Primavera) foram avaliadas pela equipe selecionada, de acordo com o delineamento experimental descrito no item 4.12, repetido três vezes.

4.11.2 Teste de Aceitação de Atributos

Para o teste de aceitação de laboratório, foram recrutados, via contato pessoal, 54 voluntários consumidores de arroz, dentre alunos, professores e funcionários do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos/CCA da Universidade Estadual de Londrina - PR, para avaliar a aceitação das amostras quanto aos atributos: aparência, aroma, sabor, textura e aceitação global, por meio de escala hedônica de 9 pontos (1 = desgostei extremamente, 5 = nem gostei/nem desgostei, 9 = gostei extremamente) (Figura 8) (STONE; SIDEL, 2004). Nos anexos D e E, estão os modelos do TCLE e do questionário de recrutamento dos julgadores para o teste de aceitação.

Dos 54 voluntários consumidores de arroz, 34 (62,96%) estavam na faixa entre 15 a 25 anos, 12 (22,22%) entre 26 a 35 e 8 (14,81%) entre 36 a 50 anos de idade. Desses, 16 (29,63%) eram do sexo masculino e 38 (70,37%) do sexo feminino. Em relação a escolaridade, 1 (1,86%) possuía o 1º grau, 2 (3,70%) o 2º grau, 38 (70,37%) o 3º grau e 13 (24,07%) outros. Quando questionados quanto à frequência do consumo de arroz, 33 (61,11%) declararam consumir arroz 7 dias por semana, 19 (35,18%) de 6 a 4 dias e 2 (3,70%) de 3 a 1 dia por semana.

Figura 8 – Ficha de teste de aceitação de atributos com escala hedônica de 9 pontos

Teste de Aceitação de Atributos					
Nome: _____			Data: _____		
<p>Por favor, avalie a amostra e utilize a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou de cada atributo do produto.</p>					
9. Gostei extremamente 8. Gostei muito 7. Gostei moderadamente 6. Gostei ligeiramente 5. Nem gostei/Nem desgostei 4. Desgostei ligeiramente 3. Desgostei moderadamente 2. Desgostei muito 1. Desgostei extremamente					
Nº Amostra	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Global
_____	_____	_____	_____	_____	_____

4.12 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizada uma amostragem, na qual cada amostra de arroz foi dividida em três partes e as análises de cada parte foram realizadas em duplicata, totalizando 6 medidas.

Os experimentos físicos e químicos foram conduzidos de acordo com delineamento inteiramente casualizado, sendo os genótipos de arroz os tratamentos.

Os experimentos sensoriais foram conduzidos conforme delineamento de blocos completos casualizados, onde tratamento = genótipos de arroz, e blocos = julgadores. Na ADQ, o experimento foi repetido três vezes.

Os dados foram tratados por ANOVA, teste de comparação de médias de Tukey, sendo o nível mínimo de significância de 5%. Os dados da ADQ

também foram submetidos a Análise de Componentes Principais. O teste de correlação de Pearson foi utilizado, sendo que a significância foi verificada através do teste “t”. Utilizou-se o *SAS Institute e Statistica 7* (SAS INSTITUTE,1999; STATSOFT, 2006).

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the association of analytical chemists**. 18 ed., Arlington, 2006. 1141 p.
- BASSINELLO, P. Z.; NAVES, M. M. V. Bioquímica e Saúde Humana. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. **A Cultura do arroz no Brasil**. 2 ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 31 - 51.
- BEINNER, M. A.; SOARES, A. D. N.; BARROS, A. L. A.; MONTEIRO, M. A. M. Análise sensorial de arroz fortificado com ferro. **Ciência e Tecnologia de Alimento**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 516 - 519, abr - jun. 2010.
- BOÊNO, J. A. **Caracterização da qualidade de grão de diferentes genótipos de arroz- vermelho (*Oryza sativa* L.)**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agroindustriais) – Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas, Goiás. 2008.
- BOÊNO, J. A.; ASCHERI, D. P. R.; BASSINELLO, P. Z. Qualidade tecnológica de quatro genótipos de arroz vermelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 7, p. 718 - 723. 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 269 de 17 de novembro de 1988. Dispõe sobre o regulamento técnico de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do arroz. **Diário Oficial da União**, Brasília. Disponível em: <http://padclassif.tripod.com/padrao/arroz.pdf>. Acesso: 11 de abril de 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 6 de 16 de fevereiro de 2009. Dispõe sobre o regulamento técnico do arroz. **Diário Oficial da União**, Brasília. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/textos/regulamentos/BRA_264_add_1.htm. Acesso: 11 de abril de 2014.
- CHAMPAGNE, E. T. **Rice: Chemistry and Technology**. 3 ed. Edited by Published, Hardback, 2004. 656 p.
- CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Levantamento de safras. Disponível em : <http://www.conab.gov.br>. Acesso: 24 março de 2014.
- DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, Valencia, v. 31, n. 2, p. 165 - 178. 1991.
- 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.
- DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P.; STORCK, C. R.; NÖRNBERG, J. L.; Mineral composition of brown, parboiling and white rice. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.15, n.2, p. 125 - 130. 2004.

EBUEHI, O. A.; OYEWOLE, A. C. Effect of cooking and soaking on physical, nutrient composition and sensory evaluation of indigenous and foreign rice varieties in Nigeria. **Nutrition & Food Science**, v. 38, n. 1, p.15 - 21. 2008.

EIFERT, E. C.; VIEIRA, E. H. N.; VIEIRA, N. R. A. Armazenagem. In: **Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2 ed. Brasília - DF: Embrapa, 2013. p. 238 - 245.

ELIAS, M. C.; CONRAD, V. J. D; AOSANI, E.; OLIVEIRA, M. Arroz: gerenciamento operacional define a qualidade. **Seed News**, Pelotas, v. 7, n. 4, p. 12 - 14. 2003.

ELIAS, M. C.; LORINI, I. **Qualidade de arroz na pós-colheita**. Pelotas: Abrapós/UFPEL, 2005. 660 p.

FAGUNDES, C. A. A.; ELIAS, M. C.; BARBOSA, F. F. Desempenho industrial de arroz secado com ar aquecido por queima de lenha e de GLP. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 30, n. 1, p. 8 - 15. 2005.

FERREIRA, C. M.; PINHEIRO, B. S.; SOUSA, I. S. F.; MORAIS, O. P. **Qualidade do arroz no Brasil: Evolução e Padronização**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 61 p.

FERREIRA, C. M.; DEL VILLAR, P. M.; ALMEIDA, P. N. A. Qualidade e utilização das principais cultivares de arroz de terras altas. In: FERREIRA, C. M.; SOUSA, I. S. F.; DEL VILLAR, P. M. **Desenvolvimento tecnológico e dinâmica da produção do arroz de terras altas no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 37 - 50.

FITZGERALD, M. A.; BERGMAN, C. J.; RESURRECCION, A. P.; MÖLLER, J.; JIMENEZ, R.; REINKE, R. F.; MARTIN, M.; BLANCO, P.; MOLINA, F.; MINGHSUAN, C.; KURI, V.; ROMERO, M. V.; HABIBI, F.; UMEMOTO, T.; JONGDEE, S.; GRATEROL, E.; REDDY, K. R.; BASSINELLO, P. Z.; SIVAKAMI, R.; RANI, N. S.; DAS, S.; WANG, Y. J.; INDRASARI, S. D.; RAMLI, A.; RAUF, A.; DIPTI, S. S.; XIE, L.; LANG, N. T.; SINGH, P.; TORO, D. C.; TAVASOLI, F.; MESTRES, C. Addressing the dilemmas of measuring amylose in rice. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 86, n.5, p. 492 - 498, 2009.

GARCIA, D. M.; BASSINELLO, P. Z.; ASCHERI, D. R. P.; ASCHERI, J. L. R.; TROVO, J. B.; COBUCCI, R. M. A. Cooking quality of upland and lowland rice characterized by different methods. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 2, p.341 - 348, abr.- jun. 2011.

GOMES, A. S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 900 p.

GUIMARÃES, C. M.; SANTOS A. B.; MAGALHÃES JUNIOR A. M.; STONE L. F. Sistemas de cultivo. In: SANTOS, A. B; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A.. **A Cultura do arroz no Brasil**. 2 ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 53 - 96.

GUIMARÃES, C. M.; FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. **Como a planta de arroz se desenvolve**. Setembro 2002. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br> Acesso: 10 de abril de 2014.

GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, J. G. S. Sistema de plantio direto. In: **Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2 ed. Brasília - DF: Embrapa, 2013. p. 100 - 108.

GULARTE, M. A. **Metodologia analítica e características tecnológicas e de consumo na qualidade do arroz**. 2005. 95f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2005.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia> Acesso: 17 jul. de 2012.

IRGA. **Instituto Riograndense do Arroz**. Disponível em: <http://irga.rs.gov.br> Acesso: 24 março de 2014.

JULIANO, B. O. **Rice chemistry and quality**. Philippines: Philippine Rice Research Institute, 2003. 480 p.

JULIANO, B. O. Rice starch: production, properties and uses. In: WHISTLER, R. L.; MILLER, J. N.; PASCHALL, E. F. **Starch: chemistry and technology**. 2.ed. Orlando: Academic Press, 1984. p. 507 - 527.

