

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA

MARÍLIA ARAÚJO SILVA

**NOVA ESTRATÉGIA DE INTEGRAÇÃO DE PARÂMETROS
DE QUALIDADE DE GRÃOS COM USO DE APLICATIVO EM
SOFTWARE LIVRE PARA ESTIMATIVA DA QUALIDADE
CULINÁRIA DE ARROZ BRANCO**

Goiânia
2018

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ Dissertação ☐ Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

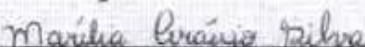
Nome completo do autor: Marília Araújo Silva

Título do trabalho: NOVA ESTRATÉGIA DE INTEGRAÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DE GRÃOS COM USO DE APLICATIVO EM SOFTWARE LIVRE PARA ESTIMATIVA DA QUALIDADE CULINÁRIA DE ARROZ BRANCO

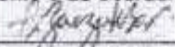
3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 12 / 09 / 2018

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

² A assinatura deve ser escaneada.

MARÍLIA ARAUJO SILVA

**NOVA ESTRATÉGIA DE INTEGRAÇÃO DE PARÂMETROS
DE QUALIDADE DE GRÃOS COM USO DE APLICATIVO EM
SOFTWARE LIVRE PARA ESTIMATIVA DA QUALIDADE
CULINÁRIA DE ARROZ BRANCO**

Dissertação apresentado à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, como exigência para a obtenção de título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dra. Priscila Zaczuk Bassinello

Co-orientador: Prof^o Dr. George Von Borries

Goiânia
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

ARAÚJO SILVA, MARÍLIA
NOVA ESTRATÉGIA DE INTEGRAÇÃO DE PARÂMETROS DE
QUALIDADE DE GRÃOS COM USO DE APLICATIVO EM
SOFTWARE LIVRE PARA ESTIMATIVA DA QUALIDADE CULINÁRIA
DE ARROZ BRANCO [manuscrito] / MARÍLIA ARAÚJO SILVA. - 2018.
CXXI, 121 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Priscila Zaczuk Bassinello; co-orientador Dr.
George Von Borries.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola
de Agronomia e Engenharia de Alimentos (EAEA), Programa de Pós
Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Goiânia, 2018.

Bibliografia. Apêndice.

Inclui gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.


1. Oryza sativa L. 2. amilose. 3. qualidade culinária. 4. análise
sensorial. I. Zaczuk Bassinello, Priscila, orient. II. Título.

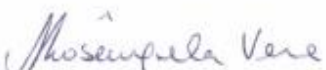
CDU 664




UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIO - PPAGRO

ATA DA REUNIÃO DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MARÍLIA ARAÚJO SILVA – Aos vinte e sete dias do mês de julho de dois mil e dezoito (27/07/2018), às 08h00min, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof.^a Dr.^a Priscila Zaczuk Bassinello (orientador/Presidente/ PPGCTA/EA/UFG), Prof.^a Dr.^a Rosângela Vera (membro externo/EA/UFG) e Prof. Dr. Adriano Pereira de Castro (membro externo/EMBRAPA) para, sob a presidência da primeira, e em sessão pública realizada na Sala 18/EA/PRÉDIO CENTRAL, procederem à avaliação da defesa de dissertação intitulada: “**NOVA ESTRATÉGIA DE INTEGRAÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DE GRÃOS COM USO DE APLICATIVO EM SOFTWARE LIVRE PARA ESTIMATIVA DA QUALIDADE CULINÁRIA DE ARROZ BRANCO**”, em nível de **Mestrado**, área de concentração em **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, de autoria de **Marília Araújo Silva**, discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Goiás. A sessão foi aberta pela presidente da Banca Examinadora, Prof.^a Dr.^a Priscila Zaczuk Bassinello, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra a seguir, foi concedida à autora da dissertação que, em 30 minutos procedeu à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da Banca arguiu a examinanda, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo-se em vista o que consta na Resolução nº. 1075/2012, do Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura (CEPEC), que regulamenta o Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos e procedidas às correções recomendadas, a dissertação foi **APROVADA** por unanimidade, sendo cumpridos os requisitos para fins de obtenção do título de **MESTRE EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**, na área de concentração em **Ciência e Tecnologia de Alimentos** pela Universidade Federal de Goiás. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega, na secretaria do programa, da versão definitiva da dissertação, com as devidas correções, no prazo de até 30 dias. A Banca Examinadora recomenda a publicação de artigo científico, oriundo dessa dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional depois de atendidas às modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades de pauta, às 11h30min, o presidente da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação e para constar eu, Lindinalva de Oliveira Teixeira, secretária do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada será assinada pelos membros da Banca Examinadora em três vias de igual teor.


Prof.^a Dr.^a Priscila Zaczuk Bassinello
Orientador-Presidente /PPGCTA/EA/UFG


Prof.^a Dr.^a Rosângela Vera
Membro externo/EA/UFG


Prof. Dr. Adriano Pereira de Castro
Membro externo/EMBRAPA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho especialmente aos meus pais,
Valdimir e Kátia, por estarem comigo o tempo todo, e
ao meu querido esposo
Brenno, pelo apoio e conforto em cada momento de
aflição e também nos momentos felizes.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e meu irmão, de quem tanto me orgulho. Pais que sempre me apoiaram, incentivaram e me deram força para encarar e ultrapassar as dificuldades que surgiram ao longo da minha vida acadêmica. Sem eles teria sido impossível chegar até aqui. Sem eles não seria o que sou hoje. Por todo o amor, carinho, amizade e pelo que hoje sou, estar-lhes-ei eternamente grata.

À minha avó, por toda a ajuda prestada e por toda a preocupação e sensibilidade demonstrada para comigo. Por cada telefonema que tornava o meu dia melhor e por tudo o que fez por mim.

Ao meu marido, pelo carinho, apoio e incentivo, não só ao longo deste último ano, mas desde que iniciei o meu percurso acadêmico. Por aturar o meu mau humor quando os dias eram menos bons e por todas as palavras que me transmitiam mais confiança para iniciar uma nova semana.

A toda a minha família e amigos por me fazerem perceber que eu sou capaz e que “a tempestade não dura para sempre” nos momentos menos bons e, por sorrirem comigo, nos momentos bons.

À Marília, minha xará, pela amizade, pelos conselhos, por todos os momentos que passamos juntas. Sem dúvida, uma das melhores pessoas que conheci na minha vida e que jamais esquecerei.

À Professora Doutora Priscila e ao Professor Doutor George, orientador e coorientador da minha dissertação, respectivamente, por todos os conhecimentos transmitidos, toda a atenção disponibilizada e ajuda prestada.

Ao estatístico Nelson por me socorrer com as análises e pela sua interpretação e preocupação em fazer as análises com coerência.

À equipe da Embrapa Arroz e Feijão que me ajudou em todas as etapas nesse período de estágio. As estagiárias, Quedma e Luana que me auxiliaram nas análises e disponibilizaram o seu tempo para me ajudar.

Ao PPGCTA, a CAPES,

Muito Obrigada

“O começo de todas as ciências é o espanto de as coisas serem o que
são”. (Aristóteles)

RESUMO

A qualidade culinária do arroz prevalece ainda como parâmetro determinante na seleção de linhagens promissoras pelos programas de melhoramento genético. O teste de panela ou cocção do arroz é um dos métodos mais utilizados pela pesquisa e indústrias de beneficiamento na avaliação do rendimento e textura dos grãos cozidos de cultivares lançadas e/ou novas linhagens em estudo. Normalmente simula-se, na metodologia, o cozimento caseiro e realiza-se o teste sensorial com equipe de provadores selecionados e treinados para este fim, elegendo aquelas linhagens mais promissoras. Contudo, a avaliação sensorial tradicional é um método criterioso e relativamente moroso, pois requer treinamento, aptidão, disponibilidade de pessoas e de produto e escalas de classificação de atributos padronizadas e associadas às escalas instrumentais, sempre que possível. Ainda não se tem um teste instrumental para análise de textura de arroz cozido que seja padrão, confiável, rápido e reproduzível e cujos resultados se associem à avaliação sensorial. O objetivo deste trabalho foi ajustar a escala de notas de textura de arroz cozido na análise sensorial, por meio de novos padrões e avaliar a qualidade de grãos de 55 genótipos de arroz com diferentes teores de amilose por meio de métodos sensorial, físico-químicos e instrumentais, e propor regras baseadas na associação dos dados laboratoriais com os dados sensoriais para validação de um aplicativo recentemente desenvolvido em software livre, com a função de integrar os dados de qualidade e indicar a qualidade culinária esperada para a amostra. Os modelos de predição para avaliação sensorial foram ampliados por meio de métodos estatísticos, como regressão múltipla, regressão logística polinômica e análise de componentes principais. Os resultados mostraram que 70% dos parâmetros do perfil viscoamilográfico associaram-se aos dados da análise sensorial, seguidos de 68% e 62% para a análise instrumental de textura e para a combinação do teor de amilose e temperatura de gelatinização das amostras, respectivamente. Os resultados da regressão múltipla mostraram alto poder preditivo, sendo quatro variáveis significativas (pegajosidade e dureza instrumentais, pico de viscosidade e viscosidade final), indicando grande associação desses valores com o teste sensorial. As medidas viscoamilográficas do RVA (pico de viscosidade, trough, viscosidade final, setback e tempo de pico) também apresentaram alto poder preditivo da textura instrumental com 77% da variância total explicada pelas duas componentes principais. A partir desses dados, foi possível criar regras de valores para o desenvolvimento de um aplicativo em software livre na predição da qualidade culinária do arroz. Os parâmetros e os modelos de predição utilizados permitiram a partir dos dados dos testes instrumentais, prever a classificação mais provável da qualidade culinária, sem a necessidade do teste sensorial propriamente dito.

Palavras chave: *Oryza sativa* L., amilose, qualidade culinária, análise sensorial

ABSTRACT

The culinary quality of rice still prevails as a determinant parameter in the selection of promising lines by genetic breeding programs. Rice cooker test is one of the methods most used by research and processing industries in evaluating the yield and texture of the cooked grains of cultivars released and / or new lineages under study. Normally, in the methodology, the homemade cooking is simulated and the sensorial test is carried out with a team of tasters selected and trained for this purpose, choosing those most promising lines. However, traditional sensory evaluation is a judicious and relatively time-consuming method, since it requires training, aptitude, people and product availability, and scales of classification of standardized attributes associated with instrumental scales whenever possible. An instrumental test for texture analysis of cooked rice that is standard, reliable, fast and reproducible and whose results are associated with sensorial evaluation is not yet available. The objective of this work was to adjust the scale of cooked rice texture notes in the sensory analysis, by means of new standards and evaluate the grain quality of 55 rice genotypes with different levels of amylose by means of sensorial, physical-chemical and and propose rules based on the association of laboratory data with the sensory data for validation of a recently developed application in free software, with the function of integrating the quality data and indicating the expected cooking quality for the sample. Prediction models for sensory evaluation were expanded through statistical methods such as multiple regression, polytomic logistic regression, and principal component analysis. The results showed that 70% of the parameters of the viscoamilographic profile were associated to the sensory analysis data, followed by 68% and 62% for the instrumental analysis of texture and for the combination of the amylose content and the gelatinization temperature of the samples, respectively. The results of the multiple regression showed high predictive power, with four significant variables (stickiness and instrumental hardness, peak viscosity and final viscosity), indicating a great association of these values with the sensorial test. The viscoamilographic measurements of RVA (peak viscosity, trough, final viscosity, setback and peak time) also presented high predictive power of the instrumental texture with 77% of the total variance explained by the two main components. From these data, it was possible to create value rules for the development of a free software application in the prediction of rice cooking quality. The parameters and the models of prediction used allowed from the data of the instrumental tests, to predict the most probable classification of the culinary quality, without the necessity of the sensorial test proper.

Key words: *Oryza sativa* L., amylose, culinary quality, sensory analysis

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	17
1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1 ARROZ.....	20
2.2 PRODUÇÃO E CONSUMO.....	24
2.3 QUALIDADE PÓS COLHEITA.....	26
3 OBJETIVOS.....	29
3.1 OBJETIVO GERAL.....	29
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	29
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
4.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL.....	30
4.2 COLHEITA E PREPARO DAS AMOSTRAS.....	31
4.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO ARROZ.....	32
4.3.1 Determinação do Rendimento de Inteiros e Quebrados.....	32
4.3.2 Determinação de renda do Beneficiamento.....	34
4.3.3 Dimensões do Grão.....	34
4.3.4 Grãos Gessados e com Defeitos.....	34
4.3.5 Determinação do Teor de Amilose Aparente (TAA).....	34
4.3.6 Determinação da Temperatura de Gelatinização (TG).....	35
4.3.7 Análise Viscoamilográfica por RVA.....	36
4.3.8 Análise de Textura Instrumental.....	37
4.4 QUALIDADE CULINÁRIA.....	38
4.4.1 Caracterização da qualidade culinária do arroz.....	38
4.4.1.1 Teste de panela.....	38
4.4.1.2 Análise para os atributos de pegajosidade e dureza.....	39
4.5 INTEGRAÇÃO DOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE POR MEIO DE APLICATIVO EM SOFTWARE LIVRE PARA ESTIMAR A QUALIDADE CULINÁRIA DE ARROZ.....	39
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	39
5 REFERÊNCIAS.....	41

CAPÍTULO 2.....	47
ARTIGO 1. AJUSTE DE ESCALAS DE CLASSIFICAÇÃO DE ARROZ COZIDO PARA AVALIAÇÃO DE TEXTURA E TREINAMENTO DO PAINEL SENSORIAL.....	47
Resumo.....	47
1 INTRODUÇÃO.....	48
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	51
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4 CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS.....	59
 CAPÍTULO 3.....	 68
ARTIGO 2. INTEGRAÇÃO DE DADOS DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E INSTRUMENTAL EM SOFTWARE LIVRE PARA ESTIMAR COMPORTAMENTO CULINÁRIO DE ARROZ.....	68
Resumo.....	68
1 INTRODUÇÃO.....	69
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	71
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
4 CONCLUSÃO.....	85
REFERÊNCIAS.....	105

LISTA DE TABELAS – ARTIGO 1

Tabela 1. Classificação do arroz para os atributos pegajosidade e dureza.

Tabela 2. Desempenho do analista sensorial (% de acertos) em cada etapa do treinamento.

Tabela 3. Média da avaliação sensorial para a classificação para os modelos preditores: pouco pegajoso (PP), pouco pegajoso + (PP+), Pegajoso (PG), Pegajoso + (PG+), Muito Pegajoso (MP)

Tabela 4. Coeficientes de cada variável nos cinco componentes principais.

LISTA DE TABELAS – ARTIGO 2

Tabela 1. Classificação do grão arroz de acordo com os atributos de qualidade culinária

Tabela 2. Teor de Amilose (TAA) Renda do benefício (RB), Rendimento de Inteiros (RI), Área Gessada Total (AGT), Comprimento (C), Dimensão (D), Grau de Polimento (GP) e Temperatura de Gelatinização.

Tabela 3. Média e Desvio padrão para os grupos RVA.

Tabela 4. Medidas sensoriais e instrumentais de viscosidade obtidas das amostras de arroz da EMBRAPA Arroz e Feijão

Tabela 5. Média da avaliação sensorial para a classificação para os modelos preditores: pouco pegajoso (PP), pouco pegajoso + (PP+), Pegajoso (PG), Pegajoso + (PG+), Muito Pegajoso (MP)

Tabela 6. Coeficientes de cada variável nos cinco componentes principais.

Tabela 7: Valores de regressão linear múltipla. G.L. refere-se aos graus de liberdade na análise. Quadrados médios são obtidos nos cálculos da estatística do teste. Valor de P fixado como 0.05. Valores abaixo desse limiar indicam relação significativa entre as variáveis. Valores em negrito indicam relações significativas ao nível de 0.05.

LISTA DE FIGURAS – ARTIGO 1

Figura 1. Ficha de análise sensorial para os atributos pegajosidade e dureza.

Figura 2. Preparo das amostras em panela elétrica

Figura 3. Correlação entre todas as variáveis analisadas. Valores de correlação entre uma variável e essa mesma variável correspondem a um valor igual a 1. Valores negativos indicam correlação negativa e têm cor em tons de vermelho na Figura. Valores positivos indicam correlação positiva e têm cor em tons de azul na Figura. O valor zero tem cor branca. Legenda: TPP: Teste de panela Peg; Prvu: Peak RVU; Brvu: Break RVU; TPD: Teste de panela dureza; TED: texturômetro dureza; Ptm: peak time; Ptam: pasting time; Tpeg: texturômetro pegajosidade; Trvu: Trough RVU; Vrvu: Final Vis RVU; Srvu: Setback RVU.

Figura 4. Comportamento das variáveis viscoamilográficas em relação ao teste de panela. Pouco pegajoso (PP), pouco pegajoso + (PP+), Pegajoso (PG), Pegajoso + (PG+), Muito Pegajoso (MP)

Figura 5. Gráficos de Dispersão entre as diversas variáveis viscoamilográficas e pegajosidade instrumental. Pouco pegajoso (PP), pouco pegajoso + (PP+), Pegajoso (PG), Pegajoso + (PG+), Muito Pegajoso (MP)

LISTA DE FIGURAS – ARTIGO 2

Figura1. Paleta de cores de predição do grão de arroz

Figura 2. Combinação de parâmetros para Teor de amilose (TA) e Temperatura de Gelatinização (TG) para traçar o perfil culinário

Figura 3. Perfil de viscosidade de pasta de grãos de arroz

Figura 4. Gráfico de apresentação dos dois principais eixos (PC1 e PC2) com 77% da variância explicada.

Figura 5. Correlação entre todas as variáveis analisadas. Valores de correlação entre uma variável e essa mesma variável correspondem a um valor igual a 1. Valores negativos indicam correlação negativa e têm cor em tons de vermelho na Figura. Valores positivos indicam correlação positiva e têm cor em tons de azul na Figura. O valor zero tem cor branca. Legenda: TPP: Teste de panela Peg; Prvu: Peak RVU; Brvu: Break RVU; TPD: Teste de

panela dureza; TED: texturômetro dureza; Ptm: peak time; Ptam: pasting time; Tpeg: texturômetro pegajosidade; Trvu: Trough RVU; Vrvu: Final Vis RVU; Srvu: Setback RVU.

Figura 6. Comportamento das variáveis viscoamilográficas em relação ao teste de panela. Pouco pegajoso (PP), pouco pegajoso + (PP+), Pegajoso (PG), Pegajoso + (PG+), Muito Pegajoso (MP)

Figura 7. Gráficos de Dispersão entre as diversas variáveis viscoamilográficas e pegajosidade instrumental. Pouco pegajoso (PP), pouco pegajoso + (PP+), Pegajoso (PG), Pegajoso + (PG+),
Muito Pegajoso (MP)

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma cultura que ocupa posição importante na economia mundial, assumindo terceiro lugar na produção de cereais para consumo humano e principal alimento consumido pela metade da população mundial (BRASIL, 2015). Desempenha papel importante como componente da dieta básica, com uma média de consumo diário *per capita* de 58 g/dia (CONAB, 2017). A produção mundial estimada do grão é mais de 475 milhões de toneladas, sendo 11,6 milhões de toneladas produzidas no Brasil (CONAB, 2017), onde é consumido principalmente na forma de grãos inteiros, descascados e polidos, sendo importantes aspectos do grão a aparência após o cozimento, odor, consistência e sabor (WALTER et al., 2008).

A sua comercialização ocorre com base em três tipos de produto: arroz beneficiado polido, arroz parboilizado (integral e polido) e arroz integral. Para sua classificação são consideradas cinco categorias, com base nas dimensões dos grãos inteiros após o descasque e polimento. As classes referem-se aos produtos longo-fino, longo, médio, curto e misturado.

A qualidade de grãos de uma cultivar de arroz é determinada pela perfeita interação entre os vários componentes da cadeia produtiva da cultura, dentre os quais se destacam o pesquisador, o produtor, o industrial e o consumidor (VIEIRA; RABELO, 2006).

As características determinantes da qualidade de grão em arroz refletem diretamente no valor de mercado e na aceitação do produto pelo consumidor. Porém, a definição dessa qualidade torna-se complexa em função de tradições e costumes regionais, o que muitas vezes representa um produto de boa qualidade para um grupo de consumidores, pode ser totalmente inaceitável para outro (MAGALHÃES JUNIOR; FAGUNDES; FRANCO, 2011).

As formas de preparo e consumo do arroz são razoavelmente homogêneas nas diferentes regiões brasileiras e a preferência da maioria dos consumidores é pelo arroz beneficiado polido. De maneira geral, a qualidade de um alimento é considerada sob o ponto de vista: nutricional; o da sua adaptação ao processamento e/ou transformação industrial; o de suas características para consumo direto; e o da comercialização (FERREIRA et al., 2005).

O consumidor brasileiro de arroz dá preferência por um produto uniforme, com baixo conteúdo de grãos quebrados e/ou danificados. Além da aparência do produto cru, a preferência é por um arroz com qualidade de cocção que proporcione bom rendimento de panela, cozinhe rápido e apresente grãos secos e soltos após o cozimento (MESTRES et al., 2011). Os fatores que controlam o comportamento culinário e desempenho tecnológico e nutricional do arroz estão ligados às propriedades intrínsecas do amido, componente majoritário no grão, como a proporção de amilose/amilopectina e temperatura de gelatinização (VIEIRA; RABELO, 2006), bem como as alterações sofridas por ele (SILVA; ASCHERI, 2008; ELIAS et al., 2012). Nutricionalmente, o arroz é rico em carboidratos e fonte de proteína, com bom balanço de aminoácidos essenciais, apresentando elevado teor de metionina e tendo a lisina como aminoácido limitante (CASTRO et al., 1999).

A qualidade culinária do arroz é uma característica que depende basicamente da cultivar e das propriedades físico-químicas do grão (MESTRES et al., 2011). Outro fator que afeta a qualidade culinária refere-se à maturação pós-colheita, ou seja, o arroz modifica suas características culinárias durante o armazenamento, especialmente nos três primeiros meses após a colheita, melhorando seu comportamento quanto ao rendimento industrial e ao comportamento de cocção (VIEIRA, 2004; BASSINELLO; NAVES, 2006). Se um arroz recém-colhido tende a empapar durante o cozimento, com o passar do tempo, poderá modificar esse perfil, tornando-se mais adequado às preferências de consumo ao apresentar-se seco e solto após cozimento (BIENVENIDO, 2001).

Os programas de melhoramento genético selecionam principalmente linhagens promissoras de arroz quanto a atributos de qualidade física (rendimento de inteiros e quebrados, incidência de centro branco, dimensões e defeitos dos grãos) e culinária (rendimento de panela, textura, tempo de cozimento), em sua maioria, além de parâmetros agrônômicos. Essa seleção é baseada em dados, em sua maioria, provenientes de análises físico-químicas e instrumentais, sendo no caso da qualidade culinária, ainda bastante predominante o teste sensorial. Em função da dificuldade em se manter um painel sensorial treinado na empresa, entre outros fatores desfavoráveis da análise, como quantidade de amostra necessária para os testes, quantidade de provadores treinados, subjetividade e fadiga da análise, busca-se, cada vez mais, adotar um teste instrumental confiável, rápido e reprodutível, como no caso da análise de textura instrumental de arroz cozido. Na literatura atual, não existe um único método padrão para preparo e avaliação da textura instrumental de arroz cozido e, as escalas de notas de textura instrumental não são convertidas ou

interpretadas com base em testes sensoriais, o que dificulta ou limita sua aplicação em análises rotineiras e a comparação de dados laboratoriais.

Sendo assim, o presente estudo visa ajustar a escala de notas sensoriais para textura de arroz cozido, a fim de facilitar sua compreensão e uso pelos provadores e alinhá-la à linguagem adotada pelas indústrias de arroz, além de associá-la a faixas quantitativas de pegajosidade e dureza instrumental para aplicação em rotina laboratorial. A partir desse ajuste, pretende-se gerar um banco de dados físico-químicos e culinários da qualidade de grãos de diferentes genótipos de arroz para validar um aplicativo recentemente desenvolvido em software livre pela UNB em parceria com a Embrapa Arroz e Feijão, o qual fará a integração desses parâmetros para estimar a qualidade culinária de uma determinada amostra, sem a necessidade do teste sensorial propriamente dito.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ARROZ

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma angiosperma monocotiledônea pertencente a família *Poaceae* (BOTTINI, 2008). Na botânica, o arroz é o fruto-semente das gramíneas, conhecido como cariopse ou grão e possui quatro componentes principais: casca, película, endosperma e germe. Toda a estrutura encontra-se envolvida pelas glumas, lema e pálea, que constituem a casca, e são removidas durante o beneficiamento do produto para consumo (Figura 1) (VIEIRA; RABELO, 2006).

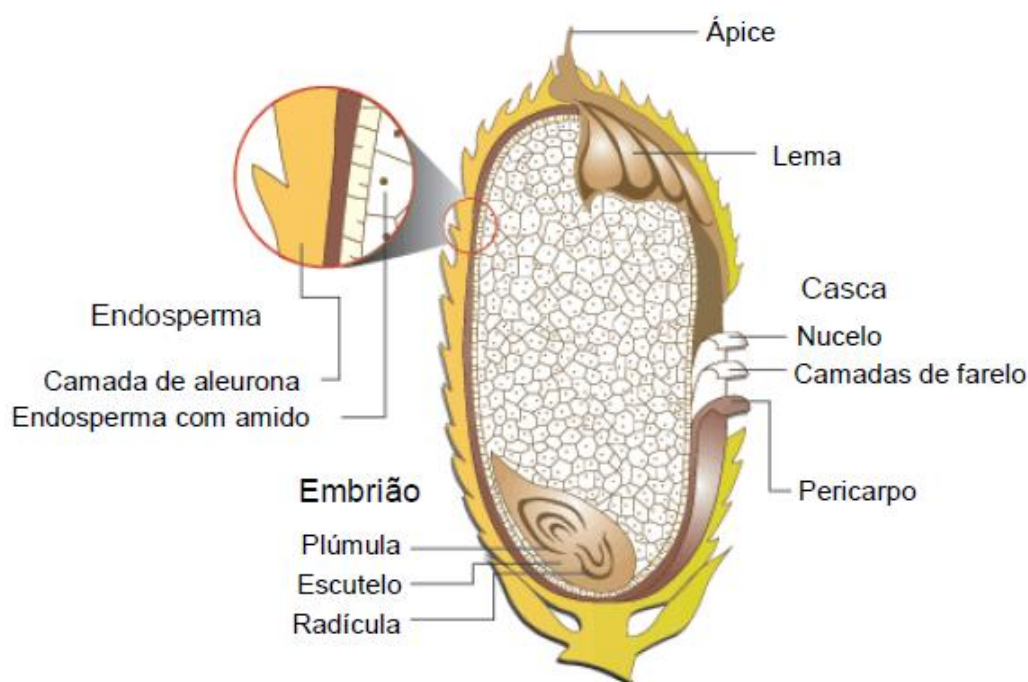


Figura 1. Estrutura do grão de arroz
Fonte: Adaptado de BERNAS (s.a)

Cultivado em mais de cem países em todos os continentes, no Brasil, o arroz assumiu grande importância social, econômica e política desde os tempos coloniais, alcançando o País à condição de ser o maior produtor no MERCOSUL (CONAB, 2017). O país obteve em relação à safra de arroz 2017/2018, uma produção de 11.764,7 mil toneladas de arroz em casca. Os maiores estados produtores são o Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Tocantins, com [Digite texto]

produção de 8.728,6; 1.125,8 e 676,1 mil toneladas na safra 2016/2017. Goiás teve uma produção de 109,3 mil toneladas ocupando a nona posição na produção Nacional (CONAB, 2017).

O arroz é um alimento essencialmente energético, podendo ser também uma importante fonte de proteínas, sais minerais e vitaminas do complexo B. Este cereal fornece entre 20% e 27% da energia na forma de carboidratos complexos (amido) e entre 15% a 20% das proteínas necessárias ao ser humano diariamente, e se destaca pela sua fácil digestão (BOTTINI, 2008; NAVES, 2007). O amido, contido no endosperma do grão, é um homopolissacarídeo composto por amilose e amilopectina e está diretamente ligado aos padrões de qualidade do cereal (LAJOLO; MENEZES, 2006). A amilose é um polímero linear consistindo em média de 500 a 2.000 unidades de D-glicose unidas entre si por ligações glicosídicas α -1,4 (Figura 2). Poucas ligações glicosídicas de tipo α -1,6 são encontradas e grupos fosfatos também podem estar presentes (HOOVER, 2001), mas eles têm pouca influência no comportamento da molécula (BULÉON et al., 1998). O número de resíduos de glicose na amilose, também indicado pelo grau de polimerização (DP), varia com a espécie botânica da qual se originou. O conteúdo de amilose pode variar em média de 0 a 75%, sendo o valor típico de 20 a 25% do amido (RAMESH; THARANATHAN, 2003).



Figura 2. A. Estrutura da amilose Fonte: Lajolo e Menezes (2006). B: Estrutura da amilopectina Fonte: Lajolo e Menezes (2006).

Quanto maior o conteúdo de amilose numa determinada variedade, mais organizados e estáveis serão os grânulos de amido e, portanto, maiores serão a quantidade de água, a temperatura e o tempo necessários para cozinhar os grãos (MCGEE, 2014).

A amilopectina consiste de pequenas cadeias lineares unidas por ligações glicosídicas α -1,4 com 10-60 unidades de glicose e cadeias laterais unidas por ligações glicosídicas α -1,6, consistindo de 15-45 unidades de glicose (Figura 3). A porcentagem média de pontes de ramificação na amilopectina é de 5%, variando com a origem botânica. A molécula completa de amilopectina contém uma média de 2.000.000 unidades de glicose, sendo uma das maiores moléculas encontrada na natureza (VAN DER MAAREL et al., 2002).

As cadeias de amilopectina estão organizadas de maneiras diferentes, sugerindo uma classificação de cadeias A, B e C. O tipo A é composto por uma cadeia não redutora de glicoses unidas por ligações α -(1,4) sem ramificações, sendo unida a uma cadeia tipo B por meio de ligações α -(1,6). As cadeias do tipo B são compostas por glicoses ligadas em α -(1,4) e α -(1,6), contendo uma ou várias cadeias tipo A e podem conter cadeias tipo B unidas por meio de um grupo hidroxila primário. A cadeia C é única em uma molécula de amilopectina, sendo composta por ligações α -(1,4) e α -(1,6), com grupamento terminal redutor (ELIASSON, 1996; ELIASSON, 2004; VANDEPUTTE; DELCOUR, 2004; LAJOLO; MENEZES, 2006).

O arroz com alta proporção de amilopectina em relação à amilose, depois de cozido, fica mais pastoso e pegajoso, sendo indicado para preparações culinárias como o arroz-doce e o risoto italiano, à base de arroz arbóreo (EMBRAPA, 2012; DORS et al., 2006; AUGUSTO-RUIZ et al, 2003).

Em seu estado natural, o amido é insolúvel em água fria, apresentando grânulos parcialmente cristalinos e sua morfologia, composição química e estrutura molecular são características de cada espécie em particular (BELLO-PÉREZ; MONTEALVO; ACEVEDO, 2006).

Os sítios de ligação da água são os grupos hidroxilas e os átomos de oxigênio no interior da D-glicose e a presença dos grupos hidroxilas acarretam natureza altamente hidrofílica ao amido. A insolubilidade do grânulo de amido é devida às fortes ligações de hidrogênio que mantêm as cadeias de amido unidas. Entretanto, na presença de água e aquecimento, esta é incorporada na estrutura do grânulo e componentes mais solúveis como a amilose, dissociam-se e difundem-se para fora do grânulo. Este processo é conhecido como gelatinização e a temperatura de sua ocorrência é chamada de temperatura de gelatinização

(TG). Com a gelatinização há um aumento da viscosidade do meio a qual atinge o seu máximo na TG e os grânulos de amido são totalmente quebrados, desaparecendo as regiões cristalinas do grânulo (COULTATE, 2002; PENG; ZHONGDONG; KENNEDY, 2007).

Quando a suspensão resultante é mantida em repouso, as moléculas de amido gelatinizado começam a se reassociar de forma ordenada e a água é exudada. Este processo é conhecido como retrogradação do amido e é específico para as moléculas de amilose (COULTATE, 2002).

Durante a gelatinização e a retrogradação ocorrem mudanças nos grânulos de amido que são os principais determinantes do comportamento de pasta desses amidos, que são medidas principalmente pelas mudanças de viscosidade durante o aquecimento e resfriamento de dispersões de amido usando equipamentos como o Rápido Visco Analisador (RVA), que registram a alteração de viscosidade de um sistema amido-água, sob agitação, em relação à temperatura e tempo (CEREDA, 2001).

O conteúdo proteico do arroz (grão cru) pode oscilar entre 5% e 13% pelas diferenças varietais. A proteína do arroz é constituída por diferentes frações proteicas, sendo a glutenina a maior fração presente no grão (70% a 80% da proteína total). A glutenina contém 16,8% de nitrogênio, e por isso é considerado no caso do arroz o fator 5,95 para conversão de nitrogênio em proteína (KENNEDY; BURLINGAME, 2003; SGARBIERI, 1996; TAIRA, 1995).

O aminoácido que mais limita o aproveitamento biológico das proteínas dos cereais é a lisina. A proporção de lisina da proteína do arroz em relação ao padrão FAO/OMS/UNU, ou escore de aminoácidos essenciais (EAE), é de 66% para o arroz polido e de 69% para o arroz integral, valores superiores ao do milho e do trigo (cerca de 50%) (NAVES, 2007).

O conteúdo de lipídios do arroz polido é muito baixo (menos de 1%), isso devido a cerca de 80% dos lipídios do grão se encontrar em suas camadas periféricas. Contudo, apesar dos baixos teores de gordura, este é rico em ácidos graxos insaturados - oléico (C18:1) e linoléico (C18:2) (NAVES; BASSINELLO, 2006).

Em termos de fibra alimentar total, as tabelas de composição de alimentos disponíveis no Brasil descrevem valores de 1,6% a 3,0% para arroz polido, sobretudo, hemicelulose e pectina (LIMBERGER et al., 2008; NEPA, 2011; USP, 2004). As vitaminas mais estudadas e citadas na literatura em relação ao arroz são: tiamina (0,07 mg 100 g⁻¹), riboflavina (0,03 mg 100 g⁻¹) e niacina (1,60 mg 100 g⁻¹) (CASTRO et al., 1999). Os minerais, que merecem destaque são o ferro (1,30 mg 100 g⁻¹) e o zinco (1,10 mg 100 g⁻¹) (IBGE, 1999; PHILIPPI, 2002).

As características deste cereal possibilitam uma diversidade de formas de preparo, quer em pratos salgados ou doces, podendo ser associado a outros alimentos, de forma a enriquecer ainda mais a qualidade nutricional de uma preparação específica (BASSINELLO; CASTRO, 2004). Além do consumo do arroz na forma de grãos inteiros, os subprodutos do seu beneficiamento (arroz quebrado, farelo de arroz) apresentam grande potencial como matéria-prima na indústria de alimentos. A farinha de arroz, por exemplo, apresenta propriedades tecnológicas, sensoriais e nutricionais de grande interesse na formulação de novos produtos com características especiais (BORGES et al., 2003; NABESHIMA; EL-DASH, 2004; WANG et al., 1999).

A análise da qualidade de grãos baseia-se no resultado, não somente de um, mas de uma série de testes específicos, diretos ou indiretos, que em conjunto, serve como indicadores da qualidade de uma determinada cultivar ou linhagem que está sendo desenvolvida. A escolha do tipo de análise a ser adotada irá depender fundamentalmente da infraestrutura disponível e dos objetivos do programa de melhoramento genético (VIEIRA; RABELO, 2006).

2.2 PRODUÇÃO E CONSUMO

O cultivo do arroz no Brasil acontece em dois ecossistemas: o de várzea e o de terras altas (GUIMARÃES et al., 2006). O ecossistema de várzea é dividido em sistema irrigado por inundação e sistema por irrigação não controlada (várzea úmida), enquanto o ecossistema de terras altas pode ser em sistema de sequeiro tradicional, onde a disponibilidade de água para a cultura é totalmente dependente da precipitação pluvial, ou sistema de sequeiro sob irrigação suplementar por aspersão (MORAES et al., 2006).

O arroz de terras altas é caracterizado pela condição aeróbica de desenvolvimento radicular da planta, encontrado predominantemente no Brasil, sendo a região Norte a mais importante no seu cultivo (GUIMARÃES et al., 2006). Esse sistema de cultivo apresenta-se com uma ampla variabilidade de sistemas produtivos com produtividade menor, mas que vem apresentando significativa evolução tecnológica (FERREIRA et al., 2005).

As cultivares de arroz de terras altas têm conseguido atender, de forma parcial, as demandas agrônomicas e de qualidade dos grãos, contribuindo para que a cultura se torne

mais competitiva em relação ao arroz irrigado dos Estados do Sul, principalmente na logística e volume de produção. (FERREIRA; MÉNDEZ DEL VILLAR; ALMEIDA, 2006).

O teor de umidade do grão adequado para realizar-se a colheita do arroz está entre 18 e 23%. Se realizada com teor de umidade do grão muito elevado, haverá grãos em formação. Por outro lado, se a colheita for tardia, haverá mais quebra de grãos no beneficiamento e, quando se destina a semente, o vigor poderá ser afetado (EMBRAPA, 2007).

As três principais formas de consumo de arroz no Brasil, em função do processamento pós-colheita são o arroz polido, o integral e o parboilizado (integral e polido), sendo o arroz polido a forma predominantemente consumida na maioria das regiões brasileiras (VIEIRA, 2006). Contudo, esse fato pode ser considerado indicador de que há espaço para crescimento do mercado de outras variedades, como tipos especiais de arroz, a exemplo dos integrais, integrais de pericarpo colorido (preto e vermelho), aromáticos e os de baixo teor de amilose (glutinoso).

Os grãos são comercializados com base em padrões nacionais e internacionais de classificação. O padrão oficial de classificação do arroz é definido no Regulamento Técnico do Arroz, aprovado pela Instrução Normativa nº 6/2009 (BRASIL, 2009). Segundo esta instrução, os requisitos de identidade deste cereal são definidos pela própria espécie do produto e pela sua forma de apresentação; e os requisitos de qualidade são definidos em função do processo de beneficiamento, das dimensões do grão e dos limites máximos de tolerância estabelecidos nesta norma.

Assim, este cereal é classificado em dois grupos: arroz em casca e arroz beneficiado, que são subdivididos em subgrupos. O arroz em casca pode ser dividido nos subgrupos natural e parboilizado; e o arroz beneficiado nos subgrupos arroz integral, arroz polido, arroz parboilizado integral e arroz parboilizado polido. Independente do grupo e do subgrupo, o arroz é classificado em cinco classes — longo fino, longo, médio, curto e misturado — e classificado em cinco tipos — Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3, Tipo 4 e Tipo 5 — podendo ainda ser enquadrado como Fora de Tipo e Desclassificado (CONAB, 2015).

O arroz em casca natural é o produto que, não passou por nenhum preparo industrial ou tecnológico. Os grãos de arroz, após serem colhidos, são limpos utilizando-se máquinas contendo sistema de ventilação e peneiras para remoção de impurezas como folhas, galhos, outras sementes e pedras (FERREIRA; YOKOYAMA, 1999).

Uma vez finalizada a pré-limpeza, deve-se proceder à secagem dos grãos que pode ser feita por vários métodos, desde o natural, até a secagem forçada, a qual inclui as estacionárias,

onde apenas o ar se movimenta durante a operação, e as convencionais, onde são movimentados ar e grãos durante a secagem. Para se obter arroz com alta qualidade e bom rendimento de grãos inteiros, é necessário secá-lo até atingir o teor de umidade adequado, em torno de 13%.

O beneficiamento dos grãos de arroz inicia-se após a limpeza e compreende o descascamento, em que é removido cerca de 20% de casca, seguido pelas etapas de brunimento e polimento, onde são extraídos, parcial ou totalmente, o embrião e a maior parte do pericarpo que recobre o grão (CASTRO et al., 1999). Desta etapa, resulta o farelo que representa aproximadamente 8% da massa do produto em casca. Em seguida, segue-se a etapa de separação das frações de grãos quebrados (14%) e inteiros (58%) (CONAB, 2015).

O arroz integral, composto pelo endosperma e pelo farelo, é o produto pelo qual somente a casca foi retirada. O arroz polido é o produto no qual, após o beneficiamento, são retirados o germe (embrião), pericarpo e a maior parte da camada interna. A parboilização do arroz consiste em um processo hidrotérmico no qual o arroz com a casca é imerso em água a uma temperatura acima de 58°C, seguido de gelatinização total ou parcial do amido e secagem (BRASIL, 2009).

Os grãos quebrados apresentam comprimento inferior a 75% do comprimento mínimo da classe que predominam e ficam retidos na peneira de furos circulares de 1,6 mm de diâmetro, enquanto a quirera de arroz é o fragmento que vaza por esta peneira (BRASIL, 2009).

Além do manejo dos equipamentos, as causas de quebra do grão no beneficiamento seriam por razões inerentes ao próprio grão, como grãos gessados, mal formados ou danificados, conseqüentemente mais susceptíveis à fragmentação durante o descascamento e polimento. Outro fator é a secagem, que se for mal conduzida pode contribuir para a quebra dos grãos durante o beneficiamento (CASTRO et al., 1999).

2.3 QUALIDADE PÓS COLHEITA

Os aspectos ligados à qualidade de grãos em arroz são mais amplos e complexos que aqueles considerados em outros cereais. Além dos aspectos determinantes da qualidade de consumo, como aparência do produto após o cozimento, o odor, a consistência e o sabor, são também considerados aspectos relacionados à aparência dos grãos antes do cozimento.

Nas questões de qualidades industriais e culinárias, a preferência do mercado brasileiro é para arroz vítreo (translúcido), com ausência de grãos gessados e de manchas, com alto rendimento de grãos inteiros após beneficiamento industrial e que seja macio e solto após a cocção. Essas duas últimas características são determinadas principalmente pelo teor de amilose e temperatura de gelatinização (BERGMAN; BHATTACHARYA; OHTSUBO, 2004; FITZGERALD et al., 2008).

Diversas metodologias para medir os indicadores de qualidade de arroz são estabelecidas e, atualmente são utilizadas para pesquisar linhas de melhoramento de arroz (ANACLETO et al., 2015). Dados de pesquisa de mercado sugerem que os esforços para desenvolver variedades com melhor cozimento e qualidade de consumo têm altos retornos econômicos (SON et al., 2014).

Os parâmetros sensoriais ligados à qualidade de grãos que influenciam as preferências dos consumidores não são totalmente capturados por medições feitas utilizando métodos físicos e bioquímicos. Perfis sensoriais que incluem textura e aroma são considerados importantes em certos segmentos de mercado, mas não são totalmente implementados como um parâmetro na rotina de melhoramento de arroz, devido à falta de tecnologias de alta capacidade ou precisão (ANACLETO et al., 2015).

O teste de panela de arroz é um dos parâmetros de qualidade muito utilizados por programas de melhoramento genético e indústrias de beneficiamento como forma de avaliar o comportamento culinário das cultivares lançadas e/ou novas linhagens em estudo. Consiste em simular o cozimento caseiro e determinar, por meio de análise sensorial, a textura (maciez e pegajosidade) e o rendimento dos grãos cozidos (MARTÍNEZ; CUEVAS, 1989).