KAMIZAKE, N. K. K.; YAMASHITA, F.; PRUDENCIO, S. H. Physical alterations of soybean during accelerated and natural aging. **Food Research International**, v. 55, p. 55 - 61. 2014.

LAI, V. M. F.; LU S.; HE, W. H.; CHEN, H. H. Non-starch polysaccharide compositions of rice grains with respect to rice variety and degree of milling. **Food Chemistry**, v. 101, p. 1205 - 1210. 2006.

LIU, Z. H.; CHENG, F. M.; CHENG, W. D.; ZHANG, G. P. Positional variations in phytic acid and protein content within a panicle of japonica rice. **Journal of Cereal Science**, v. 41, p. 297 - 303. 2005.

LU, S.; CIK, T.; LII, C.; LAI, P.; CHEN, H. Effect of amylose content on structure, texture and α -amylase reactivity of cooked rice. **Food Science and Technology**, v. 54, p. 224 - 228. 2013.

MARCOLAN, A. L.; RAMALHO, A. R.; TEIXEIRA, C. A. D.; FERNANDES, C. F.; RAMOS, J. E. L.; COSTA, J. N. M.; JUNIOR, J. R. V.; UTUMI, M. M.; OLIVEIRA, S. J. M.; GODINHO, V. P. C.; SILVA, W. C.; HOLANDA FILHO, Z. F. **Sistema de produção de arroz de terras altas**. 4 ed. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 33 p. 2008.

MARTINEZ, C.; CUEVAS, F. **Evaluación de la calidad culinária y molinera del arroz**. 3 ed. Cali: CIAT, 1989. 75 p.

MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 4 ed. New York: CRC Press, 2007.

MINGOTTE, F. L. C.; HANASHIRO, R. K.; FORNASIERI FILHO, D. Características físico-químicas do grão de cultivares de arroz em função da adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 2605 - 2618. 2012.

MIR, S. A.; DON BOSCO, S. J. Cultivar difference in physicochemical properties of starches and flours from temperate rice of Indian Himalayas. **Food Chemistry**, v. 157, p. 448 – 456. 2014

MOONGNARN, A.; BRONLUND, J. E.; GRIGG, N.; SRIWAI, N. Chewing behavior and Bolus Properties as Affected by Different Rice Types World. **Academy of Science, Engineering and Technology**, v. 6, n. 1, p. 1374 - 1379. 2012.

MORAIS, M. M. **Influência do gessamento sobre parâmetros de qualidade tecnológica e nas propriedades de consumo de arroz**. 2012. 106 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) UFPEL, Pelotas, Rio Grande do Sul. 2012.

MOSKOWITZ, H. R. **Product testing and sensory evaluation of foods-marketing and r & d approaches**. Westport: Food and Nutrition Press, 1983.

MUNARETO, J. D.; BEUTLER, A. N.; RAMÃO, C. J.; DIAS, N. P.; RAMOS, P. V.; POZZEBON, B. C.; ALBERTO, C. M.; HERNANDES, G. C. Propriedades físicas do solo e produtividade de arroz irrigado por inundação no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1499 - 1506, dez. 2010.

NAVES, M. M. V.; BASSINELLO, P. Z. Importância na Nutrição Humana. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. **A Cultura do arroz no Brasil**. 2 ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 17 - 30.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biology Chemistry**, v. 153, n. 2, p. 375 - 380. 1944.

NITZKE, J. A.; BIEDRZYCKI, A. **Terra de Arroz**. Disponível em: http://www8.ufrgs.br/alimentus/terrardearroz/producao/pd_sequeiro.htm Acesso: 14 de abril de 2014.

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 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) USP, São Paulo. 2010.

PINHEIRO, B. S.; FERREIRA, C. M.; DE SOUSA, I. S. F.; DE MORAIS, O. P. **Qualidade do arroz no Brasil: Evolução e padronização**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 61 p.

PITOMBEIRA, J. B. **Cultura do Arroz**. Universidade Federal do Ceará. Notas de Aula-Grandes Culturas I. Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza, p. 32 - 52, 2006.

POLESI, L.F; PIEDADE, J.; AMISTÁ, M.J.M.; MILAGRES, R.C.R.M.; SPOTO, M. H.F.; SARMENTO, S.B.S.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Irradiação de arroz e alterações nas suas propriedades físico-químicas e sensoriais. **B.CEPPA**, Curitiba, v.30, n.2, p.255 - 262, jul - dez. 2012.

POLESI, L. F.; LIMA, D. C.; MORAIS, P. G.; ROMO, I. C. F.; SARMENTO, S. B. S.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Caracterização físico-química, funcional e nutricional de duas cultivares brasileiras de arroz. **Revista Brasileira de Tecnologia Industrial**, v. 08, n. 01, p. 1262 - 1273. 2014.

REED, M. O.; AI, Y.; LEUTCHER, J. L.; JANE, J. Effects of Cooking Methods and Starch Structures on Starch Hydrolysis Rates of Rice. **Journal of Food Science**, v. 78, n. 7. 2013.

RICKARD, J. E.; BEHN, K. R. Evaluation of acid and enzyme hydrolytic methods for the determination of cassava starch. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 41, p. 373 - 379. 1987.

SAR, S.; TIZZOTTI, M. J.; HASJIM, J.; GILBERT, R. G. Effects of Rice Variety and Growth Location in Cambodia on Grain Composition and Starch Structure. **Rice Science**, v. 21, n. 1, p. 47 - 58. 2014.

SAS Institute. SAS user's guide: statistic. Version 8.0. Cary SAS, 1999.

SCHIAVON, R. A. **Efeitos do resfriamento artificial no armazenamento sobre parâmetros de avaliação de qualidade industrial de grãos de arroz.** 2012. 91f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2012

SESMAT, A.; MEULLENET, J. F. Prediction of rice sensory texture attributes from a single compression test, multivariate regression, and a stepwise model optimization method. **Journal of Food Science**, v. 66, n. 01, p. 124 - 131. 2001.

SILVA, S. C. Clima. In: SANTIAGO, C. M.; BRESEGHELLO, H. C. P.; FERREIRA, C. M. In: **Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** 2 ed. Brasília - DF: Embrapa, 2013. p. 16 - 23.

SINGH, N.; KAUR, L.; SODHI, N. S.; SEKHON, K. S.. Physicochemical, cooking and textural properties of milled rice from different Indian rice cultivars. **Food Chemistry**, v. 89, p. 253 - 259. 2005.

SOUZA, G.; WANDER, A. E.; GAZZOLA, R.; SOUZA, R. S. Evolução da Produção e do Comércio Internacional do Arroz e Projeção de Preços. **Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento - EMBRAPA**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 1 - 86, jan - abr. 2010.

STATSOFT. **STATISTICA for Windows:** computer program manual. Versão 7.1. Tulsa: Software Inc., 2006.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices.** 3 ed. New York: Academic Press, 2004.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Arroz irrigado por aspersão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 222, p. 70 - 76. 2004.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. Irrigação. In: **Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2 ed. Brasília - DF: Embrapa, 2013. p. 118 - 129.

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

SYAHARIZA, Z. A.; SAR, S.; HASJIM, J.; TIZZOTTI, M. J.; GILBERT, R. G. The importance of amylose and amylopectin fine structures for starch digestibility in cooked rice grains. **Food Chemistry**, v. 136, p. 742 - 749. 2013,

VIEIRA, N. R. A.; RABELO, R. R. Qualidade tecnológica. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. **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**, Santa Maria, v. 38, n. 4, ago. 2008.

ZANÃO, C. F. P. **Características físico-químicas e sensoriais do arroz (*Oryza sativa* L.) irradiado e o efeito no desenvolvimento de *Sitophilus oryzae* L.** 2007. 80 p. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba. 2007.

ZAVAREZE, E. R.; EI HALAL S. L. M; PEREIRA J. M; RADUNZ A. L.; ELIAS M. C.; DIAS, A. R. G. Caracterização química e rendimento de extração de amido de arroz com diferentes teores de amilose. **Brazilian Journal of Food Technology**, p. 24 - 30, jan. 2009.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos foram redigidos em forma de artigo científico.

Perfil sensorial, físico, químico e aceitação de genótipos de arroz de terras altas e irrigado

Resumo - Objetivou-se caracterizar e correlacionar química, física e sensorialmente genótipos de arroz polido de cultivo irrigado e de terras altas. Determinaram-se composição centesimal, amido, amilose, temperatura de gelatinização (TG), absorção de água no cozimento, cor, textura instrumental, perfil sensorial e aceitação de atributos. Os dados foram tratados por ANOVA, teste de Tukey, análises de correlação ($p \leq 0,05$) e componentes principais. Composição centesimal e amido variaram entre os genótipos. Moti e N2583 foram cerosos, Douradão amilose muito baixa e os demais amilose baixa. BR IRGA 417, Moti e AB101002 apresentaram TG baixa, Douradão, alta e os demais, intermediária. AN Cambará absorveu mais água no cozimento. Em medida instrumental, Arroz da Terra e Douradão foram os mais firmes, Moti e N2583 os mais pegajosos. N2583 e Moti crus apresentaram os maiores valores de L*; após cozimento o valor reduziu tornando-se idêntico em todos os genótipos. Arroz da Terra apresentou maior a* e BRS Primavera e N2583 maior b*; após cozimento notou-se redução desses valores. Pela análise sensorial, destacaram-se AN Cambará por pontos escuros e formato alongado; AB101002, BR IRGA 417 e BRS Primavera pela firmeza, cor branca e grãos soltos, sendo bem aceitos; e Moti pelo brilho, pegajosidade e maciez, sendo o menos aceito.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, amilose, temperatura de gelatinização, textura, análise descritiva quantitativa, qualidade.