Para se atender a necessidade do consumidor faz-se necessário o conhecimento das semelhanças e diferenças na textura das cultivares de arroz cozido, as quais podem ser medidas por testes sensoriais e instrumentais (ANACLETO et al., 2015; CHAMPAGNE et al., 2004). Embora a melhor maneira de avaliar a qualidade culinária do arroz seja prepará-lo do modo tradicional dos consumidores e submetê-lo à apreciação dos mesmos ou a um grupo de pessoas treinadas em análise sensorial do produto, esse tipo de análise demanda muito produto, tempo e treinamento, o que o torna pouco prático e relativamente oneroso, especialmente quando o número de linhagens a serem avaliadas é grande. Diante desse fato, tem-se utilizado testes indiretos de avaliação, como os do teor de amilose aparente, temperatura de gelatinização e estrutura do amido, entre outros (MARTÍNEZ; CUEVAS, 1989).

A forma dos grãos (medida de comprimento e largura) e qualidade do amido são as principais propriedades utilizadas para selecionar linhagens com base em atributos de qualidade. A maioria das grandes variedades do Sul da Ásia tem sido fixadas em amilose e temperatura de gelatinização intermediárias para atender a preferência por grãos longo finos e não pegajosos (ANACLETO et al., 2015).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Ajustar a escala de notas de textura de arroz cozido na análise sensorial, por meio de novos padrões e conforme sensibilidade do painel de provadores e demandas das indústrias brasileiras, gerar um banco de dados físico-químicos e culinários de parâmetros de qualidade de grãos de diferentes genótipos de arroz para validar um aplicativo recentemente desenvolvido em software livre.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ajustar e redefinir as notas e padrões da escala sensorial de classificação da textura de arroz cozido para alinhá-la às demandas das indústrias e facilitar sua aplicação em rotinas analíticas intensas;
- Treinar painel sensorial com base na nova escala de textura;
- Definir faixas de classificação de pegajosidade instrumental de arroz cozido com base na classificação sensorial;
- Avaliar diferentes genótipos de arroz quanto à qualidade física (umidade dielétrica, rendimento de inteiros e quebrados, incidência de centro branco, dimensões dos grãos inteiros, grau de polimento), físico-química (teor de amilose, temperatura de gelatinização de amido, perfil viscoamilográfico, textura instrumental) e culinária (rendimento de panela e textura sensorial);
- Definir regras de classificação da qualidade para diferentes parâmetros;
- Testar e validar aplicativo em software livre de classificação da qualidade culinária do arroz, por meio da integração dos dados gerados a partir dos diferentes atributos de qualidade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 OBTENÇÃO DA AMOSTRA

Foram utilizados 55 genótipos de arroz presentes no Banco Ativo de Germoplasma de Arroz da Embrapa – BAG (Tabela 1), selecionados com base em seu teor de amilose (TA) descrito no site do BAG e multiplicados na Fazenda Palmital da Embrapa Arroz e Feijão, em Brazabrantes/GO, a partir de setembro de 2016. Os materiais foram plantados em parcelas de três linhas espaçadas em 30 cm e comprimento de 50 m.

Após colheita e secagem, os grãos foram beneficiados em moinho de provas e classificados quanto ao rendimento de inteiros e dimensão de grãos, sendo os grãos polidos utilizados para as análises laboratoriais na Unidade.

Tabela 1. Informações sobre a identificação dos acessos de arroz do estudo.

	Identificação	TA
1	Bluebonnet 50	20-25%
2	Colombia 1	12-20%
3	IR 8	>25%
4	Primavera	12-20%
5	Sertaneja	12-20%
6	Cambará	12-20%
7	Esmeralda	12-20%
8	Pepita	12-20%
9	Serra Dourada	12-20%
10	Pampa	12-20%
11	7 Taím	20-25%
12	IRGA 417	20-25%
13	IRGA 409	20-25%
14	IRGA 424	20-25%
15	Catiana	>25%
16	Sinuelo	>25%
17	Douradão	5-12%
18	008598 BIGUÁ	20-25%
19	008398 BR IRGA 413	>25%
20	010685 BRS AGRISUL	>25%
21	007553 BRS FORMOSO	>25%
22	007830 BRS JABURU	>25%
23	003281 CABAÇU	12-20%

24	007475 CANASTRA	12-20%
25	006130 EMPASC 104	12-20%
26	004172 GUAPORÉ	20-25%
27	007799 IAC 1191	20-25%
28	006422 IAPAR L 99-98	>25%
29	002005 IR 36	20-25%
30	004009 IR 36	20-25%
31	005487 IR 36	20-25%
32	003719 IR 54	>25%
33	005491 IR 54	>25%
34	003397 IRAT 144	12-20%
35	002123 JAPONESX PRAIANA	20-25%
36	003665 KAOHSIUNG SEM YU 104	>25%
37	002253 KH.KHAO BAY (VT-A25)	12-20%
38	003232 METICA 1	>25%
39	003241 METICA 1	>25%
40	004184 METICA 1	>25%
41	004566 METICA 1	>25%
42	010432 MINAMI HATA MOCHI	0-4%
43	013926 MOTÍ	0-4%
44	004697 N° 2583	0-4%
45	004141 TRIUNFO	20-25%
46	004098 XINGÚ	5-12%
47	010445 YUNLUN N°1	5-12%
48	008415 LEMONT	20-24%
49	015618 LEMONT	20-24%
50	008431 BENGAL	10-20%
51	SOBERANA	10-20%
52	TROPICAL	20-24%
53	PAMPEIRA	20-24%
54	PUITÁ	20-24%
55	358	12-20%

4.2 COLHEITA E PREPARO DAS AMOSTRAS

Os grãos de arroz tiveram o início da colheita conforme a maturação do ciclo (variabilidade) na Fazenda Palmital da Embrapa a partir do mês de janeiro de 2017 e, de forma imediata, foi realizada a secagem artificial ou forçada utilizando ar aquecido, em que, os grãos foram expostos em uma estufa, com circulação forçada estacionária à temperatura de 45°, organizados em sacos de algodão (limpos e com as devidas identificações dos lotes em

temperatura ambiente com casca) e distribuídos na própria estufa. Para uma secagem uniforme, foi realizada a medição de umidade até atingir umidade desejada (12-14%).

A umidade dos grãos foi monitorada por medidor de umidade dielétrica, modelo Grainer II PM 300, marca *Kett Eletric Laboratory*. Em seguida o quantitativo colhido passou pelas etapas de pré-limpeza em máquina de ar e peneira para que fosse eliminada parte das impurezas geralmente maiores que os grãos, como torrões, insetos, folhas verdes, palhas e sementes de plantas daninhas ou de outras espécies que dificultam as operações subsequentes.

A operação de limpeza dos grãos colhidos foi feita em máquina de ar e peneira. Após a limpeza, os grãos foram levados às máquinas de classificação e beneficiamento (moinho de provas), que fazem o acabamento final e o aprimoramento do produto, eliminando, com base em certas características diferenciais, as impurezas não removidas nas máquinas de pré-limpeza e limpeza. Nesta etapa, usam-se os cilindros alveolados ou *trieur* para que sejam separados os grãos quebrados e descascados. Nesta etapa, foram determinados a renda do beneficiamento e o rendimento de inteiros. O plantio e preparo das amostras podem ser descritas conforme a Figura 3.

4.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DO ARROZ

4.3.1 Determinação do Rendimento de Inteiros e de Quebrados

O rendimento de inteiros, foi obtido por meio da porcentagem de grãos inteiros em relação à massa (g) do arroz em casca, de acordo com a Equação 1 (OLIVEIRA et al., 1998).

$$\text{Rendimento de inteiros (\%)} = \frac{\text{massa de grãos inteiros}}{\text{massa de grãos em casca}} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

Em relação ao rendimento de quebrados, o cálculo percentual foi efetuado conforme Equação 2:

$$\text{Rendimento de quebrados (\%)} = \frac{\text{massa de grãos quebrados}}{\text{massa de grãos em casca}} \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

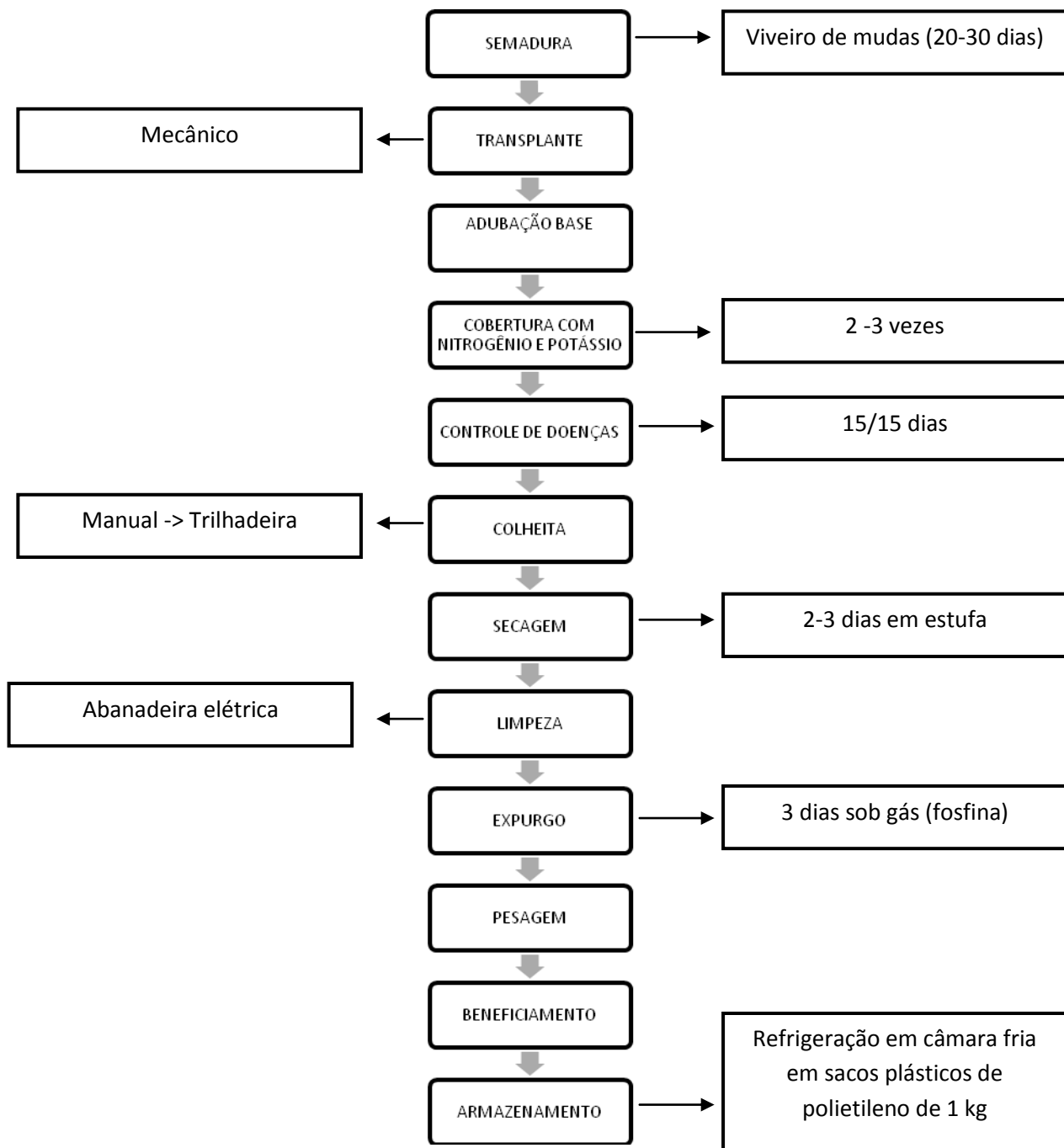


Figura 3. Fluxograma das etapas do processo de plantio e beneficiamento do arroz

4.3.2 Determinação de renda do beneficiamento

Após o beneficiamento, os grãos do arroz polido em diferentes tempos, foram avaliados quanto a renda do beneficiamento, por meio da Equação 3 de acordo com a Portaria 269, do MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (1988).

$$\text{Renda do Beneficiamento (\%)} = \frac{\text{massa de grãos (inteiros + quebrados)}}{\text{massa de grãos em casca}} \times 100 \quad \text{Equação 3}$$

4.3.3 Dimensões do Grão

Para se determinar a classe dos grãos de cada genótipo, foi realizada a avaliação das dimensões dos grãos, comprimento e largura, em mm, em uma amostra de grãos inteiros e polidos, com uso do Amostrador Estatístico de Arroz S-21 (LKL, Ventisec, Torres Vedras, Portugal).

4.3.4 Grãos Gessados e com Defeitos

A percentagem de grãos gessados foi obtida a partir de uma amostra de 100 g de grãos inteiros e polidos, seguindo-se as instruções e roteiros para a sua determinação da Instrução Normativa n. 6 do MAPA para a Classificação de Grãos (BRASIL, 2009). Para isso, foi utilizado o equipamento S-21 que faz a classificação do arroz por meio da imagem digital dos grãos.

4.3.5 Determinação do Teor de Amilose Aparente (TAA)

Foi determinado o Teor de Amilose Aparente por meio do uso do Sistema FIA – Sistema de Análise por Injeção em Fluxo da Foss Tecator (FIAS tar 5000, Dinamarca). As amostras de arroz, previamente moídas em moinho de facas Perten Laboratory Mill 3100, foram injetadas após completa dispersão e gelatinização em solução alcalina, e a absorbância do complexo formado com solução de iodo, determinada em espectrofotômetro UV-Visível através de um detector digital “Dual-Wavelength (DDW)” a 720 nm. O conteúdo de amilose das amostras foi calculado por meio de uma curva de calibração, preparada com padrões comerciais de amilose e amilopectina. Esta análise foi realizada em triplicata para cada repetição de campo. As amostras foram classificadas de acordo com os teores de amilose apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Classificação do teor de amilose em arroz

[Digite texto]

Classificação	Teor de amilose (%)
Cerosos	0 – 4
Muito baixo	5-12
Baixo	12 – 20
Intermediário	20 – 25
Alto	25 – 33

Fonte: Adaptado de Juliano (2003).

4.3.6 Determinação da Temperatura de Gelatinização (TG)

A Temperatura de Gelatinização das amostras foi obtida indiretamente, pelo teste de dispersão alcalina, que consiste na estimativa do grau de dispersão alcalina e clarificação dos grãos crus de arroz, quando em contato com uma solução alcalina. A metodologia foi desenvolvida por Martínéz e Cuevas (1989) e adaptada pela Embrapa Arroz e Feijão. Para a realização da análise, 10 grãos (inteiros e polidos) de arroz de cada amostra foram distribuídos uniformemente em uma placa plástica de 4,8 cm de diâmetro, contendo 10 mL da solução de hidróxido de potássio (KOH) 1,7%. As placas foram tampadas e incubadas em estufa da marca FISHER, modelo 255G, a 30°C, por 23 horas. As análises foram feitas em triplicata por repetição de amostra. Os grãos da amostra foram classificados de acordo com uma escala de 1 a 7. O valor médio de TG de cada amostra foi obtido multiplicando-se o número de grãos de arroz pelo valor do grau de dispersão correspondente, sendo posteriormente somados e divididos por dez.

Após a incubação, foi realizada a leitura visual de acordo com a escala apresentada no Quadro 1, para se determinar o grau de dispersão alcalina.

Quadro 1. Escala para avaliação do grau de dispersão em grãos de arroz

Grau de dispersão	Grão de arroz
1	Inalterado
2	Inchado
3	Inchado com fissuras leves
4	Pouco fissurado, com um halo esbranquiçado ao redor
5	Totalmente aberto, podendo formar uma grande massa de dispersão ao seu redor
6	Quase que totalmente desintegrado, sendo que dificilmente se observa a sua forma
7	Totalmente desintegrado, freqüentemente observa-se somente os embriões

A avaliação da temperatura de gelatinização foi avaliada de acordo com os graus de dispersão alcalina descritos na Tabela 3.

[Digite texto]

Tabela 3. Escala dos graus de dispersão e temperatura de gelatinização de arroz

Grau de dispersão	Características	Temperatura de gelatinização
1, 2 e 3	Os grãos não são afetados pela solução alcalina	Alta (74 a 80°C)
4 e 5	Os grãos se desintegram parcialmente	Intermediária (69 a 73°C)
6 e 7	Os grãos se dissolvem totalmente	Baixa (63 a 68°C)

Fonte: Adaptado de Martínéz e Cuevas (1989)

4.3.7 Análise Viscoamilográfica por RVA

O perfil viscoamilográfico das amostras de arroz foi obtido em *Rapid Visco Analyser* (RVA) série 4 *Newport Inc.*® (Sydney, New South Wales, Austrália). Para tanto, foi utilizado uma suspensão de 3 g de amostra moída em 25 mL de água destilada corrigida para 14% de umidade (NEWPORT SCIENTIFIC, 1998).

Foi utilizada a programação *Rapid Visco* do software *Thremocline for Windows* versão 2.2, em que a suspensão que se forma pelo amido e a água foi inicialmente cisalhada a 960 rpm durante 10 segundos e, analisada de acordo com o seguinte regime de tempo/temperatura: 50°C por 1 minuto, para a investigação da viscosidade do amido sob baixa temperatura, posteriormente, a mistura sofreu aquecimento de 50°C a 95°C a uma taxa de velocidade constante de 11,84°C/min, e a pasta foi mantida a 95°C por 2,5 minutos. Em seguida a suspensão foi submetida a um resfriamento de 95°C a 25°C a uma velocidade constante de 11,84°C/min, perfazendo um total de 12 minutos de análise, conforme método padrão aprovado pela AACC (2000). As amostras foram analisadas em duplicata e, avaliadas as seguintes características: pico de viscosidade (PV), viscosidade final, quebra da viscosidade ou *breakdown* e tendência à retrogradação ou *setback*, expressos na unidade do aparelho, *Rapid Visco Units* (RVU), conforme observado na Figura 4:

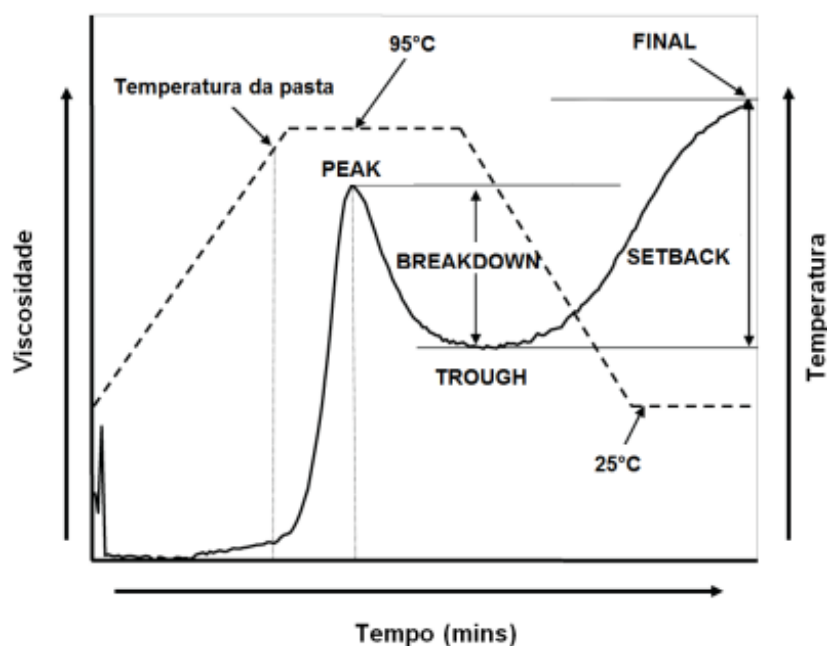


Figura 4. Exemplo de curva típica de empastamento obtida a partir da análise de perfil viscoamilográfico por RVA, representando os parâmetros comumente avaliados.

A partir da curva obtida (Figura 4) foram extraídas e avaliadas as seguintes informações:

- Viscosidade máxima (ou de pico): Valor de máxima viscosidade do amido durante o ciclo de aquecimento;
- Viscosidade de pasta mínima à quente (*Trough*): é o menor valor da viscosidade durante os 3 minutos em que a temperatura é mantida constante a 95°C.
- Quebra da viscosidade (*Breakdown*): valor obtido da diferença entre a viscosidade máxima e a viscosidade da pasta mantida a 95°C por 5min;
- Viscosidade final: valor da viscosidade da pasta à temperatura final de resfriamento;
- Tendência à retrogradação (*Setback*): valor obtido da diferença entre a viscosidade final e a viscosidade da pasta a 95°C por 5min.

4.3.8 Análise de Textura Instrumental

A análise de textura foi realizada em grãos cozidos em duplicata para cada repetição de campo. Cerca de 10 g de grãos de arroz em placa de Petri foram cozidos em 17g de água destilada por 30 minutos em panela elétrica (Cadence, capacidade de 2L), logo após foram retirados e distribuídos uniformemente dez grãos inteiros sobre a base do texturômetro para avaliação das propriedades mecânicas, dureza e pegajosidade, no Texture Analyser Stale Microsystems (TA-Xt Plus, Surrey, Inglaterra), com célula de carga de 50 Kg e probe [Digite texto]

cilíndrica de 40 mm. Foi realizado o método de compressão uniaxial, utilizando-se 10 grãos intactos de arroz por repetição (PATINDOL; GU; WANG, 2010; SESMAT; MEULLENET, 2001; CARVALHO et al., 2015).

4.4 QUALIDADE CULINÁRIA

O teste de panela, ou teste de cocção de arroz (MARTÍNEZ, CUEVAS, 1989), baseia-se no cozimento do grão polido a fim de proporcionar uma avaliação subjetiva do comportamento dos acessos de arroz, com relação à dureza, pegajosidade e rendimento (%) após a cocção. Este teste foi realizado em duplicata e conduzido na Cozinha Experimental da Embrapa Arroz e Feijão.

4.4.1 Caracterização da qualidade culinária do arroz

4.4.1.1 Teste de panela

Os grãos foram cozidos em panela elétrica de 2L (Mondial) na proporção de 1:2 (arroz/água), seguindo o procedimento operacional padronizado. O arroz cozido foi caracterizado quanto ao rendimento de panela, pegajosidade e dureza seguindo a classificação adaptada de Lima et al., (2006) descrita na Tabela 4.

O rendimento de panela foi expresso em número de xícaras/copo medidor do arroz cozido. A pegajosidade é avaliada visualmente verificando se a amostra de arroz cozido desmancha ou não ao ser colocado da xícara para a bandeja.

A dureza foi avaliada quando as amostras atingirem 45°C após o cozimento e os grãos foram pressionados entre os dedos indicador e polegar.

Tabela 4. Escala de classificação de arroz cozido

Atributo	Classificação	Representação
Pegajosidade	1 Muito solto	MS
	2 Solto	S
	3 Ligeiramente solto/ pegajoso	LS/ LP
	4 Pegajoso	P
	5 Muito pegajoso	MP
Textura	1 Muito macio	MM
	2 Macio	M

[Digite texto]

3 Ligeiramente macio/ firme	LM/ LF
4 Firme	F
5 Muito firme	MF

Fonte: Adaptado de Lima et al., (2006)

4.4.1.2 Análise sensorial dos atributos de textura

A avaliação da qualidade culinária do arroz foi determinada subjetivamente, as análises foram realizadas por três provadores do painel sensorial da Cozinha Experimental da Embrapa Arroz e Feijão já treinados.

A pegajosidade foi avaliada visualmente verificando-se se a porção de uma medida de arroz recém-cozido, retirada do centro da panela, perdia o formato original ou não ao ser vertida em uma bandeja. A análise de dureza foi realizada com os grãos resfriados naturalmente até atingirem a temperatura de 45°C (medida com termômetro), determinada por meio de várias compressões leves de alguns grãos de arroz cozido (amostrados aleatoriamente) entre os dedos indicador e polegar.

4.5 INTEGRAÇÃO DOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE POR MEIO DE APLICATIVO EM SOFTWARE LIVRE PARA ESTIMAR A QUALIDADE CULINÁRIA DE ARROZ

Os resultados deste trabalho foram utilizados para aperfeiçoamento de um software de predição de qualidade culinária do arroz com base em regras definidas de classificação de medidas físico-químicas e viscoamilográficas. Este software foi desenvolvido através da linguagem HTML para fazer a interface de acesso ao programa pelo usuário. Foi usada a linguagem *javascript* para cálculos diversos e apresentação dos resultados. O sistema se baseou nos dados colhidos para construir uma árvore de decisão, a *random tree*, e esta árvore é um conjunto de regras para classificar a qualidade culinária do grão.

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram utilizadas técnicas de análise multivariada e modelos lineares generalizados para melhoria da escala sensorial e relação com propriedades viscoamilográficas. As análises de regressão múltipla, regressão logística politômica e análise de componentes principais foram utilizadas para criação de um modelo de predição da textura do arroz. No trabalho [Digite texto]

foram utilizados os softwares R e SAS versão 2014. Os demais dados foram analisados por ANOVA e teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias de três repetições.

5 REFERÊNCIAS

ANACLETO, R.; CUEVAS, R. P.; JIMENEZ, R.; LLORENTE, C.; NISSILA, E.; HENRY, R.; SREENIVASULU, N. Prospects of breeding high-quality Rice using post-genomic tools, Berlin, v. 128, n. 8, p. 1449-1466, 2015.

BASSINELLO, P. Z.; GARCIA, J. S.; SOARES, L. A.; KOAKUZU, S. N.; NETO, F. P. M.; FERREIRA, R. A.; MENDONÇA, J. A.; SANTIAGO, C. M.; RANGEL, P. H. N. **Arroz preto: nova opção culinária para o Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 8 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 147).

BELLO-PEREZ, L.A.; MONTEALVO, M. G. M.; ACEVEDO, E. G. Almidón: definición, estructura y propiedades. In: LAJOLO, F. M e MENEZES, E. W., Carbohidratos em Alimentos Regionales Iberoamericanos. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006. p.146

BERGMAN, C. J.; BHATTACHARYA, K. R.; OHTSUBO, K. Rice end-use quality analysis. In: CHAMPAGNE, E.T. (ed.) **Rice chemistry and technology**. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 2004. p. 415-460.

BOTTINI, R. L. **Arroz: história, variedades, receitas**. São Paulo: Ed. Senac, 2008. 390p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: BRASIL 2014/15 a 2024/25**, Assessoria de Gestão Estratégica. Brasília, 2015, 132 p. Disponível em: < www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 1 de fev. de 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 6/2009 – Regulamento Técnico do Arroz**. Brasília, 2009, 25 p. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1687046295>>. Acesso em: 8 maio de 2016.

BULÉON, A. et al. Starch granules: structure and biosynthesis. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.23, p.85-112, 1998

CASTRO, E. M.; VIEIRA, N. R. A.; RABELO, R. R.; SILVA, S. A. **Qualidade de grãos em arroz**. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão: 1999. Circular Técnica, 30p.

CEREDA, M. P. Propriedades Gerais do Amido. Campinas: Fundação Cargil, v.1, 2001. p.224.

CHAMPAGNE, E. T.; BETT-GARBER, K. L.; McCLUNG, A. M.; BERGMAN, C. Sensory characteristics of diverse rice cultivars as influenced by genetic and environmental factors. **Cereal Chemistry**, St Paul, v. 81, n. 2, p. 237-243, 2004.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectivas para a agropecuária, Safra 2014/2015**, Brasília: Conab, 2014. Disponível em:< www.conab.gov.br. >Acesso em: 1 jun 2016.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos - Safra 2014/2015**, Brasília, v. 2, n. 10, p. 48-52, 2015. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 2 jun 2016.

ELIAS, M. C. F.; OLIVEIRA, M.; VANIER, N. L.; PARAGINSKI, R. T.; SCHIAVON, R. A. Industrialização de arroz por processo convencional e por parboilização. In: ELIAS, M. C. F.; OLIVEIRA, M.; VANIER, N. L. (Ed.). **Qualidade de arroz da pós-colheita ao consumo**. Pelotas: Universidade da UFPEL, 2012. p.43-55.

ELIASSON, A.C. **Carbohydrates in food**. New York: Marcel Dekker, 1996. 664p.

ELIASSON, A.C. **Starch in food** - Structure, function and applications. New York: Boca Raton, CRC, 2004. 605p.

EMBRAPA. **Cultivo de arroz irrigado no Brasil**. Sistema de produção, 3. Versão eletrônica, nov. 2007. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrigadoBrasil/cap01.htm>. Acesso em 8 jun 2016>.

[Digite texto]

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical databases**. Capturado em 15 abr. 2008. Disponível em: <<http://www.fao.org/statistics/en/>>. Acesso em: jun de 2016.

FERREIRA, M.; YOKOYAMA, L.P. **Cadeia produtiva do arroz na região centro-oeste**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999, 110 p.

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.; RUCATTI, E. G.; DEL VILLAR, P. M. Produção e aspectos econômicos. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. S. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. rev. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 97-116.

FITZGERALD, M. A.; HAMILTON, N. R. S.; CALINGACION, M. N.; VERHOEVEN, H. A.; BUTARDO, V. M. Is there a second gene for fragrance in rice? **Plant Biotechnology Journal**, v. 6, n. 4, p. 416-423, 2008.

FITZGERALD, M. A.; McCOUCH, S. R.; HALL, R. D. Not just a grain of rice: the quest for quality. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 14, n. 3, p. 133-139, 2009.

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

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011. 150p.

KENNEDY, G.; BURLINGAME, B.; NGUYEN, N. Nutrient impact assessment of rice in major rice-consuming countries. **International Rice Commission Newsletter**, Roma, v. 51, n. 1, p. 33-42, jan. 2002.

KENNEDY, G.; BURLINGAME, B. Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. **Food Chemistry**, v.80, n.4, p. 589-596, 2003.

LAJOLO, F.M.; MENEZES, E.W. **Carboidratos en alimentos regionales Iberoamericanos**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006. 648p.

LIMA, C. H. A. M.; COBUCCI, R. M. A.; BASSINELO, P. Z.; BRONDANI, C.; COELHO, N. R. A. Seleção e treinamento de uma equipe de provadores para avaliação sensorial de diferentes cultivares de arroz.. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. . Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Arroz e Feijão. 24 p.

MAGALHÃES JUNIOR, A. M.; FAGUNDES, P. R.; FRANCO, D. F. Melhoramento genético, biotecnologia e cultivares de arroz irrigado. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; GOMES, A. S.; ANDRES, A. (Ed.) **Arroz irrigado: melhoramento genético, manejo do solo e da água e prognóstico climático**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011, p.13-33.

MARTINÉZ, C.; CUEVAS, F. **Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz**: guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad auditiva sobre el mismo tema. 3. ed. Cali: CIAT, 1989. 73 p.

MESTRES, C.; RIBEYRE, F.; PONS, B.; FALLET, V.; MANTENCIO, F. Sensory texture of cooked rice is rather linked to chemical than to physical characteristics of raw grain. **Journal of Cereal Science**, v.53, p.81-89, 2011. DOI: 10.1016/j.jcs.2010.10.001.

MORAIS, O. P.; RANGEL, P. H. N.; FAGUNDES, P. R. R.; CASTRO, E. M.; NEVES, P. C. F.; CUTRIM, V. A.; PRABHU, A. S.; BRODANI, C.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. Melhoramento genético. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. S. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. rev. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 97-116.

NABESHIMA, H. A.; EL-DASH, A. Modificação química da farinha de arroz como alternativa para o aproveitamento dos subprodutos do beneficiamento do arroz. **Boletim do CEPPA**, v. 22, n. 1, p. 107-120, 2004.

NAVES, M. M. V. Características químicas e nutricionais do arroz. **Boletim do CEPPA**, v. 25, n. 1, p. 51-60, 2007.

NAVES, M. M. V.; BASSINELLO, P. Z. Importância na nutrição humana. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 17-33.

NEWPORT SCIENTIFIC. **Operation manual for series 4: instructions manual**. Warrired, 1998. 123 p.

PEARSON, D.A.; TAN, C. H.; GERMAN, J. B.; DAVIS, P. A., GERSHWIN, M. E. Apple juice inhibits human low density lipoprotein oxidation. **Life Science**. p.1913-1933, 1999.

PEREIRA, J. A. **O arroz vermelho cultivado no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 90p.

SILVA, R. F. da; ASCHERI, J. L. R. Extrusão de quirera de arroz para uso como ingrediente alimentar. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 12, n. 3, p. 190-199, 2008.

SINGH, R. K.; SINGH, U. U.; KHUSH, G. S. **Aromatic rices**. New Delhi Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd. 2000, 293 p.

SON, J. S.; DO, V. B.; KIM, K. O.; CHO, M. S.; SUWONSICHON, T.; VALENTIN, D. Understanding the effect of culture on food representations using word associations: the case of “rice” and “good rice”. **Food Quality and Preference**, v. 31, p. 38-48, 2014.

USDA - United States Department of Agriculture. Human Nutrition Information Service. Agriculture Handbook. Composition of Foods: Cereal Grains and Pasta. Number 8-20, 1989.

Modified From Drake, D.L., S.E. Gebhardt, R.H. Matthews. Updated: Friday, May 26, 2006.
Disponível em: <<http://food.oregonstate.edu/g/comp/compa.html>>. Acesso em: 11 jan. 2012

VANDEPUTTE, G.E.; DELCOUR, J.A. From sucrose to starch granule to starch physical behaviour: a focus on rice starch. **Carbohydrate Polymers**, v. 58, n. 3, p. 245-266, 2004.

VENTISEC. **Equipamentos Agro-Industriais**. Disponível em:
<<http://www.ventisec.pt/pt/articles/analizador-estatistico-de-arroz-s21/analizador-estatistico-de-arroz-s21>>. Acesso em: 9 de feve de 2016.

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

VIEIRA, N. R. A.; PINHEIRO, B. da S.; GUIMARÃES, E. P. **Melhoramento genético para tipos especiais de arroz na América Latina**: situação atual e perspectivas. Resumo 1o CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ/VII Reunião Nacional de Pesquisa do Arroz-Renapa. Florianópolis, SC, 20 a 23/8/2002, p.43-46.

VIEIRA, C.R.; LOPES JR., C.O.; RAMOS, C.S.; CAPOBIANGO, M.; SILVESTRE, M.P.C. Extração enzimática das proteínas da farinha de arroz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 599-606, 2008.

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

CAPÍTULO 2

ARTIGO 1

AJUSTE DE ESCALAS DE CLASSIFICAÇÃO DE ARROZ COZIDO PARA AVALIAÇÃO DE TEXTURA E TREINAMENTO DE PAINEL SENSORIAL

Marília Araújo Silva^I, Priscila Zaczuk Bassinello^{II}, George Von Borries^{III},

^I Nutricionista, Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, estagiário da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antonio de Goiás, GO

^{II} Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciência de Alimentos, Embrapa Arroz e Feijão

^{III} Estatístico, PhD em Estatística, Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Estatística

Resumo

A análise sensorial de alimentos permite a quantificação dos atributos de maior importância na qualidade culinária do arroz, por meio da utilização de uma equipe de provadores selecionados e treinados para este fim, elegendo aquelas linhagens mais promissoras. O objetivo deste trabalho foi ajustar as escalas de classificação e treinar um painel de provadores para a nova escala de classificação. Inicialmente, realizou-se o ajuste da nova escala para cinco pontos e definiram-se os padrões das notas. Os atributos estudados e avaliados foram previamente definidos pelos pesquisadores da área de melhoramento genético. Posteriormente, iniciou-se o treinamento mediante reuniões onde foram apresentadas amostras correspondentes aos pontos da escala para os atributos pegajosidade e dureza

[Digite texto]

definidos anteriormente. Seguiram-se, então, os testes para avaliação do desempenho dos provadores, na qual apenas dois provadores apresentaram bom poder discriminatório. Conclui-se que os provadores foram bem treinados quanto ao poder de discriminação das amostras e que a escala ajustada para 5 pontos foi adequada para determinação dos atributos em questão.

Aplicações Práticas

Os grãos de arroz são consumidos principalmente após o cozimento e a textura dos grãos inteiros é um dos parâmetros para avaliação da qualidade. A avaliação sensorial tradicional é um método demorado, pois requer treinamento, capacidade, produto. Existe uma falta geral de padrões - especialmente padrões que são aplicáveis na rotina intensa dos laboratórios e internacionalmente - para avaliar a textura do grão de arroz. De longe, a técnica mais útil para a medição sensorial é a aplicação direta de escalas de avaliação para a intensidade percebida das sensações. Estabelecer um padrão de referência não só fornecerá uma base científica para eleger linhagens promissoras, como também para promover a aplicação do processo em indústrias.

Palavras-chave: Oryza sativa, teste de panela, análise sensorial, qualidade culinária, textura

Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um grão que ocupa posição importante na economia mundial, assumindo terceiro lugar na produção de cereais para consumo humano. É um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como o principal alimento consumido pela metade da população mundial (BRASIL, 2009). O arroz desempenha papel importante como componente da dieta básica, com uma média de consumo diário *per capita* de 160,3 g/dia (IBGE, 2011). No Brasil, é consumido principalmente na

forma de grãos inteiros, descascados e polidos, sendo importantes aspectos do grão como aparência após o cozimento, odor, consistência e sabor (WALTER et al., 2008).

A qualidade de grãos de uma cultivar de arroz é determinada pela perfeita interação entre os vários componentes da cadeia produtiva da cultura, dentre os quais se destacam o pesquisador, o produtor, o industrial e o consumidor (VIEIRA; RABELO, 2006).

A sua comercialização acontece na forma de três tipos de produto: arroz beneficiado polido, arroz parboilizado (integral e polido) e arroz integral. Para sua classificação são consideradas cinco categorias, com base nas dimensões dos grãos inteiros após o descasque e polimento.

As características determinantes da qualidade de grão em arroz refletem diretamente no valor de mercado e na aceitação do produto pelo consumidor. Porém, a definição dessa qualidade torna-se complexa em função de tradições e costumes regionais, o que muitas vezes representa um produto de boa qualidade para um grupo de consumidores, pode ser totalmente inaceitável para outro (MAGALHÃES JUNIOR; FAGUNDES; FRANCO, 2011).

As formas de preparo e consumo do arroz são razoavelmente homogêneas nas diferentes regiões brasileiras e a preferência da maioria dos consumidores é pelo arroz beneficiado polido. De maneira geral, a qualidade de um alimento é considerada sob o ponto de vista: nutricional; o da sua adaptação ao processamento e/ou transformação industrial; o de suas características para consumo direto; e o da comercialização (FERREIRA et al., 2005).

No caso do arroz, suas propriedades tecnológicas estão diretamente relacionadas com o amido. Por ser o componente majoritário no grão, as propriedades intrínsecas do amido, a estrutura do grânulo, bem como, as alterações sofridas por ele refletem no desempenho tecnológico e nutricional do grão (SILVA et al., 2008; ELIAS et al., 2012).

Os fatores que controlam o comportamento culinário do arroz estão ligados às propriedades do amido, como o seu conteúdo de amilose e a sua temperatura de gelatinização (VIEIRA; RABELO, 2006).

A qualidade culinária do arroz é uma característica que depende basicamente da cultivar e das propriedades físico-químicas do grão (MESTRES et al., 2011). Outro fator que afeta a qualidade culinária refere-se à maturação pós-colheita, ou seja, o arroz modifica suas características culinárias durante o armazenamento, especialmente nos três primeiros meses após a colheita, melhorando seu comportamento quanto ao rendimento industrial e ao comportamento de cocção (VIEIRA, 2006; BASSINELLO; NAVES, 2006). Se um arroz recém-colhido tende a empapar durante o cozimento pode, com o passar do tempo, modificar esse comportamento, tornando-se mais adequado às preferências de consumo do brasileiro e apresentar-se seco e solto no cozimento (MESTRES et al., 2011).

Os programas de melhoramento genético selecionam linhagens promissoras de arroz principalmente quanto a atributos de qualidade física (rendimento de inteiros e quebrados, incidência de centro branco, dimensões e defeitos dos grãos) e culinária (rendimento de panela, textura, tempo de cozimento), principalmente, além de parâmetros agrônômicos. Essa seleção é baseada em dados, em sua maioria, provenientes de análises físico-químicas e instrumentais, sendo no caso da qualidade culinária, ainda bastante predominante o teste sensorial. Na literatura atual, não existe um único método padrão para preparo e as escalas de classificação da qualidade culinária com base em testes sensoriais também necessitam ser ajustadas.

Sendo assim, o presente estudo visa ajustar a escala sensorial de análise de textura de arroz cozido, de forma a torná-la de mais fácil compreensão pelos provadores e mais alinhada à linguagem utilizada pelas indústrias de arroz, além de associá-la a faixas quantitativas de dureza instrumental para sua aplicação em rotina.

Material e métodos

Matéria Prima

Foi utilizado arroz (*Oryza sativa* L.) variedade longo fino tipo 1, obtido em comércio local com base no comportamento de panela já conhecido.

Número de provadores

Foram escolhidos cinco provadores para realizar o treinamento do painel sensorial.

Teste de panela: Padrões de dureza e pegajosidade

A análise para o teste de cocção foi realizada na Cozinha experimental do Laboratório de Grãos e Subprodutos em cabines de análise sensorial. Os grãos foram cozidos em panela elétrica de 2L (Mondial), seguindo o procedimento operacional padronizado utilizado pela EMBRAPA Arroz e Feijão. O arroz cozido foi entregue em copos de plástico de 50 ml em bandejas com superfície lisa, acompanhado de água, papel toalha e ficha de avaliação (Figura 1). Para avaliar o atributo pegajosidade o arroz foi retirado do copo e colocado na própria bandeja; e com auxílio de um termômetro, após atingir 45° C, foi realizado a análise para dureza.

Para o atributo **pegajosidade** foi definida a escala de notas: 1 Muito solto; 2 solto; 3 Ligeiramente solto/pegajoso; 4 Pegajoso; 5 Muito pegajoso. Para o atributo **dureza** foram definidas as seguintes notas: 1 Muito macio; 2 Macio; 3 Ligeiramente macio/ firme; 4 Firme e 5 Muito firme. Para determinação dos padrões do atributo pegajosidade conforme a nova escala de classificação, foram definidas duas amostras referências com diferentes concentrações de amido, 4,3% e 8,7%, utilizando o arroz polido tipo 1 (seleção especial) representando as notas 3 (ligeiramente solto/ pegajoso) e 4 (pegajoso). Para padronizar as

[Digite texto]

notas 1 (muito solto), 2 (solto) e 5 (muito pegajoso) foram utilizados o arroz parboilizado, polido (seleção especial) e tipo Japonês, respectivamente. Para determinar os padrões do atributo dureza, foram definidas cinco amostras referências conforme a concentração de água, 420 ml, 240 ml, 180 ml, 120 ml e 60 ml, representando as notas 1 (muito macio), 2 (macio), 3 (ligeiramente macio/firme), 4 (firme) e 5 (muito firme), respectivamente. Utilizou-se o arroz polido (seleção especial) para as notas, 1, 2, 3 e 4. Para a nota 5 (muito firme) foi utilizado o arroz parboilizado como referência. Na tabela 3 encontra-se a classificação de arroz cozido.

Treinamento do painel

Os analistas sensoriais já definidos pelo Laboratório de Grãos e Subprodutos reuniram-se para ter conhecimento das novas referências para a escala de pegajosidade e dureza. Para avaliação dos atributos utilizou-se escala estruturada de cinco pontos, sendo a nota 1 considerada ‘muito solto’ e a nota 5 ‘muito pegajoso’ para o atributo pegajosidade e nota 1 para ‘muito macio’ e nota 5 ‘muito firme’ para o atributo dureza. Os analistas sensoriais não participaram da determinação das referências para: (a) não serem influenciados na tomada de decisão e (b) caso alguma amostra apresentasse pegajosidade ou dureza entre duas referências conhecidas, fosse escolhida a nota intermediária como resposta.