Sensory, physical, chemical profile and acceptance of genotypes of rice from upland and irrigated systems

Abstract - This study aimed to feature and correlate chemistry, physics and sensory properties of polished rice genotypes from upland and irrigated systems. The proximal composition, starch, amylose, gelatinization temperature (GT), water absorption during the cooking, color

and instrumental texture, sensory profile and acceptance of attributes were determined. Data were analyzed by ANOVA, Tukey's test, correlation ($p \leq 0.05$) and principal components analysis. The percent composition and starch varied among the genotypes. Moti and N2583 were waxy, Douradão very low amylose and the others intermediate amylose. BR IRGA 417, Moti and AB101002 presented low GT, AN Cambará high and the others intermediate. AN Cambará absorbed more water during the cooking. Regarding instrumental measure, Arroz da Terra and Douradão were firmer, Moti and N2583 the stickier ones. Raw N2583 and Moti showed the highest L^* ; after cooking the value reduced becoming identical in all genotypes. Arroz da Terra had the highest a^* value and BRS Primavera and N2583 the highest b^* ; after cooking these values were reduced. In sensory analysis, AN Cambará stood out by dark spots and long format; AB101002, BR IRGA 417 and BRS Primavera by firmness, white color and loose grains, with good acceptance; and Moti by brightness, stickiness and softness, being the less appreciated.

Index terms: *Oryza sativa*, amylose, gelatinization temperature, texture, quantitative descriptive analysis, quality.

Introdução

Dentre os cereais mais cultivados e consumidos no mundo está o arroz (*Oryza sativa* L.), sendo este o principal alimento básico para mais da metade da população. O arroz é pouco utilizado como ingrediente em produtos processados, sendo consumido principalmente na forma de grãos inteiros, descascados, polidos e cozidos (Walter; Marchezan; Avila, 2008). O Brasil é o nono maior produtor mundial de arroz, com 11,85 milhões de toneladas colhidos na safra 2012/2013. O estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor do país, respondendo por 66,9% da produção brasileira (Conab, 2014). O arroz é uma gramínea anual, adaptada ao ambiente aquático, que possui uma cultura extremamente variável e se adapta a diferentes condições de solo e clima. No Brasil, consideram-se dois grandes ecossistemas para a cultura

do arroz, o de várzea, irrigado por inundação controlada e o de terras altas, que engloba o de sequeiro sem irrigação e o com irrigação suplementar por aspersão. As diferenças entre os ambientes destes ecossistemas ocasionam variações nas características da planta de arroz (Zanão et al., 2009).

O valor nutricional e as propriedades físico-químicas do arroz são afetados por fatores como genótipo, condições ambientais durante o crescimento, manejo da cultura, processo de armazenamento e pós colheita, especialmente o processo de moagem e o método de cozimento. O arroz é uma excelente fonte de energia, devido à alta concentração de amido, além disso, fornece proteínas, vitaminas e minerais e possui baixo teor de lipídios. A composição e estrutura do amido influenciam a qualidade culinária e sensorial, sendo que quanto maior o teor de amilose, mais secos e mais separados ficarão os grãos após o cozimento e poderão endurecer após o resfriamento (Yang et al., 2013).

A qualidade culinária é um fator determinante para a aceitação do arroz, que é estabelecida não só pelas propriedades físico-químicas dos grãos, mas também por aspectos relacionados com a aparência do produto após o cozimento. O consumidor está mais atento e exigente em relação às características sensoriais, que incluem propriedades de textura do arroz cozido, aroma e sua manutenção após o cozimento e a capacidade de permanecer macio por várias horas após o cozimento (Vieira; Rabelo, 2006; Yang et al., 2013). Para conhecer e atender os desejos dos consumidores em relação às características sensoriais específicas do arroz é necessária uma avaliação por meio de técnicas sensoriais descritivas quantitativas e afetivas. A análise descritiva quantitativa, que emprega julgadores treinados, é uma ferramenta eficiente para fornecer o perfil sensorial de alimentos (Stone; Sidel, 2004), tendo sido utilizada para avaliação de arroz em alguns estudos (Prakash et al., 2005; Victoria et al., 2010). O teste afetivo é um componente valioso e necessário da análise sensorial que avalia a opinião do consumidor em relação à aceitação e à preferência (Stone; Sidel, 2004).

Nota-se crescente interesse por parte da indústria de alimentos por novas formas de agregar valor ao arroz, deslocando o eixo da competição via preço para a competição via qualidade. Hoje existem inúmeras variedades e genótipos de arroz que foram desenvolvidos com qualidades agrônômica e tecnológica superiores, a fim de atender a demanda do consumidor. Assim, o presente trabalho teve o objetivo de estabelecer o perfil sensorial, físico e químico e aceitação, e suas correlações para diferentes genótipos de arroz do sistema de plantio de terras altas e irrigado ainda não ou pouco estudados nestes aspectos.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos nos Laboratórios do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina (UEL) - PR e da Embrapa Arroz e Feijão - GO. Estudaram-se genótipos de arroz (*Oryza sativa* L.) do sistema de plantio irrigado (BR IRGA 417, Moti e AB101002) e de terras altas (N2583, Arroz da Terra, BRS Primavera, Douradão e AN Cambará), fornecidos pelo Programa de Melhoramento Genético de Arroz da Embrapa Arroz e Feijão - GO, plantados no segundo semestre de 2012, colhidos em março de 2013, secos em condições ambientais por aproximadamente uma semana e beneficiados em moinho de provas Suzuki, obtendo-se arroz descascado e com mesmo grau de polimento. Para as análises químicas, as amostras foram moídas (moinho Ika 33).

Os experimentos físicos e químicos foram realizados de acordo com delineamento inteiramente casualizado (tratamento = genótipos) repetidos três vezes. As análises em cada repetição foram feitas em duplicata. Os experimentos sensoriais foram conduzidos conforme delineamento de blocos completos casualizados (tratamento = genótipos e blocos = julgadores), sendo que a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) foi repetida três vezes. Os dados foram tratados por ANOVA, teste de comparação de médias de Tukey e análise de correlação de Pearson ($p \leq 0,05$). Os dados da ADQ também foram submetidos à Análise de Componentes Principais (ACP). Utilizou-se o programa Statistica 7 (StatSoft, 2006).

A umidade, proteínas, lipídios e cinzas no arroz cru foram determinados segundo os métodos da AOAC (2006). Os carboidratos totais foram determinados por diferença. Os resultados foram expressos em base seca (b.s.), exceto umidade, em g/100 g de amostra. Para a medida do amido (g/ 100 g), as amostras foram tratadas com HCL 0,7 M, sob aquecimento em banho-maria em ebulição por 150 minutos. Após resfriamento e centrifugação (25°C, 4500 g, 10 minutos; Eppendorf centrifuge 5804R, Hamburg, Alemanha), determinaram-se açúcares redutores nos sobrenadantes pelo método colorimétrico de Somogyi-Nelson (1944). O teor de amido foi calculado multiplicando-se o teor de açúcares redutores pelo fator 0,9 (AOAC, 2006). A amilose aparente (%) foi determinada por método colorimétrico (Martinez; Cuevas, 1989), sendo a curva padrão construída a partir de genótipos de arroz com teores crescentes de amilose (0%; 4,24%; 11,35%; 17,02%; 23,45%), previamente determinados em cromatografia de exclusão molecular e definidos pela Rede Internacional de Qualidade de Arroz (INQR) coordenada pelo IRRI (*International Rice Research Institute*) (Fitzgerald et al., 2009). A partir da % de amilose, os grãos foram classificados como ceroso (0 - 2%), muito baixo (3 - 9%), baixo (10 - 19%), intermediário (20 - 25%) e alto (> 25%).

A temperatura de gelatinização (TG) foi estimada pelo grau de dispersão alcalina após tratamento das amostras com KOH 1,7% por 23 horas a 30°C e leitura em escala de 7 graus (Martinez; Cuevas, 1989). A classificação seguiu o critério: TG alta (74 a 80°C): grau 1 a 3, TG intermediária (69 a 73°C): grau 4 e 5, TG baixa (63 a 68°C): grau 6 e 7. Para a medida de absorção de água (g/100 g), o arroz foi cozido em água destilada (1/10, m/v) em banho-maria em ebulição por 10 minutos, resfriado e drenado, e a diferença entre a massa do arroz cozido e cru representou a água absorvida (Singh et al., 2005). Os parâmetros de cor L* (luminosidade), a* (vermelho - verde), b* (amarelo - azul) dos grãos crus e cozidos foram determinados em colorímetro (GARDNER, Color Guide 45/0) calibrado com padrão branco (L* = 97,59, a* = 0,39, b* = 1,75), iluminante CIE D₆₅, iluminação em ângulo de 45°, ângulo

de observação de 0° e observação padrão CIE 10°. Para a medida instrumental da textura, o cozimento das amostras (10 g de arroz e 17 g de água em placa de Petri) foi procedido em panela elétrica automática (PA 5 Prime Britânia) contendo 350 ml de água conforme as instruções do fabricante. A firmeza e pegajosidade foram determinadas nos grãos a 60°C em texturômetro (Stable Micro Systems, TA-XT plus, Inglaterra) por compressão uniaxial (Lu et al., 2013) dos grãos inteiros a 95% da altura inicial com *probe* cilíndrico de 40 mm de diâmetro, velocidade pré-teste de 2 mm/s, velocidade do teste de 0,5 mm/s, velocidade pós-teste de 0,5 mm/s, *trigger* de 3 g e distância entre o *probe* e a plataforma de análise de 5 mm. A máxima força de compressão (N) indicou a firmeza e a energia de adesão do retorno do *probe*, a pegajosidade (N.s).