Após a definição dos padrões da escala, as amostras foram apresentadas ao painel sensorial, que percebeu a diferença entre as amostras e a ordenação relativa entre elas com maior facilidade e clareza. Na primeira etapa do treinamento, realizada em dezembro/2016, os analistas tiveram acesso aos padrões com suas respectivas escalas e posteriormente nas cabines de análise sensorial, às cegas, fizeram a análise. Nesta etapa, foram servidas as cinco amostras referências, alternando em dias, os atributos pegajosidade e dureza. Na segunda etapa do treinamento, realizada em janeiro/2017, o processo foi o mesmo. Porém, foram servidas cinco amostras referências, misturando-se os atributos pegajosidade e dureza. Na

terceira etapa do treinamento, realizada em fevereiro/2017, os analistas não tiveram acesso aos padrões. De imediato realizaram a avaliação em cabines das cinco amostras referências, alternando-se os atributos pegajosidade e dureza. Na quarta etapa do treinamento, realizada em fevereiro/2017, os analistas avaliaram amostras desconhecidas para os atributos de pegajosidade e dureza conforme os padrões da nova escala de classificação, em cabines sensoriais.

Resultados e discussão

A qualidade culinária dos grãos está diretamente relacionada às suas características intrínsecas, como o arranjo de amido, teor de amilose e proteína, temperatura de gelatinização e processo de envelhecimento do arroz (MARSHAL; WADSWORTH, 1994). A textura do arroz cozido é uma das principais características de qualidade que influencia seu consumo (MESTRES et al., 2011). A caracterização culinária dos genótipos, realizada a partir do teste de panela, é expressa em termos de pegajosidade e dureza do grão após cozimento, tratando-se de uma análise subjetiva (com variáveis qualitativas).

Após o ajuste e determinação de novas notas e padrões, foi possível alinhar a classificação às demandas das indústrias e facilitar sua aplicação em rotinas analíticas intensas, visto que as novas notas buscam diminuir a chance de erros dentro do teste de cocção, principalmente por se tratar de uma análise subjetiva, que depende de um painel sensorial bem treinado. Após verificar que a qualidade da análise sensorial estava diretamente associada à escala utilizada para classificar o arroz, foi realizado o ajuste da escala de nove para cinco pontos. A antiga escala apresentava pontos de classificação que não atendiam a rotina da empresa e a linguagem utilizada nas indústrias, e esses mesmos pontos, sensorialmente, não apresentavam diferenças significativas na prática, como por exemplo arroz extremamente pegajoso e muito pegajoso, que são notas com diferenças muito pequenas. A partir da padronização das notas,

adaptada para a realidade do mercado e do perfil de amostras o processo de treinamento é facilitado e pode se tornar uma alternativa efetiva para recalibração do painel.

Foi definida a textura (dureza e a pegajosidade) como o atributo de maior relevância, pois influencia de forma direta na qualidade e comercialização do produto. Diferentes tipos de arroz são geralmente classificados de acordo com as características físico-químicas que influenciam a qualidade do arroz cozido (LIMPAWATTANA et al., 2010). O grão de arroz cozido, geralmente ingerido inteiro, preparado com pouco ou nenhum tempero, diferentemente da maioria das culturas alimentares, torna as propriedades sensoriais do grão muito importantes. Pequenas alterações nas propriedades sensoriais podem tornar o arroz altamente desejável ou inaceitável para os consumidores (LIMPAWATTANA et al., 2010). O método de cocção influencia fortemente a qualidade final do produto. E, portanto, uma padronização do preparo e da linguagem adotada na avaliação e classificação da qualidade culinária do arroz se torna de extrema relevância. A avaliação sensorial é realizada, de maneira científica, por meio de um painel sensorial que consiste em um grupo de pessoas destinadas a avaliar certos produtos. Em geral, os resultados são confiáveis quanto melhor for a performance do painel (AMORIM, 2009).

Quanto aos resultados de um teste sensorial, a um determinado nível de probabilidade, para verificar assim a acuidade sensorial do candidato, o critério de aceite considerado é o acerto em 50 a 60% (FARIA; YOTSUYANAGI, 2002), ou de no mínimo 50% segundo Meilgaard et al. (1991). Em virtude do número pequeno de provadores, a etapa de seleção não se aplica conforme critérios da literatura, tendo sido eliminada, visto que os provadores (cinco provadores) foram os próprios analistas do laboratório. Foi observado que na primeira etapa do treinamento somente os analistas 1 e 3 estiveram dentro do critério de aceite e na segunda etapa somente o analista 2 não conseguiu atingir o mínimo de acertos. Na terceira e quarta etapas, todos os analistas alcançaram o critério de acertos. Por sua vez, é possível verificar

que a performance do painel foi favorável em discernir diferenças entre os padrões e classificá-los da maneira correta. Os analistas em situações de divergências também conseguiram atribuir notas similares/ próximas, o que facilitou o processo de interpretação dos dados. O mesmo também foi observado no trabalho de Chaves et al (2016), que na etapa de treinamento, três dos quatro provadores deram notas de pegajosidade similares para os mesmos tratamentos, enquanto um dos provadores, embora tenha percebido corretamente as diferenças entre as amostras, indicou notas diferentes em relação aos demais provadores, indicando necessidade de retreinamento do provador. Os provadores, 1 e 3 selecionados e treinados mostraram-se hábeis para discriminação e reprodutibilidade nos testes. O analista 2 foi selecionado para preparo e distribuição das amostras. Os analistas 1 e 3 selecionados foram aqueles que já faziam parte do painel sensorial, o que justifica sua permanência para continuar como analistas. Foi observado que para a realização do teste sensorial é preciso de dois técnicos, um para fazer a cocção da amostra e outro para fazer a análise sensorial. Dessa maneira, o provador 2, mesmo não sendo selecionado como analista sensorial, vai participar da análise no preparo das amostras. Para a realização da análise sensorial, foi observado que os analistas conseguiram analisar no máximo dez amostras por dia. Os mesmos relataram fadiga, cansaço, percepção diminuída, e entre outros. Logo, dispor de uma equipe treinada para análise sensorial não é uma tarefa simples, pois a equipe deve ser cuidadosamente treinada e mantida sob a supervisão de um profissional em análise sensorial, envolvendo tempo e recursos financeiros (FARIA; YOTSUYANAGI, 2002). O trabalho aponta a importância de insistir no treinamento periódico dos provadores, principalmente pelo painel de avaliação ser composto por diferentes avaliadores, podendo ocorrer inconsistências nas avaliações, tanto com relação às amostras avaliadas, quanto aos indivíduos que realizam a avaliação.

Para verificar os resultados da análise sensorial foi feita uma análise de correlação entre as diferentes propriedades viscoamilográficas.

Os dados da análise sensorial foram distribuídos de acordo com as medidas de amostras de arroz analisadas por dois analistas sensoriais. Para os dois analistas foi tirada a média da avaliação sensorial, resultando na tabela 3 de resultados.

A escala de avaliação de pegajosidade era de cinco pontos conforme o ajuste realizado pelo estudo. Os resultados 2.5, 3.5 e 4.5 na tabela 3 indicam discordância entre os avaliadores. Duas abordagens foram seguidas:

1. Abordagem considerando os pontos intermediários como novas categorias;
2. Abordagem desconsiderando os pontos intermediários.

Regressão Logística:

Abordagem 1: Com pontos intermediários na escala sensorial

Nesse caso foi retirado as categorias 2 e 2.5 por possuírem poucas observações. As demais categorias continuaram no estudo conforme a tabela 5. A partir desses dados foi feito um estudo de correlações para verificar quais parâmetros poderiam ser selecionados para prever a análise sensorial.

Os coeficientes de correlação de Pearson para a relação entre as diferentes propriedades físico-químicas e de textura para os cinquenta e cinco genótipos de arroz são mostrados no gráfico de calor (Figura 3).

A partir da análise dos resultados apresentados no gráfico de calor para a matriz de correlação (Figura 3) é possível prever alguns parâmetros que podem ser selecionados para uso na rotina por meio dos altos valores de correlação. Nota-se que as variáveis *setback* e *final viscosity* apresentam correlação quase perfeita. Por isso, retiramos a variável *setback* do

estudo, uma vez que quase toda a informação desta variável é fornecida pela variável *final viscosity*.

As variáveis viscoamilográficas foram distribuídas em Boxplots (Figura 4) para se verificar o seu comportamento em relação às categorias consideradas.

A partir dessa análise foi possível verificar que as diferenças maiores na distribuição das variáveis viscoamilográficas ocorreram sempre na categoria muito pegajoso (MP). Às vezes na categoria pouco pegajoso + (PG+). Isto fica mais evidente para as variáveis TA, *breakdown*, *final viscosity* e *pasting*.

Este resultado já indicou que qualquer modelo de predição irá ter dificuldade em discriminar todas as categorias de pegajosidade consideradas com base nas medidas viscoamilográficas dos dados coletados. Gráficos de dispersão (Figura 5) entre as diversas variáveis viscoamilográficas e pegajosidade instrumental também foram produzidos para verificar a capacidade de discriminação da pegajosidade pelas variáveis viscoamilográficas. É possível verificar que novamente, apenas a categoria MP se apresenta distante das demais e com boa discriminação. Este resultado confirmou que os modelos a serem ajustados não devem ser bons modelos quando consideradas muitas categorias ou na ausência de extremos. Vale ressaltar também, que os dados das análises foram distribuídos conforme seleção das amostras baseado em seu teor de amilose, logo as amostras selecionadas apresentavam comportamento culinário muito semelhante, com poucos extremos, o que levou a análise sensorial julgar as amostras em sua maioria, como 3 ou 4, conforme a escala sensorial ajustada.

Dessa maneira segue os modelos de Regressão Logística:

Regressão Logística:

Abordagem 1: Com pontos intermediários na escala sensorial

[Digite texto]

Modelo 1: modelo multicategórico

Neste caso consideramos como resposta todas as categorias sensoriais (PP, PP+, PG, PG+, MP) do conjunto de dados considerado. As variáveis explicativas são as variáveis viscoamilográficas citadas anteriormente (TA, TG, *peak*, *breakdown*, *final viscosity* e *pasting*).

Assim como em von Borries et al. (2017), foi calculado o modelo de regressão logístico sobre as duas primeiras componentes principais obtidas sobre as variáveis Viscoamilográficas (Tabela 4). As duas primeiras componentes explicam mais de 67% de toda a variação presente nas variáveis viscoamilográficas.

Podemos observar que a PC1 é um contraste entre (TA, TG, *final viscosity*) x (*peak*, *breakdown*). Já a segunda componente, PC2, destaca as variáveis *peak* e *final viscosity*.

No modelo ajustado, os escores produzidos pela primeira componente principal são significantes, este modelo tem uma taxa de erro muito alta, cerca de 67% das observações sensoriais são incorretamente classificadas, confirmando o que havíamos observado nos gráficos boxplot (Figura 4) e de dispersão (Figura 5).

Modelo 2: Modelo binário

Quando consideramos resposta como binária, o modelo que considera PP, PP+ como categoria (0) menos pegajoso e PG, PG+, MP como categoria (1) mais pegajoso, apresenta erro de predição de apenas 14,75%. De 47 observações na categoria 0, apenas 3 são classificadas como 1. De 14 observações 1, 6 são classificadas como 0. Este modelo parece ser mais adequado e indica um bom grau de discriminação do modelo.

Abordagem 2 – Sem pontos intermediários na escala sensorial

Neste caso desconsideramos as categorias com poucas observações e também as observações que apresentaram divergência na avaliação sensorial.

Agora as categorias consideradas são PP com 20 observações, PG com 13 e MP com 11 observações. Repetindo a análise, o ajuste logístico politômico ainda apresenta alta taxa de erro de predição, cerca de 50%. O modelo binário apresenta taxa de erro em torno de 16%. Esta abordagem não apresentou vantagem em relação à abordagem anterior.

Conclusão

O resultado confirma a aplicabilidade da nova escala e a necessidade de manter o painel bem treinado, além da possibilidade de recrutar outros provadores ao painel, que serão utilizados de maneira contínua na empresa. A nova proposta de padrões e notas de escala de textura de arroz cozido mostrou-se viável para discriminação de amostras testes de arroz e adequada para aplicação em rotina. O modelo binário de regressão logística com pontos intermediários apresentou bom grau de discriminação.

Agradecimentos

A empresa Arroz e Feijão, PPGCTA e CAPES.

Referências

Amorim, I. S. (2009). *Teste Monte Carlo na avaliação da unidimensionalidade de painéis sensoriais para uma variável*. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras).

Obtido de

http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3378/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Testes%20Monte%20Carlo%20na%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20da%20Unidimensionalidade%20de%20Pain%C3%A9is%20Sensoriais%20para%20uma%20Vari%C3%A1vel.pdf

Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Instrução Normativa 6/2009 – Regulamento Técnico do Arroz*. Brasília, 2009, 25p. Obtido de <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1687046295>.

Elias, M. C. F.; Oliveira, M.; Vanier, N. L.; Paraginski, R. T.; Schiavon, R. A. (2012). Industrialização de arroz por processo convencional e por parboilização. In: Elias, M. C. F.; Oliveira, M.; Vanier, N. L (Eds.), *Qualidade de arroz da pós-colheita ao consumo* (pp. 43-55). Pelotas, RS: Ed. Universidade da UFPEL.

Faria, E. V. de; Yotsuyanagi, K. (2002). *Técnicas de análise sensorial*. Campinas, SP: Instituto de Tecnologia de Alimentos.

Ferreira, C. M.; Pinheiro, B. S.; Sousa, I. S. F.; Moraes, O. P. (2005). *Qualidade do arroz no Brasil: evolução e padronização*. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. (2011). *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil*. Rio de Janeiro, RJ: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Limpawattana, M.; Shewfelt, R. L. (2010). Flavor lexicon for sensory descriptive profiling of different rice types. *Journal of Food Science*, 75, 199-205. doi: [10.1111/j.1750-3841.2010.01577.x](https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01577.x)

Magalhães Junior, A. M.; Fagundes, P. R.; Franco, D. F. (2011). Melhoramento genético, biotecnologia e cultivares de arroz irrigado. In: Magalhães júnior, A. M.; Gomes, A. S.; Andres, A (Eds.), *Arroz irrigado: melhoramento genético, manejo do solo e da água e prognóstico climático* (pp.13-33). Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado.

Marshall, W.E.; Wasdworth, H.I. *Rice Science and Technology*. New Orleans: Marcel Dekker, 470p. 1994.

Mestres, C.; Ribeyre, F.; Pons, B.; Fallet, V.; Mantencio, F. Sensory texture of cooked rice is rather linked to chemical than to physical characteristics of raw grain. *Journal of Cereal Science*, v.53, p.81-89, 2011. doi: 10.1016/j.jcs.2010.10.001.

Naves, M. M. V.; Bassinello, P. Z. Importância na nutrição humana. In: Santos, A. B.; Stone, L. F.; Vieira, N. R. A. (Ed.). *A cultura do arroz no Brasil*. 2. ed. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, cap. 1, p. 17-33, 2006.

Vieira, N. R. A.; Rabelo, R. R. Qualidade tecnológica. In: Santos, A. B.; Stone, L. F.; Vieira, N. R. A (Eds.), *A cultura do arroz no Brasil* (pp. 869-900). Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

Walter, M.; Marchezan, E.; Avila, L. A. (2008). Arroz: composição e características nutricionais. *Ciência Rural*, 38, 1184-1192. doi: 10.1590/S0103-84782008000400049.

Tabela 1. Classificação do arroz para os atributos pegajosidade e dureza.

Atributo	Classificação	Representação
Pegajosidade	1 Muito solto	MS
	2 Solto	S
	3 Ligeiramente solto/ pegajoso	LS/ LP
	4 Pegajoso	P
	5 Muito pegajoso	MP
Dureza	1 Muito macio	MM
	2 Macio	M
	3 Ligeiramente macio/ firme	LM/ LF
	4 Firme	F
	5 Muito firme	MF

Tabela 2. Desempenho do analista sensorial (% de acertos) em cada etapa do treinamento.

ANALISTAS	ETAPA1	ETAPA 2	ETAPA 3	ETAPA 4
1	55%	67%	100%	100%
2	40 %	44%	100%	67%
3	50 %	50%	67%	100%
4	44%	67 %	100%	100%
5	44 %	50 %	100%	100%

Tabela 3. Média da avaliação sensorial para a classificação para os modelos preditores: pouco pegajoso (PP), pouco pegajoso + (PP+), Pegajoso (PG), Pegajoso + (PG+), Muito Pegajoso (MP)

			PP	PP+	PG	PG+	MP
Resposta	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
Avaliações	1	2	20	14	13	3	11

Tabela 4. Coeficientes de cada variável nos cinco componentes principais.

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
TAAFIA	0.5171300	-0.2102213	-0.54365746	0.6046366	0.16502950
TG	0.4523259	0.2177088	0.76886982	0.3931594	-0.04763409
PEAK	-0.1568480	-0.7179740	0.32506835	0.0144041	0.59500856
BREAKDOWN	-0.5825088	-0.2297756	0.06628323	0.6094110	-0.48177938
FINAL	0.4050432	-0.5832036	0.05668214	-0.3290151	-0.61995944

Prorador: _____ Data: _____

Você está recebendo uma amostra codificada. Avalie cada uma segundo a intensidade de **pegajosidade** utilizando a escala abaixo:

Amostra: _____ Nota da escala: _____

1	2	3	4	5
Muito solto	Solto	Ligeiramente	Pegajoso	Muito pegajoso

Prorador: _____ Data: _____

Você está recebendo uma amostra codificada. Avalie cada uma segundo a intensidade de **dureza** utilizando a escala abaixo:

Amostra: _____ Nota da escala: _____

1	2	3	4	5
Muito macio	Macio	Ligeiramente	Firme	Muito Firme

Figura 1. Ficha de análise sensorial para os atributos pegajosidade e dureza.



Figura 2. Preparo das amostras em panela elétrica

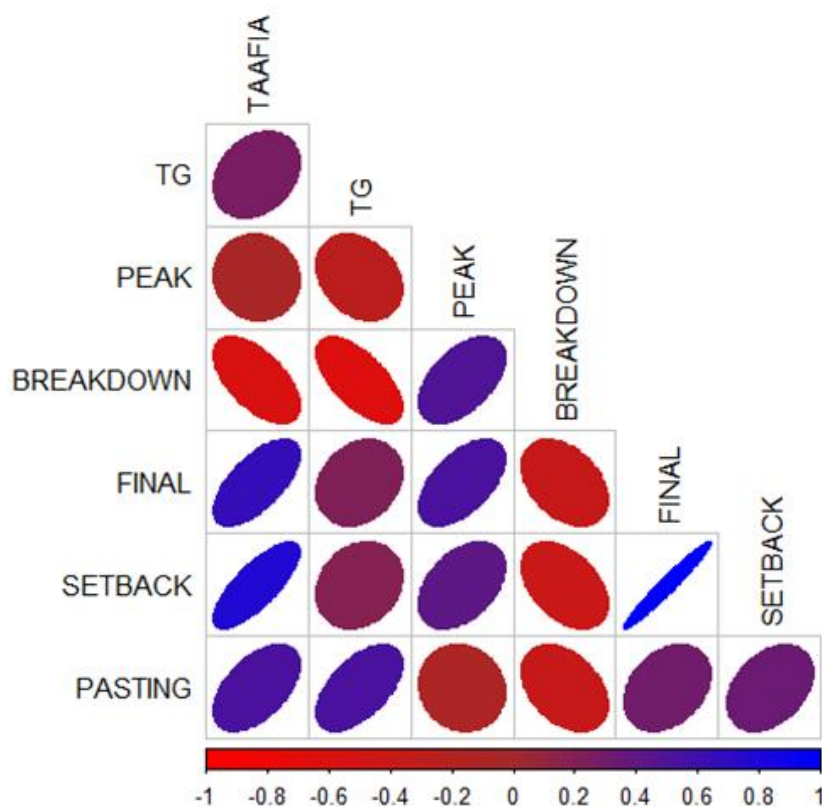


Figura 3. Correlação entre todas as variáveis analisadas. Valores de correlação entre uma variável e essa mesma variável correspondem a um valor igual a 1. Valores negativos indicam correlação negativa e têm cor em tons de vermelho na Figura. Valores positivos indicam correlação positiva e têm cor em tons de azul na Figura. O valor zero tem cor branca. Legenda: TPP: Teste de panela Peg; Prvu: Peak RVU; Brvu: Break RVU; TPD: Teste de panela dureza; TED: texturômetro dureza; Ptm: peak time; Ptam: pasting time; Tpeg: texturômetro pegajosidade; Trvu: Trough RVU; Vrvu: Final Vis RVU; Srvu: Setback RVU.

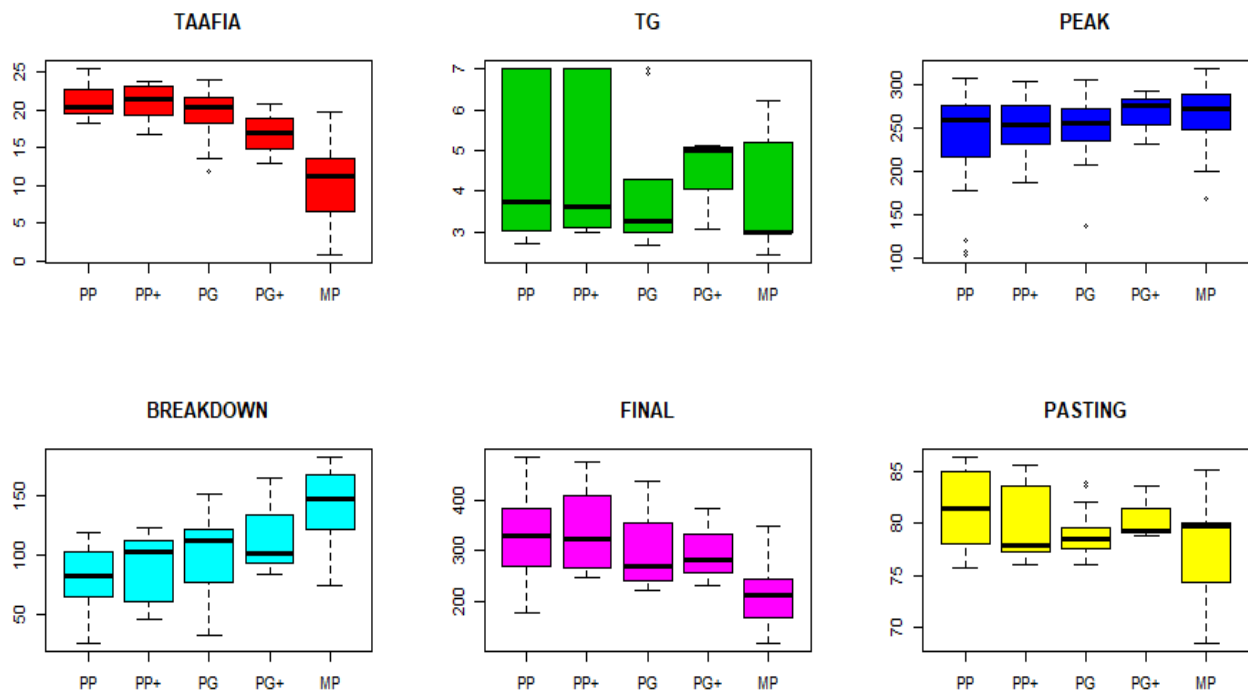


Figura 4. Comportamento das variáveis viscoamilográficas em relação ao teste de panela. Pouco pegajoso (PP), pouco pegajoso + (PP+), Pegajoso (PG), Pegajoso + (PG+), Muito Pegajoso (MP)

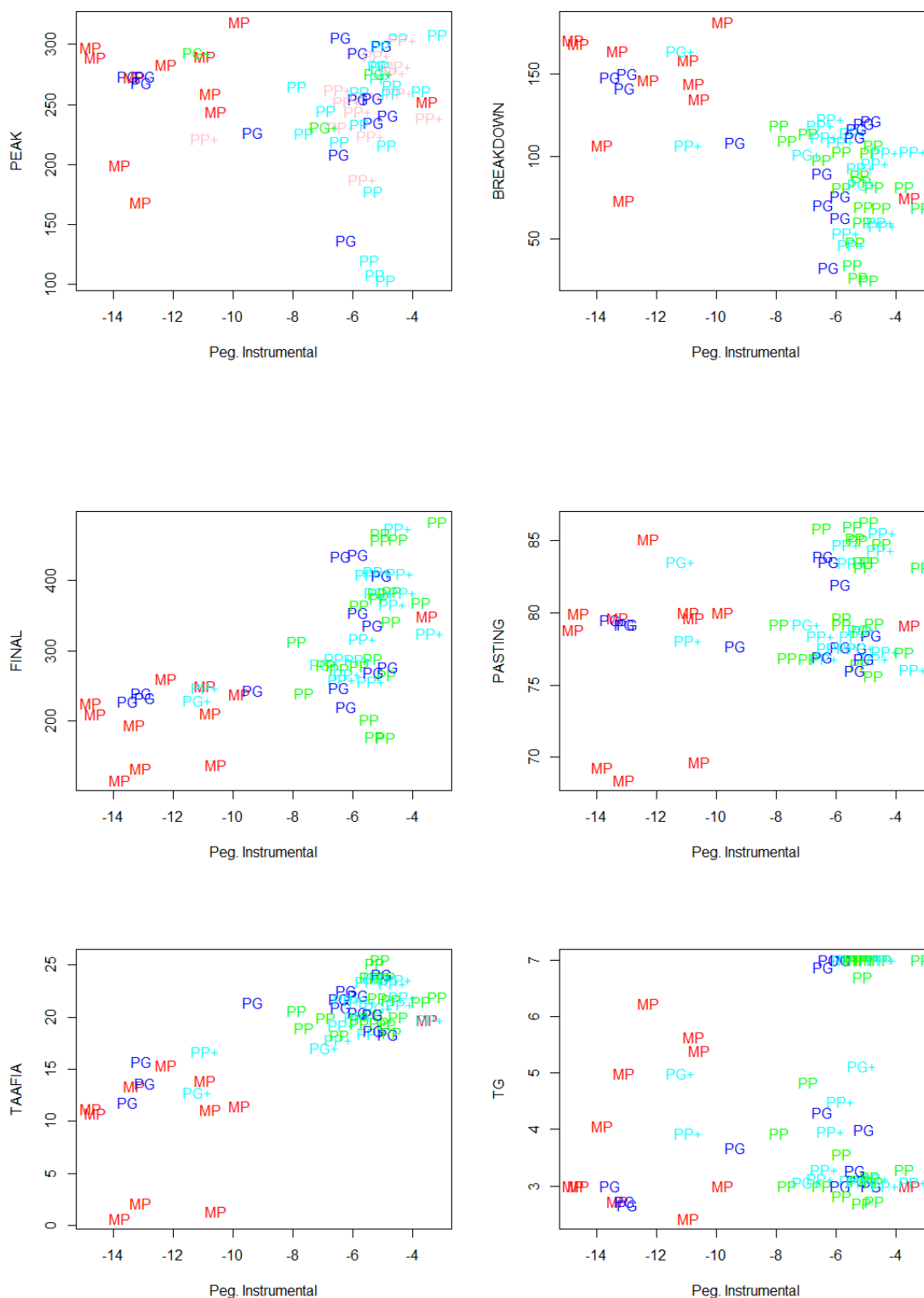


Figura 5. Gráficos de Dispersão entre as diversas variáveis viscoamlográficas e pegajosidade instrumental. Pouco pegajoso (PP), pouco pegajoso + (PP+), Pegajoso (PG), Pegajoso + (PG+), Muito Pegajoso (MP)

[Digite texto]

CAPÍTULO 3

ARTIGO 2

INTEGRAÇÃO DE DADOS DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E INSTRUMENTAL EM SOFTWARE LIVRE PARA ESTIMAR COMPORTAMENTO CULINÁRIO DE ARROZ

SILVA M A^I, BASSINELLO P Z^{II}, VON BORRIES G^{III}

^I Nutricionista, Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, estagiário da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antonio de Goiás, GO

^{II} Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciência de Alimentos, Embrapa Arroz e Feijão

^{III} Estatístico, PhD em Estatística, Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Estatística

Resumo

O arroz branco que cozinha solto e macio é o tipo predominante e tradicional na dieta do brasileiro. A qualidade culinária das cultivares é fator sensível e determinante na escolha do produto pelas indústrias para atender as exigências do mercado consumidor. Vários fatores afetam essa qualidade tais como: genéticos, ambientais e de manejo pré- e pós-colheita. A textura do grão cozido é um dos principais parâmetros que qualificam o perfil culinário do arroz, e geralmente é avaliada subjetivamente por provadores experientes em testes sensoriais do produto preparado tradicionalmente, tanto nas indústrias beneficiadoras quanto nos programas de melhoramento genético da cultura. Perante as desvantagens desse método, discutidas nesse trabalho, têm sido avaliados parâmetros físicos e físico-químicos para estimar a qualidade culinária do arroz de forma indireta, principalmente em grandes rotinas analíticas. Para isso, é de grande importância obter uma boa associação dos dados laboratoriais com os sensoriais. Neste trabalho, 55 diferentes genótipos de arroz polido foram caracterizados quanto à qualidade física (classe, grau de polimento, umidade, centro branco), físico-química

[Digite texto]

(teor de amilose, temperatura de gelatinização, perfil viscoamilográfico), culinária (rendimento de panela, textura instrumental) e sensorial (pegajosidade e dureza). Os modelos de predição para avaliação sensorial foram ampliados por meio de métodos estatísticos, como regressão múltipla e análise de componentes principais. Com base nos resultados de poder preditivo da qualidade pelos testes indiretos, foram definidas regras de classificação para cada parâmetro e proposto um aplicativo em software livre para integração desses dados baseada nessas regras para estimar a qualidade culinária esperada para o arroz. Os resultados da regressão múltipla mostraram alto poder preditivo para quatro variáveis significativas. Na regressão logística polinômica, o modelo binário apresentou 85,25% de acerto. As medidas viscoamilográficas também apresentaram alto poder preditivo da textura instrumental com 77% da variância total explicada pelas duas componentes principais. A partir dos dados dos testes instrumentais, os modelos de predição utilizados permitiram prever, com bom grau de associação ao teste sensorial, a classificação mais provável da qualidade culinária do arroz.

Palavras-Chave: *Oryza sativa*, pegajosidade, aplicativo, amilose

Introdução

As características determinantes da qualidade de grão em arroz refletem diretamente no valor de mercado e na aceitação do produto pelo consumidor. Porém, a definição dessa qualidade torna-se complexa em função de tradições e costumes regionais; o que muitas vezes representa um produto de boa qualidade para um grupo de consumidores, pode ser totalmente inaceitável para outro (MAGALHÃES JUNIOR, FAGUNDES, FRANCO, 2011). Algumas dessas características podem ser determinadas subjetivamente, como textura, tamanho, cor, translucidez e aroma (SANTOS, 2011). A textura do grão cozido é um dos principais fatores determinantes na aceitação do produto, seguida pela grande capacidade de absorção de água, aumento volumétrico, alongação e solubilidade dos grãos (BASSINELLO, ROCHA, COBUCCI, 2004).

A textura do arroz é consequência da estrutura interna do grão e pode ser definida por atributos como dureza e pegajosidade, normalmente avaliados por análise sensorial ou teste instrumental (BORRIES et al., 2017). O teste de panela exige um grupo de provadores treinados, periodicamente, na avaliação da qualidade do arroz cozido, ou no mínimo, experientes, pois se trata de análise subjetiva que demanda aptidão dos analistas e clareza dos padrões das escalas de notas. Em grandes rotinas analíticas, esse teste causa fadiga aos

analistas, aumentando as chances de erros. Além disso, é necessária uma quantidade relativamente grande de amostra cozida e disponibilidade de pessoas e de tempo para a realização das avaliações (CASTRO, FERREIRA, MORAES, 2003), sem contar o maior custo das análises. Não bastasse isso, encontra-se na literatura uma grande diversidade de metodologias utilizadas nos testes sensoriais, tanto quanto ao preparo do arroz quanto aos critérios e escalas de classificação da qualidade culinária, demonstrando falta de padronização de métodos (BORRIES et al., 2017).

Diante das dificuldades de adoção do método sensorial para avaliação da qualidade culinária do arroz, alguns centros de pesquisa propuseram o uso de texturômetro para avaliação instrumental da pegajosidade e dureza do grão cozido, buscando-se senão uma padronização do método, ao menos um aumento da reprodutibilidade e confiabilidade dos resultados. Esse método permite avaliar uma maior quantidade de amostras diariamente e não requer muitos profissionais para a execução da análise, eliminando a subjetividade do teste sensorial e uma melhor relação de custo-benefício. Por outro lado, ainda não se tem um direcionamento prático para interpretação dos dados instrumentais de textura, os quais geralmente são avaliados comparativamente entre si, utilizando como referência as testemunhas dos experimentos de campo ou cultivares comerciais padrão. Apesar de ser uma estratégia válida, poderia ser aprimorada estabelecendo-se uma relação dos dados quantitativos de textura com os dados sensoriais (BORRIES et al., 2017).

Com isso, nos programas de melhoramento genético, a avaliação da qualidade culinária de grãos é estimada indiretamente por meio de vários parâmetros físicos e físico-químicos, determinados por diferentes métodos baseados na caracterização do amido, mais especificamente da amilose e propriedades de pasta, já que esse carboidrato predomina no endosperma do arroz e tem relação direta com a qualidade (BORRIES et al., 2017). Raramente esses dados são integrados entre si na classificação da qualidade do arroz, o que causa muitas vezes certa confusão na interpretação de tantos dados por parte dos melhoristas. Sendo assim, nem sempre os dados são realmente preditivos, pois isoladamente estão sujeitos a erros ou limitações de interpretação da qualidade, a qual é conhecidamente multifatorial e complexa. Isso leva o pesquisador a solicitar novamente o teste de panela, como forma mais segura de concluir sobre a qualidade culinária do produto.

Neste trabalho, objetivou-se caracterizar diferentes genótipos de arroz quanto a parâmetros físicos, físico-químicos, instrumentais e sensoriais e propor uma forma de

integração dos dados para interpretação da qualidade culinária estimada em aplicativo desenvolvido em software livre.

Material e métodos

Obtenção da amostra

Foram utilizados 55 genótipos de arroz coletados do Banco Ativo de Germoplasma de Arroz da Embrapa – BAG, selecionados com base em seu teor de amilose (materiais constrantes) e multiplicados na Fazenda Palmital da Embrapa Arroz e Feijão, em Brazabrantes/GO, a partir de setembro de 2016. Os materiais foram plantados em parcelas de três linhas espaçadas em 30 cm e comprimento de 50 m. As amostras colhidas foram secas em estufa com circulação forçada estacionária à temperatura de 45°, organizados em sacos de algodão (limpos e com as devidas identificações dos lotes em temperatura ambiente com casca) e distribuídos na própria estufa. Para uma secagem uniforme, foi realizada a medição de umidade até atingir umidade desejada (12-14%). O beneficiamento dos grãos foi realizado em moinho de provas Suzuki MT 10, para obtenção de arroz branco polido.

Caracterização física e físico-química do arroz

Determinação do Rendimento de Inteiros e de Quebrados

O rendimento de inteiros foi obtido por meio da porcentagem de grãos inteiros em relação à massa (g) do arroz em casca, de acordo com a Equação 1 (OLIVEIRA et al., 1998).

$$\text{Rendimento de inteiros (\%)} = \frac{\text{massa de grãos inteiros}}{\text{massa de grãos em casca}} \times 100 \quad (1)$$

Em relação ao rendimento de quebrados, o cálculo percentual foi efetuado conforme a Equação 2:

$$\text{Rendimento de quebrados (\%)} = \frac{\text{massa de grãos quebrados}}{\text{massa de grãos em casca}} \times 100 \quad (2)$$

Determinação de renda do beneficiamento

[Digite texto]

Após o beneficiamento, os grãos do arroz polido em diferentes tempos, foram avaliados quanto a renda do beneficiamento, por meio da Equação 3 de acordo com a Portaria 269, do BRASIL (1988).

$$\text{Renda do Beneficiamento (\%)} = \frac{\text{massa de grãos (inteiros + quebrados)}}{\text{massa de grãos em casca}} \times 100 \quad (3)$$

Dimensões do Grão

Para se determinar a classe dos grãos de cada acesso, será realizada a avaliação das dimensões dos grãos, comprimento e largura, em mm, em uma amostra de grãos inteiros e polidos, com uso do equipamento S-21.

Grãos Gessados

A percentagem de grãos gessados foi obtida a partir de uma amostra de 100 g de grãos inteiros e polidos, seguindo-se as instruções e roteiros para a sua determinação segundo a Instrução Normativa n. 6 do MAPA para a Classificação de Grãos (BRASIL, 2009). Para isso, foi utilizado o equipamento S-21 que faz a classificação do arroz por meio da imagem digital dos grãos.

Determinação do Teor de Amilose Aparente (TAA)

Foi determinado o TAA por meio do uso do Sistema FIA – Sistema de Análise por Injeção em Fluxo da Foss Tecator (FIAS tar 5000, Dinamarca). As amostras de arroz, previamente moídas em moinho de facas Perten Laboratory Mill 3100, foram injetadas após completa dispersão e gelatinização em solução alcalina, e a absorbância do complexo formado com solução de iodo, determinada em espectrofotômetro UV-Visível através de um detector digital “Dual-Wavelength (DDW)” a 720 nm. O conteúdo de amilose das amostras foi calculado por meio de uma curva de calibração, preparada com cultivares padrão de arroz pré-selecionadas com teores de amilose conhecidos e determinados previamente por Cromatografia de Permeação em Gel (SEC/GPC) (FITZGERALD; MCCOUCH; HALL, 2009) pelo IRRI (*International Rice Research Institute*). Esta análise foi realizada em triplicata para cada repetição de campo. As amostras foram classificadas de acordo com os teores de amilose adaptado de Juliano (2003) em: ceroso (0-4), muito baixo (5-12), baixo (12-20), intermediário (20-25) e alto (25-33).

Determinação da Temperatura de Gelatinização (TG)

A TG das amostras foi obtida indiretamente, pelo teste de dispersão alcalina, que consiste na estimativa do grau de dispersão alcalina e clarificação dos grãos crus de arroz, quando em contato com uma solução alcalina. A metodologia foi desenvolvida por Martínéz e Cuevas (1989) e adaptada pela Embrapa Arroz e Feijão. Para a realização da análise, 10 grãos (inteiros e polidos) de arroz de cada amostra foram distribuídos uniformemente em uma placa plástica de 4,8 cm de diâmetro, contendo 10 mL da solução de hidróxido de potássio (KOH) 1,7%. As placas foram tampadas e incubadas em estufa da marca FISHER, modelo 255G, a 30°C, por 23 horas. As análises foram feitas em triplicata por repetição de amostra. Os grãos da amostra foram classificados de acordo com uma escala de 1 a 7. O valor médio de TG de cada amostra foi obtido multiplicando-se o número de grãos de arroz pelo valor do grau de dispersão correspondente, sendo posteriormente somados e divididos por dez. A avaliação da temperatura de gelatinização foi feita de acordo com os graus de dispersão alcalina descritos por Martínéz e Cuevas (1989).

Análise Viscoamilográfica por RVA

O perfil viscoamilográfico das amostras de arroz foi obtido em *Rapid Visco Analyser* (RVA) série 4 *Newport Inc.*® (Sydney, New South Wales, Austrália). Para tanto, foi utilizado uma suspensão de 3 g de amostra moída em 25 mL de água destilada corrigida para 14% de umidade (NEWPORT SCIENTIFIC, 1998).

Foi utilizada a programação *Rapid Visco* do software *Thermocline for Windows* versão 2.2, em que a suspensão que se forma pelo amido e a água foi inicialmente cisalhada a 960 rpm durante 10 segundos e, analisada de acordo com o seguinte regime de tempo/temperatura: 50°C por 1 minuto, para a investigação da viscosidade do amido sob baixa temperatura, posteriormente, a mistura sofreu aquecimento de 50°C a 95°C a uma taxa de velocidade constante de 11,84°C/min, e a pasta foi mantida a 95°C por 2,5 minutos. Em seguida a suspensão foi submetida a um resfriamento de 95°C a 25°C a uma velocidade constante de 11,84°C/min, perfazendo um total de 12 minutos de análise, por amostra conforme método padrão aprovado pela AACC (2000). As amostras foram analisadas em duplicata e, avaliadas as seguintes características: pico de viscosidade (PV), viscosidade final, quebra da viscosidade ou *breakdown* e tendência à retrogradação ou *setback*, expressos na unidade do aparelho, *Rapid Visco Units* (RVU). Para traçar o perfil viscoamilográfico das 55 amostras de

arroz, foi realizado a análise de Cluster que dividiu por agrupamento seis grupos com perfis semelhantes.

Análise de Textura Instrumental

A análise de textura dos grãos cozidos foi realizada em duplicata para cada repetição de campo. Cerca de 10 g de grãos de arroz em placa de Petri foram cozidos em 17g de água destilada por 30 minutos em panela elétrica (Cadence, capacidade de 2L), logo após foram retirados e distribuídos uniformemente dez grãos inteiros sobre a base do texturômetro para avaliação das propriedades mecânicas, dureza e pegajosidade, no Texture Analyser Stale Microsystems (TA-Xt Plus, Surrey, Inglaterra), com célula de carga de 50 Kg e probe cilíndrica de 40 mm. Foi realizado o método de compressão uniaxial, utilizando-se 10 grãos intactos de arroz por repetição (PATINDOL; GU; WANG, 2010; SESMAT; MEULLENET, 2001; CARVALHO et al., 2015).

Qualidade culinária

Caracterização da qualidade culinária do arroz

Teste de panela

O teste de panela, ou teste de cocção de arroz (MARTÍNEZ, CUEVAS, 1989), foi realizado em duplicata e conduzido na Cozinha Experimental da Embrapa Arroz e Feijão.

Os grãos foram cozidos em panela elétrica de 2L (Mondial) na proporção de 1:2 (arroz/água), seguindo o procedimento operacional padronizado. O arroz cozido foi caracterizado quanto ao rendimento de panela, pegajosidade e dureza seguindo a classificação adaptada de Lima et al. (2006), descrita na Tabela 4.

O rendimento de panela foi expresso em número de xícaras/copo medidor do arroz cozido. A pegajosidade foi avaliada visualmente verificando se a amostra de arroz cozido desmancha ou não ao ser colocado da xícara para a bandeja. A dureza foi avaliada quando as amostras atingiram 45°C após o cozimento e os grãos foram pressionados entre os dedos indicador e polegar.

A avaliação da qualidade culinária do arroz foi determinada subjetivamente, as análises foram realizadas por três provadores do painel sensorial da Cozinha Experimental da Embrapa Arroz e Feijão já treinados. Os atributos foram avaliados utilizando uma escala de

cinco pontos (1 = ‘muito solto’ e 5= ‘muito pegajoso’ para pegajosidade, e 1= ‘muito macio’ e 5 = ‘muito firme’ para dureza).