Os genótipos AB101002, AN Cambará, Douradão, BR IRGA 417, Moti e BRS Primavera foram submetidos aos testes sensoriais de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e de aceitação de atributos (Stone; Sidel, 2004), após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UEL (parecer 195/2012, CAAE: 08873812.2.0000.5231). Os genótipos N2583 e Arroz da Terra contribuíram como amostras de referência para definição e quantificação de atributos na ADQ. As amostras foram cozidas em água (1/2, m/v) em panela elétrica automática (PA 5 Prime Britânia) conforme as instruções do fabricante. Os testes foram realizados em cabines individuais, sob luz do dia D₆₅. Em cada teste, 30 g de cada amostra, a 60°C foram servidos monadicamente em ordem aleatória, em copo descartável de isopor, codificado com números aleatórios de três dígitos. Utilizou-se água potável à temperatura ambiente para limpar a boca antes e entre as provas.

A partir de 25 voluntários, 12 julgadores foram selecionados, com base no desempenho em testes de reconhecimento de gostos e odores básicos e de ordenação de intensidade de dureza para participarem da ADQ. A terminologia descritiva (atributos) (Quadro 1) foi desenvolvida pelos julgadores selecionados utilizando o Método de Rede (Lawless; Heymann,

2010). Os julgadores, em consenso, definiram os atributos, sugeriram as amostras de referência (Quadro 1) e elaboraram a ficha de avaliação. A escala de medida foi a não estruturada de 15 cm, ancorada a 1,5 cm em cada extremidade, com palavras que indicam o aumento da intensidade de cada atributo da esquerda para a direita. Os julgadores foram treinados para identificar e quantificar os atributos utilizando as amostras de referência (Quadro 1). Após 8 sessões de treinamento de, aproximadamente, uma hora cada, procedeu-se nova seleção de julgadores, em que três genótipos (BR IRGA 417, Douradão e AN Cambará) foram avaliados usando delineamento de blocos completos casualizados repetido três vezes. Os dados de cada julgador em cada atributo foram submetidos a ANOVA com duas fontes de variação (genótipos e repetições) e teste F. Os critérios de seleção foram o poder de discriminação (p de $F_{amostra} \leq 0,5$), repetibilidade (p de $F_{repetição} \geq 0,05$) e a concordância de cada julgador com a equipe em cada atributo, avaliada por meio de comparação das médias das amostras de cada julgador com as médias da equipe (Pimentel et al., 2013). Foram considerados treinados 10 julgadores (equipe final) que avaliaram os seis genótipos.

No teste de laboratório de Aceitação de Atributos (aparência, aroma, sabor, textura e global) empregaram-se 54 consumidores de arroz e escala hedônica estruturada de 9 pontos (1 = desgostei muito, 5 = nem gostei/nem desgostei, 9 = gostei muito) (Stone; Sidel, 2004).

Resultados e Discussão

A composição química variou entre os oito genótipos de arroz (Tabela 1). A umidade situou-se próxima ao valor permitido pela legislação brasileira para a comercialização de arroz beneficiado (14 g/100 g) (Brasil, 2009), percentual que auxilia na conservação do grão. O intervalo de teor proteico observado foi maior que os resultados (7,3 a 8,4 g/100 g, b.s.) de Zavareze et al. (2009) e Polesi et al.(2014) para IAC 202, BR IRGA 417 e Moti. Quanto aos lipídios, BR IRGA 417 mostrou o menor conteúdo e N2583, o maior. Polesi et al. (2012) encontraram valores próximos (0,26 g/100 g, b.s.) para BR IRGA 417, enquanto que Zavareze

et al. (2009) observaram teores superiores (0,66 g/100 g, b.s.). O maior conteúdo de cinzas (AB101002) foi o dobro do menor (Douradão), sendo que Zavareze et al. (2009) constataram valores de 0,32 para Moti e de 0,92 g/100 g, b.s. para BR IRGA 417, representando, respectivamente, 80 e 200% dos quantificados neste estudo. O Moti e AB101002 continham o maior conteúdo de carboidratos totais e N2583 o menor, resultados próximos (80,3 g/100 g, b.s.) foram observados para BR IRGA 417 por Polesi et al. (2014). O amido variou de 83,9 (N2583) a 89,3 g/100 g, b.s. (BR IRGA 417), valores próximos foram relatados para BR IRGA 417 e Moti por Polesi et al. (2012) e Zavareze et al. (2009). Valores inferiores foram encontrados por Syahariza et al. (2013) em 14 variedades da Malásia e do Camboja (76 a 86 g/100 g, b.s.) e por Reed et al. (2013) para variedades *Japonica*, *Indica* e ceroso (80,1 a 83,7 g/100 g, b.s.). Moti e N2583 foram classificados como cerosos, o Douradão como amilose muito baixa e os demais como teor de amilose baixa. Garcia et al. (2011) classificaram igualmente o BR IRGA 417 e BRS Primavera, porém BR IRGA 417 foi classificado como alto teor por Zavareze et al. (2009) e Polesi et al. (2014), e o Moti como baixo teor (Zavareze et al., 2009). Variações quantitativas na composição química do arroz ocorrem devido a diferenças nas características genótípicas, condições ambientais de cultivo como temperatura, umidade, radiação solar, natureza do solo, adubação, manejo e armazenamento (Bassinello; Naves, 2006).

Os genótipos de cultivo irrigado (BR IRGA 417, Moti e AB101002) apresentaram TG baixa, e os de terras altas, intermediária (N2583, Arroz da Terra, BRS Primavera e AN Cambará) e alta (Douradão) (Tabela 2). Classificação semelhante foi adotada para BR IRGA 417 por Garcia et al. (2011) e Polesi et al. (2014), e para BRS Primavera por Garcia et al. (2011). Dentre os genótipos, o AN Cambará apresentou maior absorção de água durante o cozimento e N2583, Arroz da Terra e Douradão os menores valores. (Tabela 2). Resultados superiores (346,4 e 384,7%) foram encontrados para BR IRGA 417 por Polesi et al. (2012,

2014). Para arroz vermelho, Boêno et al. (2011) observaram absorção de 182,8 a 228,2%. Para Pinheiro et al. (2005), variedades com TG alta necessitam de maior volume de água e tempo para cozinhar, quando comparadas às com TG baixa ou intermediária. A influência do tempo pode ser confirmada na cocção do Douradão (TG alta) que demorou 33 minutos para ser cozido, enquanto que os demais entre 23 e 29 minutos, mas não se verificou relação entre a absorção de água e TG. A absorção de água correlacionou-se inversamente com o teor de amido ($r = -0,62$, $p \leq 0,05$). A firmeza das amostras cozidas variou de 134,55 N (Moti) a 174,11 (Arroz da Terra) e a pegajosidade de - 23,16 (N2583) a - 3,93 N.s (BR IRGA 417) (Tabela 2). A pegajosidade mostrou correlação inversa com o teor de amilose ($r = - 0,95$, $p \leq 0,05$), estando de acordo com Bassinello; Naves (2006); Lu et al. (2013) e Tian et al. (2014).

Nas amostras cruas o N2583 e Moti apresentaram os maiores valores de L^* , ou seja, eram mais claros que as demais. Porém após o cozimento, houve uma redução de L^* que se tornou idêntico entre todos os genótipos (Tabela 2). Nas amostras cruas, Arroz da Terra mostrou maior valor do parâmetro a^* , e N2583 e BRS Primavera, maiores valores de b^* , porém após o cozimento notou-se uma redução nos valores de ambos parâmetros, exceto o valor de a^* do Arroz da Terra. Os valores de a^* e b^* encontrados indicam baixa intensidade de cor nos genótipos estudados, que tendem para o branco, característica desejada pelo consumidor (Tian et al., 2014). Os valores de L^* , a^* e b^* observados estão próximos aos relatados na literatura para arroz branco (Fonseca et al., 2011; Polesi et al., 2012; Bett-Garber et al., 2012). Na literatura não foram encontrados estudos de propriedades químicas e físicas dos genótipos Douradão, AN Cambará, AB101002, N2583 e Arroz da Terra.