Cálculo do custo das análises

Análises	Custo/ repetição	Tempo/ repetição*
Temperatura de gelatinização	R\$ 2,00 por repetição da análise	8 minutos
Determinação do Teor de Amilose Aparente	R\$ 5,00 por repetição da análise	18 minutos
Textura Instrumental (Texturômetro)	R\$ 9,00 por repetição da análise	Mínimo 25 minutos
Perfil Viscoamilográfico	R\$ 8,00 por repetição da análise	20 minutos
Teste de panela	R\$ 2,70 por repetição da análise	Mínimo 30 minutos

*Não levou-se em consideração o tempo para dar entrada nas amostras, identificar, digitar os resultados e lavagem das vidrarias/ utensílios

Integração dos atributos de qualidade por meio de aplicativo em software livre para estimar a qualidade culinária de arroz

Os resultados deste trabalho irão servir para aperfeiçoamento de um software de predição de textura do arroz através de medidas viscoamilográficas. O software foi desenvolvido através da linguagem HTML para fazer a interface de acesso ao programa pelo usuário. Foi usada a linguagem javascript para fazer cálculos diversos e apresentar os resultados. A integração dos dados para traçar a classificação das amostras se deu por meio de análise exploratória de dados, que resultou nos parâmetros de notas descritos na Tabela 1. A partir da combinação dos atributos para qualidade culinária, foi possível atribuir o perfil de predição do arroz por meio de cores, descritas na Figura 1.

Análise estatística

Foram utilizadas técnicas de análise multivariada e modelos lineares generalizados para melhoria da escala sensorial e relação com propriedades viscoamilográficas. A análise de regressão linear e regressão logística politômica foram utilizadas para criação de um modelo de predição da textura do arroz. No trabalho foram utilizados os softwares R e SAS versão

2014. Os demais dados foram analisados por ANOVA, análise de componentes principais e correlação de Pearson.

Resultados e discussões

Propriedades físicas

Nacionalmente, a legislação brasileira atribui ao arroz em casca uma renda base no benefício (RB) de 68%, constituída de 40% de grãos inteiros e 28% de grãos quebrados e quirera (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006), sendo a renda de 60% um valor razoável (USBERTI FILHO; AZZINI; SOAVE, 1986). Valores abaixo desses estariam fora das exigências para comercialização do produto. Entretanto, recentemente, os programas de melhoramento genético de arroz e também as indústrias arrozeiras se tornaram ainda mais exigentes, selecionando materiais genéticos que apresentam $RB \geq 70\%$ e rendimento de inteiros (RI) $\geq 60\%$. Quando o material apresenta RI acima de 55%, mas inferior a 60%, ele poderá ser tolerado pelo melhorista caso apresente outras características agrônômicas de interesse muito superiores. Esses valores são empiricamente definidos pelo mercado do arroz, principalmente pela indústria arrozeira.

Nas avaliações das propriedades físicas dos genótipos do presente estudo (Tabela 2), pode-se dizer que houve dois tipos básicos de comportamento em relação à Renda do Benefício e Rendimento de Inteiros: materiais com baixos valores ($RB < 70\%$ e $RI < 60\%$), ou seja, aquém daqueles preconizados pelo programa de melhoramento genético de arroz e pelo mercado brasileiro do arroz. Essa fragilidade pode ter relação com a qualidade do amido em função não apenas da genética do material, mas, provavelmente, de uma maior interação genótipo- ambiente, como por exemplo, algum problema relacionado à umidade de colheita e secagem e reidratação do grão na pós-colheita, influenciando o arranjo das cadeias do amido (OLIVEIRA et al., 2014).

Cultivares com maior frequência de gessados tendem a ser menos produtivas no beneficiamento. Grãos completamente gessados são, normalmente, imaturos, colhidos precocemente e, conseqüentemente, mais frágeis (SANTOS, 2012). Em relação à Área Gessada Total, também denominada gessamento, notou-se que as maiores médias diferentemente significativas dos demais genótipos foram obtidas para a classe de arroz ceroso (Tabela 2). Esta maior porcentagem de gessados associada à indesejável opacidade dos grãos é um fator determinante para a depreciação do valor comercial do arroz, e segundo relatos, ocorre pelo arranjo entre os grânulos de amido e proteína, desenvolvido sob condições

adversas de clima e cultivo (EMBRAPA, 2013; BRASIL, 2009; FERREIRA et al., 2005). Como relatado, amostras com alta incidência de grãos gessados tendem a apresentar baixos rendimentos industriais, o que pôde ser observado para esse grupo.

As dimensões do grão são afetadas diretamente pelo tempo de polimento no beneficiamento dos grãos de arroz. Para um mesmo ajuste de máquina, grãos mais arredondados requerem menor tempo de polimento do que grãos longo-finos. Quanto maior o grão, o atrito entre ele e a superfície de polir é maior e ocorre mais rapidamente em todas as superfícies do grão, diminuindo o tempo total de polimento. Um grão mais fino demora mais para ter suas camadas externas removidas, pois, devido às suas dimensões, pode passar pela superfície polidora sem receber o atrito necessário. Assim, o grão precisa permanecer mais tempo na zona de polimento da máquina até que todas as camadas externas sejam removidas, resultando no grau de polimento desejado (MOREIRA, 2012). À medida que as amostras eram beneficiadas, o tempo de polimento necessário aumentava, mesmo para amostras de dimensões similares. Isso ocorria pelo desgaste da pedra de polimento, que fica localizada no interior da máquina. Esse desgaste provoca um maior espaçamento entre a pedra e a abertura por onde passam os grãos, minimizando o atrito e tornando o processo de polimento mais demorado. Então, o ajuste inicial da máquina, com relação à posição da pedra de polimento, foi ser modificado conforme o andamento do processo e da quantidade de grãos de arroz beneficiados.

A quantidade de grãos e a velocidade de despejo dos mesmos no moinho de provas também eram variáveis do processo de beneficiamento. Os grãos colocados muito rapidamente acabavam sendo mal descascados, prejudicando o processo de polimento. Ou seja, não era possível atingir o mesmo grau de polimento com o tempo pré-estabelecido. Grãos colocados muito lentamente também prejudicavam o processo, pois os primeiros que atingiam a seção de polimento ficavam mais bem polidos que os últimos. A manutenção da velocidade de introdução dos grãos (de até 10 segundos), portanto, era essencial. Da mesma forma, a quantidade de grãos com casca deveria ser sempre igual (aproximadamente 100 gramas), respeitando a marcação do copo de referência (usado durante todo o ensaio). Mais grãos dentro da máquina exigem mais tempo para obter o mesmo grau de polimento, correndo-se o risco de haver diferenças de polimento entre os grãos, prejudicando a padronização das amostras.

A determinação do grau de polimento, propriamente dita, exigiu cuidados para evitar erros de leitura. A presença, na amostra para leitura no equipamento, de marinheiros (grãos

com casca), de grãos manchados, com imperfeições causadas por picada de insetos ou grãos imaturos (de coloração verde), interfere no resultado. Esses grãos com coloração diferente do grão sadio subestimam o valor do grau de polimento. Assim, a amostra para leitura no equipamento Milling Meter foi selecionada previamente à análise, com o devido descarte dos grãos anteriormente mencionados, a fim de evitar possíveis erros. Grãos com áreas opacas ou grãos gessados também interferem na leitura, superestimando o valor, devendo também ser separados. No entanto, algumas famílias da população apresentavam quase a totalidade dos grãos gessados, como no caso dos cerosos. Mesmo nesse caso, o grau de polimento esteve dentro dos limites estabelecidos (mínimo de 95 e máximo de 105).

Essas características do grão e do processo de beneficiamento podem causar alguma influência na qualidade culinária do arroz (CAZETTA et al., 2006; OLIVEIRA, et al., 2014). Park et al. (2012) indicaram que a temperatura de estocagem é um importante fator que afeta as propriedades físico-químicas do arroz, e concluíram que a estocagem do grão por períodos curtos e em temperaturas abaixo da temperatura ambiente é recomendado para a manutenção da qualidade do arroz.

Teor de Amilose e Temperatura de Gelatinização

Foram confirmados os teores de amilose (TAA) previamente conhecidos para os genótipos de arroz selecionados neste estudo, os quais variaram de 1,42% a 22,42% (Tabela 2). De acordo com o teor de amilose, o arroz é classificado em: ceroso (0-4 % de amilose), muito baixo (5-12 %), baixo (12-20 %), intermediário (20-25 %) e alto (>25 %) amilose. Alto teor de amilose normalmente resulta em grãos secos e soltos que podem endurecer após o resfriamento; baixo teor resulta em grãos macios, aquosos e pegajosos no cozimento. Cultivares portadoras de grãos com teor de amilose intermediário apresentam grãos pouco aquosos, soltos e macios, mesmo após o resfriamento, sendo os preferidos pelo consumidor brasileiro (FERREIRA et al., 2005).

Quanto à temperatura de gelatinização (TG), observou-se que as amostras apresentaram variação de 2,85 a 6,93 (Tabela 2). A TG pode ser classificada em baixa (6-7), intermediária (4-5) e alta (1-3). A TG baixa e intermediária, implicam a necessidade de menor tempo e água e, portanto, menos energia para o cozimento; TG alta requer mais água e mais tempo para cozinhar, com o centro do grão permanecendo duro após a cocção (FERREIRA et al., 2005).

O teor de amilose e a temperatura de gelatinização são importantes indicadores indiretos de cozimento e qualidade culinária. Entretanto, esses testes não avaliam de forma precisa todos os traços de qualidade do grão, como por exemplo a textura, e por isso não permitem a obtenção de resultados conclusivos sobre a qualidade de grãos em arroz. Os resultados mostraram que as análises para TA e TG, isoladamente, não são boas ferramentas para traçar o comportamento culinário, pois ao verificar a classificação do arroz de acordo com cada análise, os resultados nem sempre foram satisfatórios. Porém, quando associamos as combinações dos parâmetros de TA e TG, uma nova classificação pode ser utilizada, como apresentado na Figura 2.

Propriedade Viscoamilográfica

O perfil viscoamilográfico das 55 amostras foi traçado e classificado em seis grupos conforme a Análise de Cluster representado na Figura 3 e Tabela 3, no qual as amostras foram agrupadas por conter características semelhantes.

A Viscosidade de Pico ou *peak* (VP) reflete na capacidade dos grânulos de se ligarem à água ou a extensão do aumento de volume dos grânulos de amido, ou seja, é o valor de máxima viscosidade do amido durante o ciclo de aquecimento e, frequentemente, está correlacionada com a qualidade do produto final, uma vez que os grânulos de amido dilatados e colapsados afetam a textura dos produtos (WANI et al., 2012). Polesi et al. (2014) avaliaram que a VP pode estar relacionada ao maior teor de amilose, e a resistência dos grânulos à ruptura durante a agitação sob aquecimento é devido ao maior teor de proteínas e lipídeos. A amilose retrograda rapidamente, caracterizada pela formação de regiões cristalinas em função da associação das ramificações de cadeias curtas ocorrendo a perda de elasticidade do grão (DENARDIN, SILVA, 2009; REIS, 2015). A VP (Tabela 3) dos seis grupos de arroz variou de 110,53 a 299,46 RVU, sendo Grupo 4 com o menor valor e o Grupo 6 com o maior valor. Os genótipos pertencentes ao grupo 6, de forma geral, apresentaram as maiores viscosidades de pico, indicando maior capacidade de ligação com a água do grânulo de amido. Santos (2012) observou que os valores de pico de viscosidade foram influenciados pela porcentagem de grãos gessados no arroz, sendo que com o aumento dos mesmos houve diminuição dos valores de viscosidade máxima (pico), logo, o grupo 4 com menor valor de pico, pode estar relacionado aos genótipos que apresentam grãos gessados.

A Viscosidade de Quebra (VQ) ou *Breakdown* indica a resistência da pasta de amido ao aquecimento e ao cisalhamento, causada pela ruptura dos grânulos intumescidos na fase de gelatinização. Segundo Zhou et al. (2002), um maior valor de VQ indica boa qualidade de cocção, devido a sua maior resistência. Teba, Ascheri e Carvalho (2009) afirmam que a propriedade de VQ permite avaliar a estabilidade do amido em altas temperaturas sob agitação mecânica, o que é importante na elaboração de alimentos pré-cozidos, por indicar a capacidade do produto em se manter íntegro durante o cozimento. Os resultados para VQ para os seis grupos de arroz foram agrupados segundo as classes de teores de amilose: genótipos com baixo TA apresentaram menores VQ, o que indica que estes liberam mais água após o resfriamento e apresentam uma textura mais firme e menos pegajosa em relação aos genótipos cerosos. Yan et al. (2005) encontraram que cultivares de arroz de boa qualidade geralmente têm altos valores VQ e baixos valores para tendência à retrogradação e viscosidade final, em contraste com cultivares de qualidade inferior com baixa VQ e alta viscosidade final e tendência à retrogradação. Allahgholipour et al. (2006), em um estudo com 167 cultivares e cultivares de arroz, encontraram uma forte relação existente entre o teor de amilose e propriedades de pasta do RVA. Ambos, conteúdo de amilose e distribuição dos comprimentos de cadeia nas ramificações da amilopectina, afetam as propriedades de pasta do amido (ALLAHGHOLIPOUR et al. 2006).

A Viscosidade Final ou final *viscosity* (VF) indica a firmeza do amido, ou seja, a capacidade do amido de formar gel. A menor VF foi para o grupo 4 e a maior para o grupo 5, resultados similares aos encontrados em outros estudos, afirmando que valores mais elevados de VF indicam textura mais firme do gel e consequentemente dos grãos de arroz quando cozidos, devido à maior reassociação das moléculas de amilose presentes dentro dos grânulos (KONG, et al., 2015; SALEH; MEULLENET, 2007; CHAMPAGNE et al., 2004).

A Tendência à Retrogradação ou *Setback* (SB) permite avaliar o comportamento do amido durante a fase de resfriamento. Essa retrogradação do amido ocorre por efeito da recristalização das moléculas de amilose e amilopectina, decorrente do agrupamento das partes lineares das moléculas de amido pela formação de novas ligações de hidrogênio, resultando na formação de géis (SANTOS, 2012). Durante o processo de retrogradação há sempre liberação de moléculas de água anteriormente ligadas às cadeias de amilose, e esse fenômeno é denominado sinerése (GOESAERT, 2005).

Os genótipos do grupo 4 apresentaram menores valores de SB (Tabela 3), enquanto para o grupo 5 encontramos o maior valor, onde estão os materiais de TA intermediário,

foram obtidos maiores valores para esse parâmetro. Alguns estudos explicam que o aumento do teor de amilose aumenta a estabilidade dos grânulos à ruptura sob agitação mecânica, contribuindo para maior tendência à retrogradação, já que há uma maior quantidade de amilose lixiviada, conseqüentemente mais grânulos inchados durante o resfriamento e maior viscosidade e firmeza (SALEH; MEULLENET, 2007; CHENG; ZHONG; ZHANG, 2005; CAMERON; WANG, 2005; CHAMPAGNE et al., 2004). Segundo Zhou et al. (2002) e Ong e Blanshand (1995), os valores de SB relacionam-se com a maior tendência a retrogradação e provavelmente valores mais altos também indicam textura do arroz cozido mais firme.

Os parâmetros avaliados no RVA explicam o comportamento do amido quando este é aquecido continuamente em excesso de água com agitação. Grânulos de amido incham de forma irreversível, acompanhados por lixiviação da amilose e amilopectina solubilizadas, resultando na formação de uma pasta. Este comportamento do amido na formação da pasta auxilia na determinação da qualidade culinária e funcional do arroz, uma vez que o amido é o principal componente do grão. Ou seja, as propriedades da pasta fornecem informações a respeito da cocção, relacionando-se com aspectos de textura e coesividade (KONG et al., 2015; SALEH; MEULLENET, 2007). A amilose e seus componentes estão mais envolvidos nas propriedades de retrogradação do que a amilopectina, pois a estrutura de cadeia linear da amilose ajuda a formar ligações de hidrogênio entre as moléculas, o que contribui para formação de géis (GANI et al., 2013).

Correlação da Textura Instrumental com os parâmetros de RVA, Temperatura de Gelatinização e Teor de amilose

Em relação aos resultados obtidos na Textura Instrumental apresentados na Tabela 4 quando comparados com a análise sensorial, percebe-se que houve um acerto de 68,75%. Para TA, TG, TA+TG, RVA os resultados foram 75%, 62,5%, 66,5% e 70,7% respectivamente. Tais resultados mostram que os parâmetros de qualidade de arroz utilizados tiveram um desempenho similar quando comparados com a análise sensorial. A característica de pegajosidade após cozimento é representada pelo parâmetro de adesividade no texturômetro, que representa a força necessária para elevar o probe que está aderido ao arroz devido à compressão (BUENO, 2008). O parâmetro de Textura instrumental então se tornou viável ao comparar com a análise sensorial, principalmente por se tratar de uma análise que apresenta menor custo (quantidade de amostra), menor quantidade de analistas e não é subjetiva.

Dessa maneira, ao fazer a correlação da textura instrumental com os demais parâmetros de qualidade como: RVA, temperatura de gelatinização e teor de amilose a partir da análise de componentes principais (PCA) apresentada na Figura 4, verificou-se que o grupo verde tem a maioria das variáveis que compõem a análise por RVA, sendo as mais relevantes: *Peak*, *trough*, *final viscosity*, *setback* e *peak time*. Essas variáveis estão positivamente correlacionadas com o primeiro eixo (PC1) e com o segundo eixo (PC2) da PCA e, portanto, mais bem correlacionadas com a textura instrumental. Isso indica a possibilidade de substituição de análises, especialmente a sensorial, e redução de custos e operações, com possível utilização do teste instrumental para avaliar a qualidade do arroz. Nota-se que na rotina do laboratório, é comum a utilização das análises de TA, TG e Teste de Panela (sensorial). Ao verificar o custo total destas três análises igual a 9,50 reais, verifica-se que se reduz o custo ao utilizar o Teste Instrumental ou RVA que equivalem a 9,00 reais e 8,00 reais consecutivamente. Portanto, torna-se relevante a preocupação crescente com o controle eficiente de custos e a tomada de decisões lastreadas em informações confiáveis.

Fonseca (2015) notou que algumas características como área gessada total, teor de amilose aparente, temperatura de gelatinização e parâmetros de RVA podem prever preliminarmente o comportamento culinário dos grãos. Portanto, acredita-se que o uso de análises mais simples, que utilizam pouca quantidade de amostra e de custos relativamente baixos, pode ser recomendado nas etapas iniciais de seleção de linhagens/genótipos com qualidade de grãos desejável, para avanço no programa de melhoramento genético.

Análise de correlação entre as diferentes propriedades e modelos de predição

Os dados da análise sensorial foram distribuídos de acordo com as medidas de amostras de arroz analisadas por dois analistas sensoriais. Para os dois analistas foi tirada a média da avaliação sensorial, resultando na Tabela 5:

A escala de avaliação de pegajosidade era de cinco pontos conforme o ajuste realizado pelo estudo. Os resultados 2.5, 3.5 e 4.5 na Tabela 5 indicam discordância entre os avaliadores. Duas abordagens foram seguidas:

3. Abordagem considerando os pontos intermediários como novas categorias;
4. Abordagem desconsiderando os pontos intermediários.

Regressão Logística:

Abordagem 1: Com pontos intermediários na escala sensorial

[Digite texto]

Nesse caso foram retirados as categorias 2 e 2.5 por possuírem poucas observações. As demais categorias continuaram no estudo conforme a Tabela 5. A partir desses dados foi feito um estudo de correlações para verificar quais parâmetros poderiam ser selecionados para prever a análise sensorial.

Os coeficientes de correlação de Pearson para a relação entre as diferentes propriedades físico-químicas e de textura para os cinquenta e cinco genótipos de arroz são mostrados no gráfico de calor (Figura 5).

A partir da análise dos resultados apresentados no gráfico de calor para a matriz de correlação (Figura 5) é possível prever alguns parâmetros que podem ser selecionados para uso na rotina por meio dos altos valores de correlação. Nota-se que as variáveis *setback* e *final viscosity* apresentam correlação quase perfeita. Por isso, retirou-se a variável *setback* do estudo, uma vez que quase toda a informação desta variável é fornecida pela variável *final viscosity*.

As variáveis viscoamilográficas foram distribuídas em Boxplots (Figura 6) para se verificar o seu comportamento em relação às categorias consideradas.

A partir dessa análise foi possível verificar que as diferenças maiores na distribuição das variáveis viscoamilográficas ocorreram sempre na categoria muito pegajoso (MP). Às vezes na categoria pouco pegajoso + (PG+). Isto fica mais evidente para as variáveis TA, *breakdown*, *final viscosity* e *pasting*.

Este resultado já indicou que qualquer modelo de predição irá ter dificuldade em discriminar todas as categorias de pegajosidade consideradas com base nas medidas viscoamilográficas dos dados coletados. Gráficos de dispersão (Figura 7) entre as diversas variáveis viscoamilográficas e pegajosidade instrumental também foram produzidos para verificar a capacidade de discriminação da pegajosidade pelas variáveis viscoamilográficas. É possível verificar que novamente, apenas a categoria MP se apresenta distante das demais e com boa discriminação. Este resultado confirmou que os modelos a serem ajustados não devem ser bons modelos quando consideradas muitas categorias ou na ausência de extremos. Vale ressaltar também, que os dados das análises foram distribuídos conforme seleção das amostras baseado em seu teor de amilose, logo as amostras selecionadas apresentavam comportamento culinário muito semelhante, com poucos extremos, o que levou a análise sensorial julgar as amostras em sua maioria, como 3 ou 4, conforme a escala sensorial ajustada.

Dessa maneira seguem os modelos de Regressão Logística e Regressão múltipla aplicados:

Regressão Logística:

Abordagem 1: Com pontos intermediários na escala sensorial

Modelo 1: modelo multicategórico

Neste caso considerou-se como resposta todas as categorias sensoriais (PP, PP+, PG, PG+, MP) do conjunto de dados considerado. As variáveis explicativas são as variáveis viscoamilográficas citadas anteriormente (TA, TG, *peak*, *breakdown*, *final viscosity* e *pasting*).