Para a interpretação da ACP dos dados sensoriais da ADQ dos genótipos AB101002, AN Cambará, Douradão, BR IRGA 417, Moti e BRS Primavera (Figura 1) foram utilizados os dois primeiros componentes principais (CP) por apresentarem autovalores superiores a 1 (critério de Kaiser) e explicação acumulada de 72,85% da variabilidade dos dados originais

(Lawless; Heymann, 2010). Foram considerados relevantes os atributos (vetores) com coeficientes de correlação superiores a 0,6 (valor absoluto) com cada CP. Para explicação (38,76%) do CP1 contribuíram a aparência solta (correlação positiva), pegajosidade, brilho e maciez (correlação negativa) e para o CP2 (34,09%), o formato alongado, pontos escuros, aroma e sabor de arroz integral (correlação positiva), cor branca, quebrados e aroma de arroz cozido (correlação negativa). O sabor típico de arroz apresentou baixa contribuição discriminativa ($< 0,6$). Cada genótipo (Figura 1B) está representado por um triângulo, sendo que cada vértice corresponde ao valor médio atribuído pela equipe em cada repetição da avaliação. Em relação ao CP1, Douradão e Moti localizaram-se à esquerda e os demais à direita; em relação ao CP2, AN Cambará e Moti situaram-se acima do eixo e os demais, abaixo do eixo. Moti destacou-se pelo brilho e pela pegajosidade e maciez, Douradão pelo aroma de arroz cozido, AN Cambará pelos pontos escuros e formato alongado, enquanto que AB101002, BR IRGA 417 e BRS Primavera formaram um grupo caracterizado por cor branca, quebrados e soltos (Figura 1A e 1B). Quando os dados foram tratados por ANOVA e teste de Tukey (Tabela 3) notou-se que os genótipos não se diferenciaram quanto ao aroma e sabor. Porém, a intensidade do aroma e do sabor típicos de arroz cozido foi elevada e a do aroma e do sabor de arroz integral foi baixa. AB101002, AN Cambará, BR IRGA 417 e BRS Primavera apresentaram aparência mais solta e textura menos macia e pegajosa que o Douradão e o Moti. Tal resultado correlacionou-se com o teor de amilose (Tabela 1), com $r = 0,92$, $- 0,81$ e $- 0,95$ ($p \leq 0,05$) respectivamente, pois quanto maior o teor de amilose, mais firme e menos pegajosa ou mais solta será a amostra (Lu et al., 2013). Houve correlação entre a pegajosidade instrumental e sensorial ($r = 0,98$, $p \leq 0,05$), mas não entre a firmeza instrumental e maciez sensorial. Dentre os genótipos, o AN Cambará tinha formato mais alongado e com mais pontos escuros. Moti destacou-se pelo brilho e menor brancura. Estes atributos mostraram correlação com a amilose ($r = - 0,98$ e $0,60$, $p \leq 0,05$). A medida

sensorial de cor branca foi mais sensível na discriminação das amostras do que o valor de L^* (Tabela 2). Douradão e BRS Primavera tinham mais grãos quebrados que o Moti. A literatura não dispõe de dados sensoriais descritivos dos cinco genótipos em conjunto.

Quanto à aceitação (Tabela 3), destacaram-se o Moti por ser o menos aceito e BR IRGA 417, BRS Primavera e AB101002 por terem recebido notas elevadas em todos os atributos. BR IRGA 417 e BRS Primavera são da classe premium e superior respectivamente (Champagne et al, 2010), enquanto AB101002 é um genótipo promissor. Polesi et al. (2012) observaram notas entre 7 e 8 (escala de 9 pontos) para BR IRGA 417, estando coerente com a presente pesquisa. Não foram encontrados estudos de aceitação com os outros genótipos.

Conclusões

1. Os genótipos apresentam diferenças na composição química de forma independente do sistema de plantio.
2. Os genótipos do sistema de plantio irrigado apresentam TG baixa e os de terras altas intermediária, exceto o Douradão que possui TG alta. Não há correlação entre a TG e o conteúdo de amilose. A absorção de água durante o cozimento não se relaciona ao conteúdo de amilose e sim com o conteúdo de amido, mas de modo inverso.
3. A amilose é um componente importante para as características sensoriais do arroz cozido. O maior conteúdo resulta em grãos mais soltos e brancos, e com menor brilho, maciez e pegajosidade.
4. A medida instrumental de firmeza não substitui a medida sensorial, enquanto que a pegajosidade pode ser avaliada pelos dois métodos. O parâmetro L^* não substitui a medida sensorial da cor branca do arroz cozido.
5. Arroz cozido muito macio, pegajoso ou pouco solto e brilhante como o Moti é menos aceito pelos consumidores, que apreciam grãos mais firmes, soltos e brancos como BR IRGA 417 e BRS Primavera. AB101002 é um genótipo promissor ao consumo.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão de bolsa.

Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. **Official methods of analysis of the association of analytical chemists**. 18 ed. Arlington, 2006. 1141p.

BASSINELLO, P. Z.; NAVES, M. M. V. Bioquímica e Saúde Humana. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. **A Cultura do arroz no Brasil**. 2 ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 31 - 51.

BETT-GARBER, K. L.; CHAMPAGNE, E. T.; THOMSON, J. L.; LEA, J. Relating raw rice colour and composition to cooked rice colour. **Journal of the Science of Food Agriculture**, v. 92, p. 283 – 291, 2012.

BOÊNO, J. A.; ASCHERI, D. P. R.; BASSINELLO, P. Z. Qualidade tecnológica de quatro genótipos de arroz vermelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 718 - 723, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 6 de 16 de fevereiro de 2009. Dispõe sobre o regulamento técnico do arroz. **Diário Oficial da União**, Brasília. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/textos/regulamentos/BRA_264_add_1.htm. Acesso em: 11 de abril de 2014.

CHAMPAGNE, E. T.; BETT-GARBER, K. L.; FITZGERALD, M. A.; GRIMM C. C.; LEA, J.; OHTSUBO, K.; JONGDEE; S.; XIE, L.; BASSINELLO, P. Z.; RESURRECCION, A.; AHMAD, R; HABIBI, F.; REINKE., R. Important sensory properties differentiating premium rice varieties. **Rice**, v.3, p. 270 - 281, 2010.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Levantamento de safras. Disponível em : <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 24 março de 2014.

FONSECA, F. A.; SOARES, M. S. J.; CALIARI, M.; GARCIA, D. M.; BASSINELLO, P. Z.; EIFERT, E. C. Efeito da temperatura e do tempo de imersão da etapa de encharcamento sobre a cor dos grãos de arroz. **Semina**, Ciências Agrárias, v. 32, p. 221 - 234, 2011.

FITZGERALD, M. A.; BERGMAN, C. J.; RESSURRECCION, A. P., MÖLLER, J., JIMENEZ, R., REINKE, R.F., MARTIN, M., BLANCO, P., MOLINA, F., CHEN, M-H., KURI, V., ROMERO, M.V., HABIBI, F., UMEMOTO, T., JONGDEE, S., GRATEROL, E., REDDY, K.R., BASSINELLO, P.Z., SIVAKAMI, R., RANI, N.S., DAS, S., DAS, S., WANG, Y.J., INDRASARI, S.D., RAMLI, A., AHMAD, R., DIPTI, S.S., XIE, L., LANG, N.T., SINGH, P., TORO, D.C., TAVASOLI, F., MESTRES, C. Addressing the dilemmas of measuring amylose in rice. **Cereal Chemistry**, v. 86, p. 492 - 498, 2009.

GARCIA, D. M.; BASSINELLO, P. Z.; ASCHERI, D. R. P.; ASCHERI, J. L. R.; TROVO, J. B.; COBUCCI, R. M. A. Cooking quality of upland and lowland rice characterized by different methods. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, p. 341 - 348, 2011.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices**. 2 ed. New York: Springer, 2010. 596 p.

LU, S.; CIK, T.; LII, C.; LAI, P.; CHEN, H. Effect of amylose content on structure, texture and α -amylase reactivity of cooked rice. **Food Science and Technology**, v. 54, p. 224 - 228, 2013.

MARTINEZ, C.; CUEVAS, F. **Evaluación de la calidad culinária y molinera del arroz**. 3 ed. Cali: CIAT, Colombia, Septiembre, 1989.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biology Chemistry**, v. 153, p. 375 - 380, 1944.

PIMENTEL, T. C.; CRUZ, A. G.; PRUDENCIO, S. H. Short communication: Influence of long-chain inulin and *Lactobacillus paracasei* subspecies *paracasei* on the sensory profile and acceptance of a traditional yogurt. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 6233 - 6241, 2013.

PINHEIRO, B. S.; FERREIRA, C. M.; SOUSA, I. S. F.; MORAIS, O. P. **Qualidade do arroz no Brasil: Evolução e padronização**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 61 p.

POLESI, L. F.; PIEDADE, J.; AMISTÁ, M. J. M.; MILAGRES, R. C. R. M.; SPOTO, M. H. F.; SARMENTO, S. B. S.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Irradiação de arroz e alterações nas suas propriedades físico-químicas e sensoriais. **B.CEPPA**, v. 30, p. 255 - 262, jul./dez. 2012.

POLESI, L. F.; LIMA, D. C.; MORAIS, P. G.; ROMO, I. C. F.; SARMENTO, S. B. S.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Caracterização físico-química, funcional e nutricional de duas cultivares brasileiras de arroz. **Revista Brasileira de Tecnologia Industrial**, v. 08, p. 1262 - 1273, 2014.

PRAKASH, M.; RAVI, R.; SATHISH, H. S.; SHYAMALA, J. C.; SHWETHA, M. A.; RANGARAO, G. C. P. Sensory and instrumental texture measurement of thermally processed rice. **Journal of Sensory Studies**, v. 20, p. 410 - 420, 2005.

REED, M. O.; AI, Y.; LEUTCHER, J. L.; JANE, J. Effects of Cooking Methods and Starch Structures on Starch Hydrolysis Rates of Rice. **Journal of Food Science**, v. 78, 2013.

SINGH, N.; KAUR, L.; SODHI, N. S.; SEKHON, K. S. Physicochemical, cooking and textural properties of milled rice from different Indian rice cultivars. **Food Chemistry**, v. 89, p. 253 - 259, 2005.

STATSOFT. **STATISTICA for Windows: computer program manual**. Versão 7.1. Tulsa: Software Inc., 2006.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 3 ed. New York: Academic Press, 2004.

SYAHARIZA, Z. A.; SAR, S.; HASJIM, J.; TIZZOTTI, M. J.; GILBERT, R. G. The importance of amylose and amylopectin fine structures for starch digestibility in cooked rice grains **Food Chemistry**, v. 136, p. 742 - 749, 2013.

TIAN, Y.; ZHAO, J.; XIE, Z.; WANG, J.; XU, X.; JIN, Z.; Effect of different pressure-soaking treatments on color, texture, morphology and retrogradation properties of cooked rice. **Food Science and Technology**, v. 55, p. 368 - 373, 2014.

VICTORIA, F. N.; LUZ, M. L. G. S.; LUZ, C. A. S.; GULARTE, M. A. Análise sensorial de arroz parboilizado por dois métodos de secagem: a quente e a frio. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 13, p. 214 - 218, 2010.

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

YANG, X.; LIN, Z.; LIU, Z.; BI, J.; LI, G.; WANG, Q.; WANG, Q.; WANG, S.; DING, Y. Physicochemical and Sensory Properties of *japonica* Rice Varied with Production Areas in China. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 12, p. 1748 - 1756, 2013.

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

ZANÃO, C. F. P., CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SARMENTO, S. B. S.; ARTHUR, V. Efeito da irradiação gama nas características físico-químicas e sensoriais do arroz (*Oryza sativa* L.) e no desenvolvimento de *Sitophilus oryzae* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 1, p. 46 - 55, 2009.

ZAVAREZE, E. R.; EI HALAL, S. L. M; PEREIRA, J. M; RADUNZ, A. L.; ELIAS, M. C.; DIAS, A. R. G. Caracterização química e rendimento de extração de amido de arroz com diferentes teores de amilose. **Brazilian Journal of Food Technology**, II SSA, p. 24 - 30, 2009.

Quadro 1 – Atributos, definições e referências utilizados na Análise Descritiva Quantitativa de diferentes genótipos de arroz.

ATRIBUTOS	DEFINIÇÕES	AMOSTRAS DE REFERÊNCIAS
APARÊNCIA		
Solto	Grãos separados uns dos outros e que não apresentam aderência entre eles	Pouco: 100 g de arroz branco polido cozido* em 200 ml de água da variedade Moti - Embrapa Muito: 100 g de arroz parboilizado polido cozido* em 150 ml de água, marca Tio João
Formato alongado	Refere-se ao comprimento dos grãos	Pouco: 100 g de arroz branco polido, classe curto, cozido* em 200 ml de água, marca Caldo Bom Muito: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato Fino
Brilho	Refere-se à intensidade de reflexão da luz pelas amostras	Pouco: 100 g de arroz branco polido cozido* em 200 ml de água da variedade BR IRGA 417 - Embrapa Muito: 100 g de arroz branco polido cozido* em 200 ml de água da variedade Moti – Embrapa
Cor	Refere-se à brancura dos grãos	Pouco: 100 g de arroz parboilizado polido cozido* em 150 ml de água, marca Tio João Muito: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato Fino
Pontos escuros	Presença de pontos marrons na superfície dos grãos	Pouco: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato Fino Muito: 100 g de arroz branco polido cozido* em 200 ml de água da variedade Arroz da Terra - Embrapa
Quebrado	Falta de integridade dos grãos	Pouco: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato Fino Muito: 100 g de quirera de arroz polido obtido de beneficiadora de arroz, cozido* em 200 ml de água
AROMA		
Arroz cozido	Aroma característico de arroz cozido	Pouco: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato Fino resfriado em geladeira por 10 minutos Muito: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato Fino
Arroz integral	Aroma característico de arroz integral	Pouco: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato Fino Muito: 100 g de arroz integral

		cozido* em 300 ml de água, da marca Tio João
SABOR		
Típico de arroz	Sabor típico de arroz cozido	Pouco: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido em 200 ml de água, marca Prato Fino por aproximadamente 10 minutos e resfriado em geladeira Muito: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato Fino
Arroz integral	Sabor típico de arroz integral	Pouco: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato Fino Muito: 100 g de arroz integral cozido* em 300 ml de água, da marca Tio João
TEXTURA		
Maciez	Facilidade de rompimento dos grãos durante a mastigação	Pouco: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido em 200 ml de água, marca Prato Fino por aproximadamente 10 minutos Muito: 100 g de arroz branco polido, classe longo fino, cozido* em 200 ml de água, marca Prato Fino
Pegajoso	Aderência do arroz à boca e aos dentes durante a mastigação	Pouco: 100 g de arroz parboilizado polido cozido* em 200 ml de água, marca Tio João Muito: 100 g de arroz branco polido cozido* em 200 ml de água da variedade Moti – Embrapa

*Cozimento automático em panela elétrica (PA 5 Prime Britânia)

Tabela 1 – Composição química de diferentes genótipos de arroz cru.

	Umidade	Proteínas	Lipídios	Cinzas	Carboidratos totais	Amido	Amilose
BR IRGA 417	13,60 ^d ± 0,09	9,89 ^d ± 0,07	0,22 ^f ± 0,02	0,48 ^{cd} ± 0,03	89,41 ^b ± 0,09	89,28 ^a ± 0,96	19,44 ^a ± 0,47
Moti	14,37 ^a ± 0,06	9,05 ^e ± 0,13	0,67 ^b ± 0,03	0,40 ^e ± 0,02	89,87 ^a ± 0,11	87,71 ^{abc} ± 1,38	-0,18 ^e ± 0,17
AB101002	13,79 ^c ± 0,10	9,04 ^e ± 0,12	0,64 ^b ± 0,04	0,57 ^a ± 0,05	89,75 ^a ± 0,13	86,05 ^{cde} ± 1,29	19,43 ^a ± 0,97
N2583	14,43 ^a ± 0,12	12,90 ^a ± 0,20	1,35 ^a ± 0,06	0,55 ^{ab} ± 0,04	85,20 ^f ± 0,19	83,92 ^f ± 0,60	-0,69 ^e ± 0,17
Arroz da Terra	13,26 ^e ± 0,04	13,12 ^a ± 0,15	0,50 ^c ± 0,02	0,49 ^c ± 0,02	85,89 ^e ± 0,14	84,34 ^{ef} ± 0,97	18,93 ^a ± 0,39
BRS Primavera	13,04 ^f ± 0,03	12,00 ^b ± 0,14	0,60 ^b ± 0,03	0,43 ^{de} ± 0,02	86,96 ^d ± 0,15	86,59 ^{bcd} ± 0,84	15,68 ^c ± 0,68
Douradão	14,14 ^b ± 0,20	10,18 ^d ± 0,27	0,37 ^e ± 0,03	0,29 ^f ± 0,02	89,15 ^b ± 0,27	88,40 ^{ab} ± 1,36	9,35 ^d ± 0,38
AN Cambará	13,82 ^c ± 0,03	10,99 ^d ± 0,21	0,43 ^d ± 0,03	0,50 ^{bc} ± 0,02	88,07 ^c ± 0,23	85,52 ^{def} ± 1,31	17,52 ^b ± 0,17

Os valores de proteínas, lipídios, cinzas, carboidratos totais e amido estão expressos em g/100 g de amostra em base seca e a amilose em %.

Valores médios de duas determinações em cada repetição ± desvio padrão.

Carboidratos totais obtidos por diferença (100 – proteínas – lipídios - cinzas).

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 2 – Propriedades físicas de diferentes genótipos de arroz.

	TG	Absorção de água		Firmeza (N)	Pegajosidade (N.s)			
BR IRGA 417	Baixa	118,58 ^d ± 1,27		159,39 ^{ab} ± 12,83	- 3,93 ^d ± 0,50			
Moti	Baixa	112,62 ^e ± 0,88		134,55 ^d ± 9,66	- 20,94 ^a ± 2,62			
AB101002	Baixa	139,69 ^b ± 1,55		157,82 ^{abc} ± 5,28	- 4,86 ^{cd} ± 0,86			
N2583	Intermediária	101,44 ^f ± 0,85		139,46 ^d ± 10,95	- 23,16 ^a ± 1,24			
Arroz da Terra	Intermediária	104,02 ^f ± 2,82		174,11 ^a ± 7,52	- 6,98 ^c ± 1,35			
BRS Primavera	Intermediária	126,62 ^c ± 2,80		147,72 ^{bcd} ± 4,51	- 5,47 ^{cd} ± 1,06			
Douradão	Alta	102,13 ^f ± 3,53		167,56 ^a ± 10,46	- 6,52 ^b ± 1,97			
AN Cambará	Intermediária	219,90 ^a ± 3,03		141,88 ^{cd} ± 9,06	- 6,45 ^{cd} ± 0,93			
			Cor arroz cru			Cor arroz cozido		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*		
BR IRGA 417	65,92 ^b ± 2,52	3,90 ^{cd} ± 0,16	5,41 ^{bc} ± 0,35	66,81 ^a ± 5,20	2,86 ^b ± 0,29	- 1,30 ^{de} ± 0,34		
Moti	80,42 ^a ± 2,91	3,80 ^{cd} ± 0,15	6,11 ^b ± 0,69	66,56 ^a ± 4,61	2,38 ^b ± 0,31	0,32 ^c ± 0,16		
AB101002	65,24 ^b ± 2,86	3,68 ^{cd} ± 0,17	5,92 ^{bc} ± 0,87	64,77 ^a ± 2,89	2,88 ^b ± 0,21	- 1,51 ^{de} ± 0,32		
N2583	79,53 ^a ± 2,19	4,76 ^b ± 0,74	8,07 ^a ± 0,83	66,62 ^a ± 3,31	2,58 ^b ± 0,52	5,22 ^a ± 1,57		
Arroz da Terra	67,61 ^b ± 4,69	5,85 ^a ± 0,31	5,94 ^{bc} ± 0,70	66,24 ^a ± 2,13	5,87 ^a ± 0,40	1,83 ^b ± 0,59		
BRS Primavera	69,28 ^b ± 2,26	3,67 ^{cd} ± 0,13	7,73 ^a ± 0,58	66,08 ^a ± 2,95	2,59 ^b ± 0,16	- 0,57 ^{cd} ± 0,23		
Douradão	67,67 ^b ± 2,96	3,42 ^d ± 0,13	4,78 ^c ± 0,44	64,62 ^a ± 3,67	2,54 ^b ± 0,16	- 1,80 ^e ± 0,30		
AN Cambará	66,18 ^b ± 3,43	4,20 ^{bc} ± 0,21	6,23 ^b ± 0,50	64,02 ^a ± 3,52	2,83 ^b ± 0,29	- 0,56 ^{cd} ± 0,28		

Os valores de absorção de água estão expressos em g/100 g de amostra.

TG = Temperatura de gelatinização. L* = 0 (branco) a 100 (preto); a* = vermelho (+) verde (-); b* = amarelo (+) azul (-).

Valores médios de duas determinações em cada repetição ± desvio padrão.

Letras diferentes na mesma coluna, em cada propriedade, diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 3 – Perfil sensorial e aceitação de diferentes genótipos de arroz cozido.

Perfil Sensorial (ADQ)*						
Atributos	BR IRGA 417	Moti	AB101002	BRS Primavera	Douradão	AN Camará
Solto	10,08 ^a	1,44 ^b	9,87 ^a	10,44 ^a	2,76 ^b	9,08 ^a
Formato alongado	9,94 ^b	8,74 ^{bc}	9,40 ^{bc}	9,41 ^{bc}	7,73 ^c	12,19 ^a
Brilho	2,06 ^c	13,25 ^a	2,65 ^c	2,80 ^c	8,00 ^b	2,04 ^c
Cor branca	10,82 ^a	5,23 ^c	9,76 ^{ab}	9,54 ^{ab}	10,41 ^a	7,26 ^{bc}
Pontos escuros	2,38 ^b	1,70 ^b	2,18 ^b	2,09 ^b	2,32 ^b	9,26 ^a
Quebrados	5,26 ^{ab}	3,82 ^b	5,63 ^{ab}	6,51 ^a	6,45 ^a	4,98 ^{ab}
Aroma arroz cozido	11,64 ^a	11,66 ^a	11,84 ^a	11,92 ^a	11,81 ^a	10,63 ^a
Aroma arroz integral	2,19 ^a	3,13 ^a	2,47 ^a	2,29 ^a	1,85 ^a	3,33 ^a
Sabor típico arroz	10,69 ^a	11,20 ^a	11,73 ^a	11,39 ^a	11,97 ^a	11,05 ^a
Sabor arroz integral	1,61 ^a	2,69 ^a	1,58 ^a	1,64 ^a	1,48 ^a	2,61 ^a
Maciez	9,87 ^b	13,11 ^a	10,98 ^b	9,73 ^b	12,74 ^a	10,60 ^b
Pegajoso	2,51 ^c	13,07 ^a	3,78 ^c	2,91 ^c	10,44 ^b	2,74 ^c
Aceitação de Atributos**						
Aparência	7,5 ^a	3,7 ^d	7,2 ^a	7,0 ^{ab}	6,2 ^{bc}	5,6 ^c
Aroma	7,3 ^a	5,3 ^c	7,0 ^a	6,5 ^{ab}	6,5 ^{ab}	6,2 ^b
Sabor	7,9 ^a	5,3 ^b	6,7 ^a	6,9 ^a	6,6 ^a	6,7 ^a
Textura	7,4 ^a	4,4 ^c	6,7 ^{ab}	7,2 ^a	5,9 ^b	6,8 ^a
Global	7,4 ^a	4,5 ^c	6,9 ^{ab}	7,0 ^{ab}	6,4 ^b	6,6 ^b

*Valores médios de três repetições e 10 julgadores treinados.

Escala não estruturada de 15 cm, ancorada a 1,5 cm de cada extremidade com palavras indicando aumento da intensidade da esquerda para direita.

**Valores hedônico médios de 54 consumidores.

Escala hedônica de 9 pontos (1 = desgostei muito, 5 = nem gostei/nem desgostei, 9 = gostei muito).

Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

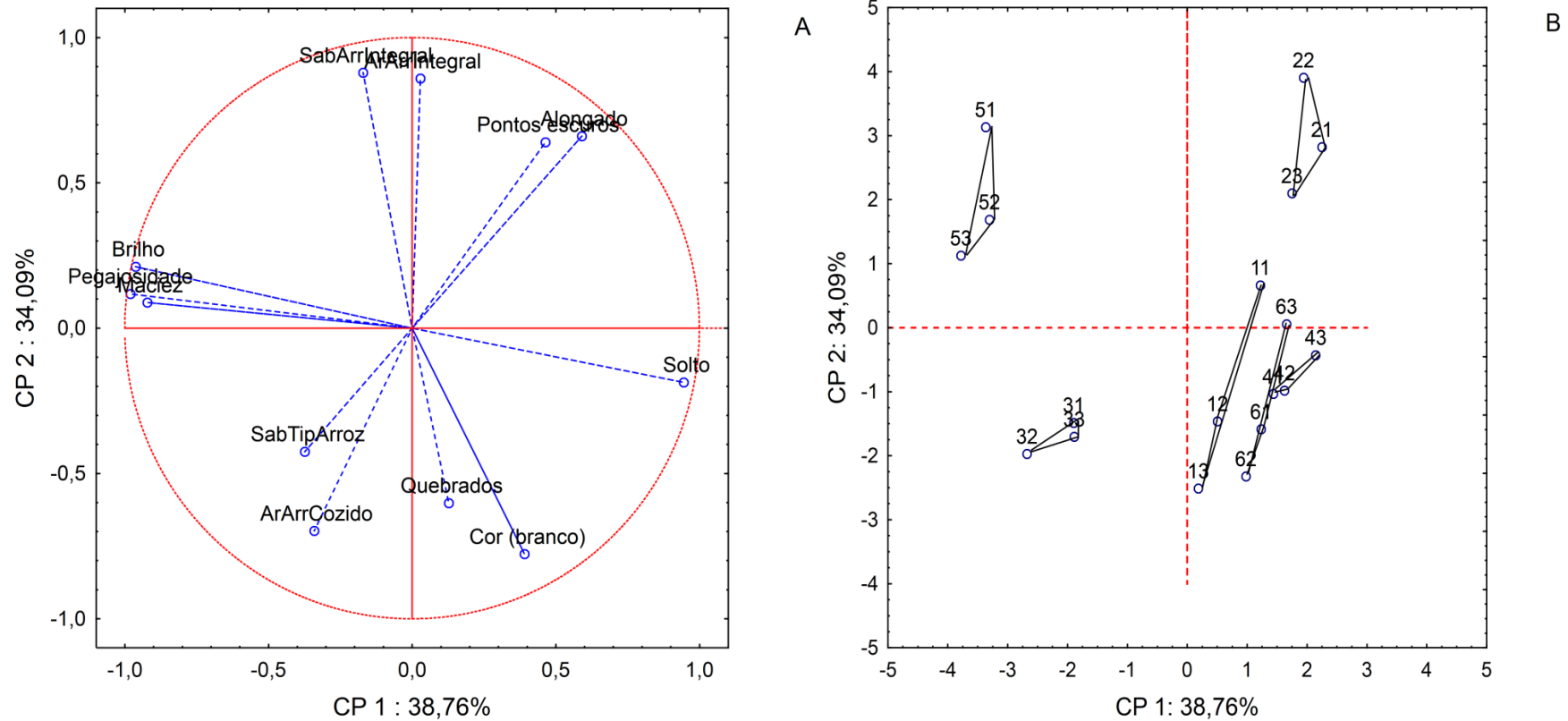


Figura 1 – Projeções dos atributos sensoriais* (A) e dos genótipos de arroz** (B) sobre plano fatorial (CP 1 X CP 2).

*Atributos: Aparência (solto, formato alongado, brilho, cor branca, pontos escuros e quebrados), Aroma (arroz cozido e arroz integral), Sabor (arroz cozido e arroz integral), Textura (maciez e pegajoso).

**Genótipos e repetições: 11, 12, 13 (AB101002); 21, 22, 23 (AN Cambará); 31, 32, 33 (Douradão); 41, 42, 43 (BR IRGA 417), 51, 52, 53 (Moti), 61, 62, 63 (BRS Primavera).

ANEXOS

ANEXO A

Parecer do comitê de ética em pesquisa envolvendo seres humanos



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS
Universidade Estadual de Londrina
Registro CONEP 5231

Parecer CEP/UEL:	195/2012
CAAE:	08873812.2.0000.5231
Processo:	8186
Pesquisador(a):	Sandra Helena Prudêncio
Unidade/Órgão:	CCA - Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos

Prezado(a) Senhor(a):

O "Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina" (Registro CONEP 5231) – de acordo com as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares, avaliou o projeto:

"CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E QUALIDADE SENSORIAL DE ARROZ"

Situação do Projeto: **Aprovado**

Informamos que deverá ser comunicada, por escrito, qualquer modificação que ocorra no desenvolvimento da pesquisa, bem como deverá ser encaminhado ao CEP/UEL relatório final da pesquisa, conforme prevê a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares.

Londrina, 23 de outubro de 2012.



Prof. Dra. Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos
Universidade Estadual de Londrina

ANEXO B**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
(Análise Descritiva Quantitativa)**

Gostaríamos de convidá-lo para participar da equipe de julgadores, a fim de avaliar as características sensoriais de diferentes genótipos de arroz do projeto de pesquisa intitulado “Características físico-químicas e qualidade sensorial de arroz”. Desejamos formar uma equipe treinada de julgadores, capacitada para medir a intensidade das características sensoriais de aparência, aroma, sabor e textura das amostras de arroz. Para tanto, antes da etapa de avaliação, os julgadores serão selecionados e treinados para avaliar tais amostras, durante as sessões de treinamento previamente agendadas. A ingestão de tal alimento não trará nenhum risco à sua saúde por se tratar de um alimento seguro. A sua participação no teste irá requerer 30 minutos conforme descrito no Questionário para Recrutamento de Provadores ou Julgadores, em anexo. A qualquer momento, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável (tel.: 3371-4080) e/ou com o Comitê de Ética (tel.: 3371-2490), cep268@uel.br para sanar dúvidas em relação ao projeto. Você poderá deixar de participar da pesquisa em qualquer fase, sua participação não envolverá quaisquer custos, e a sua identidade será preservada. Ao participar, estará colaborando para o desenvolvimento de uma dissertação de mestrado e o aperfeiçoamento de um profissional.

Londrina, _____ de _____ de 2013.

Assinatura do Pesquisador Responsável
(Prof^a. Dr^a. Sandra Helena Prudêncio)
telefone/e-mail: 3371-4080 / sandrah@uel.br
Lab. Análise Sensorial do DCTA/CCA/UEL

Eu, _____,
declaro que fui satisfatoriamente esclarecido pelo pesquisador, em relação à minha participação no projeto de pesquisa “Características físico-químicas e qualidade sensorial de arroz”, na qualidade de julgador do produto. Além disso, não coloco qualquer objeção quanto ao uso dos dados originados neste projeto para fins didáticos e de divulgação em revistas científicas brasileiras ou estrangeiras. Desta forma, sem ter sido submetido a qualquer tipo de pressão ou coação, concordo voluntariamente e expresso meu total consentimento em participar do projeto.

Assinatura do Participante
Telefone/e-mail:

ANEXO C

Questionário para Recrutamento de Julgadores (Análise Descritiva Quantitativa)

Desejamos formar uma equipe de julgadores treinados, a fim de avaliar as características sensoriais de diferentes genótipos de arroz. Ser um julgador não tomará muito seu tempo e não envolverá nenhuma tarefa difícil. A equipe de julgadores se reunirá 2 vezes por semana, por um período de 30 minutos, no Laboratório de Análise Sensorial do DCTA por um período aproximado de 4 (quatro) meses. Se você deseja participar da equipe de julgadores, por favor, preencha este formulário. Este trabalho faz parte do projeto “Características físico-químicas e qualidade sensorial de arroz”. Caso necessite de algum esclarecimento, ou necessitar de informações adicionais, não hesite em entrar em contato com Prof.^a. Dr.^a. Sandra Helena (tel.: 3371-4080, e-mail: sandrah@uel.br).

Nome: _____
 Telefone : _____ Email: _____

1. Faixa etária:

- () 15-25
 () 26-35
 () 36-50
 () acima de 50 anos

2. Sexo:

- () masculino
 () feminino

3. Ocupação:

- () aluno
 () funcionário
 () professor
 () outro

4. Escolaridade:

- () 1º grau
 () 2º grau
 () 3º grau
 () outro

5. Indique o quanto você aprecia em cada um desses produtos.

	Gosto	Nem gosto/Nem desgosto	Não gosto
Milho	()	()	()
Ervilha	()	()	()
Arroz	()	()	()
Grão de bico	()	()	()
Lentilha	()	()	()

6. Indique a frequência de consumo de arroz.

7 dias na semana

6 a 4 dias na semana

3 a 1 dias na semana

raramente (1 vez por mês ou menos)

nunca

outro. Indique: _____

7. Cite 3 alimentos que sejam firmes.

8. Cite um alimento que grude no dente ao ser mastigado.

9. Cite um alimento que seja pegajoso ao ser mastigado.

10. Indique se você possui:

Doença bucal

Dentadura/ prótese dentária total ou parcial

Diabetes

Hipertensão (pressão alta)

Hipotensão (pressão baixa)

11. Já participou de algum teste sensorial? Sim Não

De que tipo? Aceitação Discriminativo Descritivo

ANEXO D**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
(Teste de Aceitação de Atributos)**

Gostaríamos de convidá-lo para participar da equipe de julgadores, a fim de avaliar as características sensoriais de diferentes genótipos de arroz do projeto de pesquisa intitulado “Características físico-químicas e qualidade sensorial de arroz”. A função do julgador para o teste de aceitação é avaliar o quanto gostou da aparência, aroma, sabor, textura e global de arroz produzido a partir de diferentes genótipos que serão fornecidos durante a sessão de avaliação previamente agendada. A ingestão de tal alimento não trará nenhum risco à sua saúde por se tratar de um alimento seguro. A sua participação no teste irá requerer 30 minutos conforme descrito no Questionário para Recrutamento de Provedores ou Julgadores, em anexo. A qualquer momento, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável (tel.: 3371-4080) e/ou com o Comitê de Ética (tel.: 3371-2490), cep268l@uel.br para sanar dúvidas em relação ao projeto. Você poderá deixar de participar da pesquisa em qualquer fase, sua participação não envolverá quaisquer custos, e a sua identidade será preservada. Ao participar, estará colaborando para o desenvolvimento de uma dissertação de mestrado e o aperfeiçoamento de um profissional.

Londrina, _____ de _____ de 2013.

Assinatura do Pesquisador Responsável
(Prof^a. Dr^a. Sandra Helena Prudêncio)
telefone/e-mail: 3371-4080 / sandrah@uel.br
Lab. Análise Sensorial do DCTA/CCA/UEL

Eu, _____,
declaro que fui satisfatoriamente esclarecido pelo pesquisador, em relação à minha participação no projeto de pesquisa “Características físico-químicas e qualidade sensorial de arroz”, na qualidade de julgador do produto. Além disso, não coloco qualquer objeção quanto ao uso dos dados originados neste projeto para fins didáticos e de divulgação em revistas científicas brasileiras ou estrangeiras. Desta forma, sem ter sido submetido a qualquer tipo de pressão ou coação, concordo voluntariamente e expresso meu total consentimento em participar do projeto.

Assinatura do Participante
Telefone/e-mail:

ANEXO E**Questionário para Recrutamento de Julgadores
(Teste de Aceitação de Atributos)**

Desejamos formar uma equipe de julgadores, a fim de avaliar o quanto você gostou de algumas características sensoriais de diferentes genótipos de arroz. Ser um julgador não tomará muito seu tempo e não envolverá nenhuma tarefa difícil. A prova será realizada no Laboratório de Análise Sensorial do DCTA, levará em torno de 30 minutos e você poderá fazê-la no horário em que tiver maior disponibilidade. Se você deseja participar do teste, por favor, preencha este formulário. Caso necessite de algum esclarecimento, ou necessitar de informações adicionais, não hesite em entrar em contato com Prof.^a Dr.^a Sandra Helena (tel.: 3371-4080, e-mail: sandrah@uel.br).

Nome: _____

Telefone : _____ Email: _____

1. Faixa etária:

- 15-25
 26-35
 36-50
 acima de 50 anos

2. Sexo:

- masculino
 feminino

3. Ocupação:

- aluno
 funcionário
 professor
 outro

4. Escolaridade:

- 1º grau
 2º grau
 3º grau
 outro

5. Indique o quanto você aprecia em cada um desses produtos.

	Gosto	Nem gosto/Nem desgosto	Não gosto
Milho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ervilha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arroz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grão de bico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lentilha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Indique a frequência de consumo de arroz.

7 dias na semana

6 a 4 dias na semana

3 a 1 dias na semana

raramente (1 vez por mês ou menos)

nunca

outro. Indique: _____

7. Indique se você possui:

Doença bucal

Dentadura/ prótese dentária total ou parcial

Diabetes

Hipertensão (pressão alta)

Hipotensão (pressão baixa)

8. Já participou de algum teste sensorial? Sim Não

De que tipo? Aceitação Discriminativo Descritivo