Assim como em von Borries et al. (2017), foi calculado o modelo de regressão logístico sobre as duas primeiras componentes principais obtidas sobre as variáveis Viscoamilográficas (Tabela 6). As duas primeiras componentes explicam mais de 67% de toda a variação presente nas variáveis viscoamilográficas.

Pode-se observar que a PC1 é um contraste entre (TA, TG, *final viscosity*) x (*peak*, *breakdown*). Já a segunda componente, PC2, destaca as variáveis *peak* e *final viscosity*.

No modelo ajustado, os escores produzidos pela primeira componente principal são significantes, este modelo tem uma taxa de erro muito alta, cerca de 67% das observações sensoriais são incorretamente classificadas, confirmando o que foi observado nos gráficos boxplot (Figura 6) e de dispersão (Figura 7).

Modelo 2: Modelo binário

Quando considera-se a resposta como binária, o modelo que considera PP, PP+ como categoria (0) menos pegajoso e PG, PG+, MP como categoria (1) mais pegajoso, apresenta erro de predição de apenas 14,75%. De 47 observações na categoria 0, apenas 3 são classificadas como 1. De 14 observações 1, 6 são classificadas como 0. Este modelo parece ser mais adequado e indica um bom grau de discriminação do modelo.

Abordagem 2 – Sem pontos intermediários na escala sensorial

Neste caso desconsiderou-se as categorias com poucas observações e também as observações que apresentaram divergência na avaliação sensorial.

As categorias consideradas são PP com 20 observações, PG com 13 e MP com 11 observações. Repetindo a análise, o ajuste logístico politômico ainda apresenta alta taxa de erro de predição, cerca de 50%. O modelo binário apresenta taxa de erro em torno de 16%. Esta abordagem não apresentou vantagem em relação à abordagem anterior.

Regressão múltipla da Análise sensorial com os parâmetros de RVA e Textura Instrumental

Na tabela 7 é possível verificar que quatro variáveis foram significativas na análise de regressão múltipla indicando que essas variáveis possuem um efeito sobre a análise sensorial. As variáveis que apresentaram o efeito foram: Textura Instrumental (pegajosidade e dureza), *peak* e *final viscosity*, sendo estas últimas variáveis que compõem a análise de RVA. Nesse contexto, foi calculado então o efeito para cada variável que foi significativa. Para a variável *textura instrumental – dureza* o tamanho de efeito foi de $\beta = -0.004$. Isso implica na conclusão de que a cada unidade de *textura instrumental – dureza* que é aumentada observa-se o decréscimo de 0.004 na análise sensorial (*análise sensorial - pegajosidade*). Para a variável *textura instrumental – pegajosidade* o tamanho de efeito foi de $\beta = -0.07$. Isso implica na conclusão de que a cada unidade de *textura instrumental – pegajosidade* que é aumentada observamos o decréscimo de 0.07 na análise sensorial (*análise sensorial - pegajosidade*). Para a variável *peak* o tamanho de efeito foi de $\beta = -11.002$. Isso implica na conclusão de que a cada unidade de *peak* que é aumentada observamos o decréscimo de 11.002 análise sensorial (*análise sensorial - pegajosidade*). Para a variável *final viscosity* o tamanho de efeito foi de $\beta = -7.232$. Isso implica na conclusão de que a cada unidade de *final viscosity* que é aumentada observa-se o decréscimo de 7.232 na análise sensorial (*análise sensorial - pegajosidade*).

Ao analisar o tamanho de efeito destas variáveis sobre a variável resposta pode-se perceber que duas variáveis tiveram maior influência. As variáveis *peak* e *final viscosity* apresentaram um grande efeito de relação inversa com a variável resposta. Portanto, as análises instrumentais (textura instrumental e RVA) apresentam potencial para predizerem o comportamento culinário do arroz tendo como referência o teste sensorial realizado por painel treinado.

Integração dos atributos de qualidade por meio de aplicativo em software livre para estimar a qualidade culinária de arroz

Os atributos de qualidade do grão de arroz foram integrados e usados para criação de regras de classificação da qualidade utilizadas por um aplicativo em software livre na predição do comportamento culinário do arroz. Em um mundo cada vez mais conectado e sem fronteiras, as novas tecnologias surgem para facilitar as relações de trocas entre indivíduos e organizações. Essas trocas vão além das relações econômicas, onde empresas utilizam as

novas tecnologias para aprimorar seus processos de trabalho buscando maior eficiência e eficácia na utilização de recursos organizacionais. Conforme Silva (2009), software é um produto aplicativo de uma ou mais linguagens contempladas no sistema do computador. Para Pressman (2011), o software distribui o produto mais importante de nossa era: a informação. Ele transforma dados pessoais de modo que possam ser mais úteis num determinado contexto; gerencia informações comerciais para aumentar a competitividade; fornece um portal para redes mundiais de informação (Internet) e os meios para obter informações sob todas as suas formas. O software livre é aquele que respeita quatro liberdades fundamentais, em que todos podem: executar o programa, mudar o código-fonte, redistribuir cópias e distribuir versões alteradas (STALLMAN, 2012).

Dessa maneira, para classificar a qualidade do arroz quanto à pegajosidade, foi utilizada uma escala de cores. A integração dos dados se deu pela integração dos testes: teor de amilose, temperatura de gelatinização, RVA, análise de textura instrumental. Para a integração dos testes foram categorizadas faixas para classificação do material de acordo com as análises realizadas e o perfil de viscosidade da amostra. Faixas de classificação para testes instrumentais também foram propostas por Shafie et al (2016). Neste estudo, já havia sido verificado que utilizar somente o teor de amilose não era uma boa prática para prever a viscosidade do amido, portanto, caracterizou-se o arroz com base no perfil viscoamilográfico (RVA). Shafie et al (2016) verificaram em seu estudo que somente as variáveis *peak*, *breakdown* e *set back* foram consideradas para traçar o perfil de pegajosidade. Já neste estudo, foram considerado as variáveis *Peak*, *trough*, *final viscosity*, *setback* e *peak time* que compõem o RVA, além dos outros parâmetros de qualidade, como: TA, TG, combinação de TA + TG e Textura instrumental, todas elas foram utilizadas para prever o perfil culinário do grão de arroz.

Portanto, a classificação pode servir como base para a seleção efetiva de arroz de acordo com propriedades deste. A partir da integração dos dados no aplicativo, foi possível verificar qual o perfil culinário da amostra, o que facilita prever qual a probabilidade do arroz em atender os padrões de qualidade. O software livre possui muitos pontos positivos que o tornam relevante para que seja inserido na estratégia principal dos laboratórios e indústrias, como suporte para o alcance de resultados mais efetivos. Dentre os pontos positivos, destacam-se: custo, adaptabilidade, estabilidade, segurança, suporte, independência e qualidade. Por isso, torna-se fundamental alinhar a inserção dessas tecnologias com a estratégia principal para que se possa colher os melhores resultados. O software está pronto e

sendo utilizado para validação. A perspectiva futura é o uso da inteligência artificial, que inclui a programação de computadores para determinados traços, tais como conhecimento, raciocínio, solução de problemas, percepção, aprendizagem e planejamento. Portanto, a inteligência artificial tem a capacidade de decidir entre opções pré-estabelecidas, qual é a melhor. Isso é feito com base em bancos de dados que são constantemente abastecidos por novas informações pelo próprio sistema (STALLMAN, 2012).

Conclusão

Foi possível identificar, por meio da associação dos diferentes parâmetros físicos, físico-químicos e de textura do arroz, que os principais indicadores para predizer o perfil culinário de genótipos foram relacionados principalmente às propriedades de pasta, aos atributos de textura instrumental e sensorial dos grãos. Por meio dos resultados analisados, nota-se que existem indicadores mais relevantes do que outros. Análise de componentes principais em conjunto com a regressão logística politômica e regressão múltipla são métodos eficientes para prever a viscosidade do arroz usando medidas viscoamilográficas e textura como preditores. Foi possível por meio da integração dos dados dos parâmetros culinários, criar um aplicativo em software livre para estimar a qualidade culinária dos grãos, algo inovador que pode auxiliar os programas de melhoramento a verificar o perfil dos grãos de arroz.






Cor	Qualidade culinária esperada
	Boa qualidade culinária
	Baixa tendência a pegajosidade e dureza
	Média tendência de pegajosidade e dureza
	Alta tendência de pegajosidade e dureza
	Não definido
	Muito baixa tendência de pegajosidade e dureza

Figura1. Paleta de cores de predição do grão de arroz

TA TG	A (1 a 3)	A/I (3,1-3,9)	I (4 e 5)	I/B (5,1-5,9)	B (6 e 7)
C					
C/MB					
MB					
MB/B					
B					
B/I					
I					
I/A					
A					

Figura 2. Combinação de parâmetros para Teor de amilose (TA) e Temperatura de Gelatinização (TG) para traçar o perfil culinário

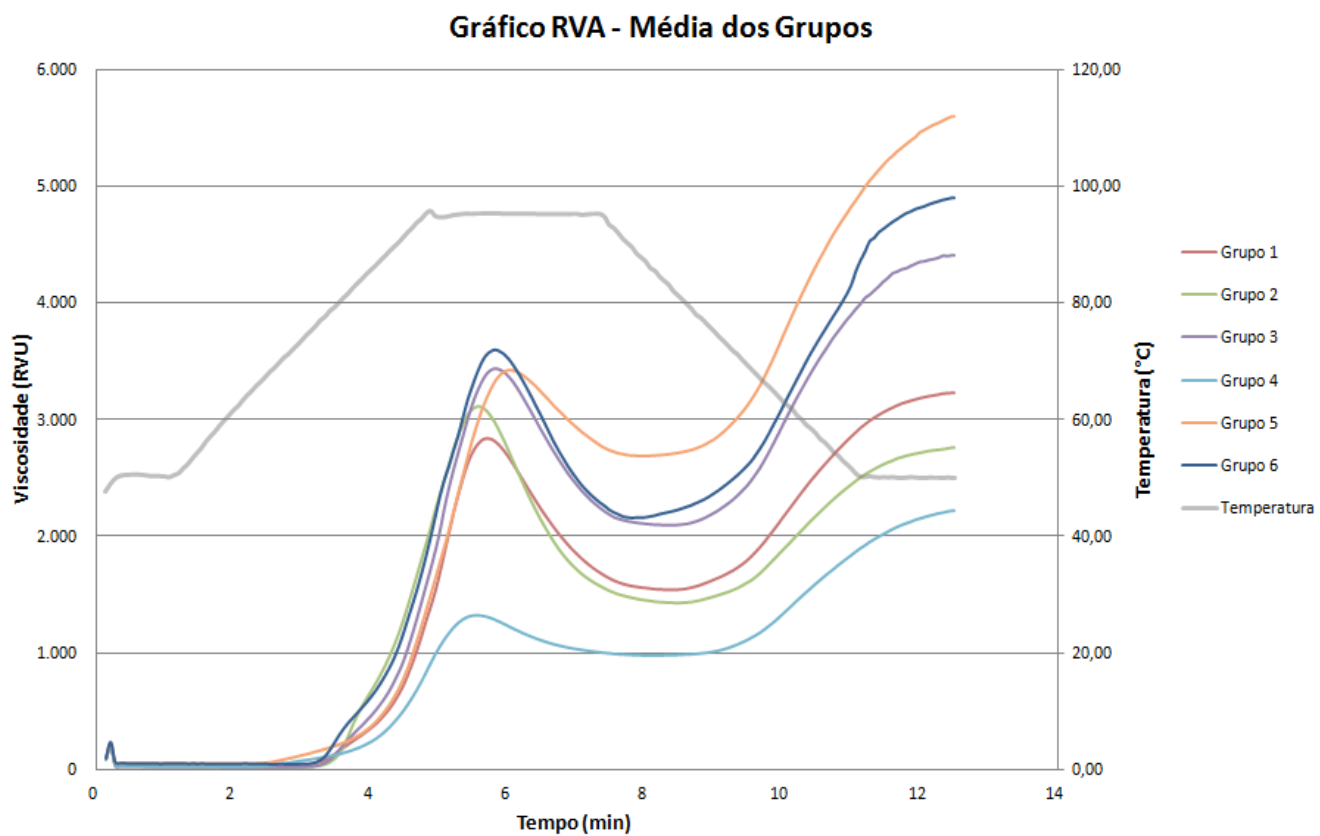


Figura 3. Perfil de viscosidade de pasta de grãos de arroz

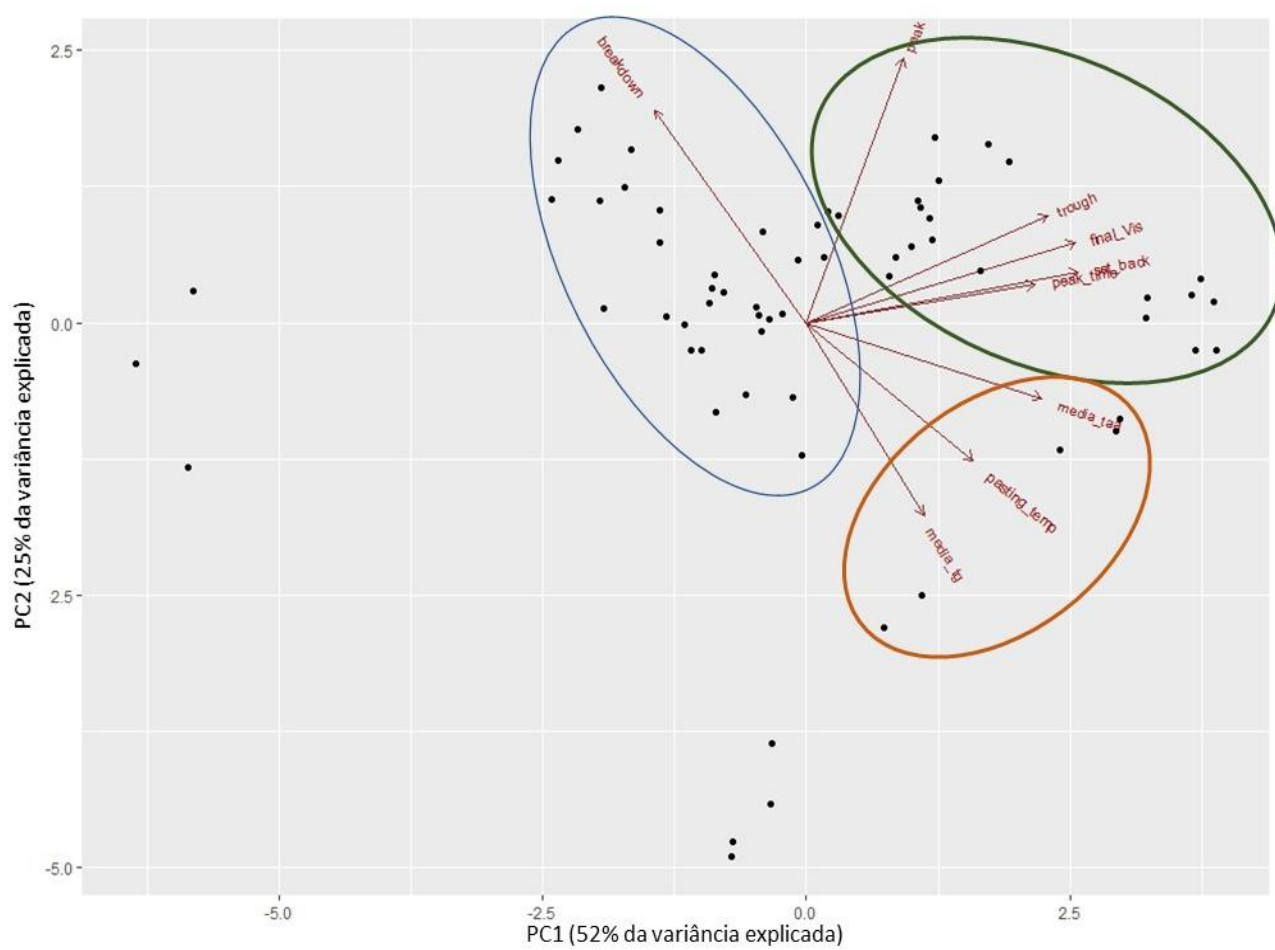


Figura 4. Gráfico de apresentação dos dois principais eixos (PC1 e PC2) com 77% da variância explicada.

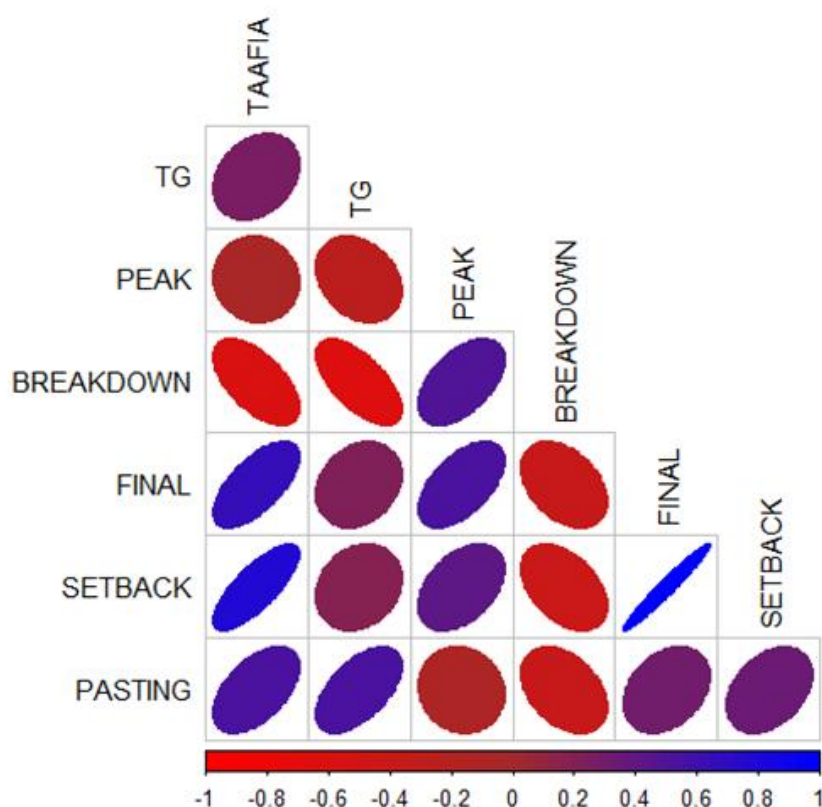


Figura 5. Correlação entre todas as variáveis analisadas. Valores de correlação entre uma variável e essa mesma variável correspondem a um valor igual a 1. Valores negativos indicam correlação negativa e têm cor em tons de vermelho na Figura. Valores positivos indicam correlação positiva e têm cor em tons de azul na Figura. O valor zero tem cor branca. Legenda: TPP: Teste de panela Peg; Prvu: Peak RVU; Brvu: Break RVU; TPD: Teste de panela dureza; TED: texturômetro dureza; Ptm: peak time; Ptam: pasting time; Tpeg: texturômetro pegajosidade; Trvu: Trough RVU; Vrvu: Final Vis RVU; Srvu: Setback RVU.

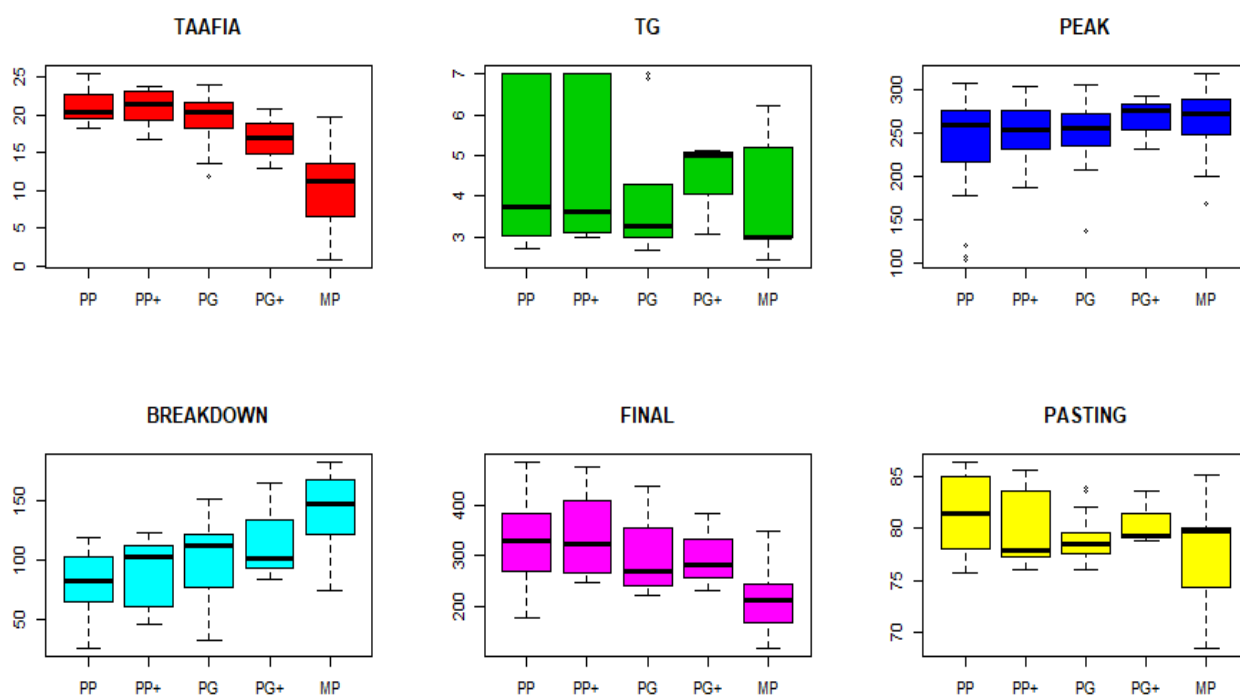


Figura 6. Comportamento das variáveis viscoamilográficas em relação ao teste de panela. Pouco pegajoso (PP), pouco pegajoso + (PP+), Pegajoso (PG), Pegajoso + (PG+), Muito Pegajoso (MP)

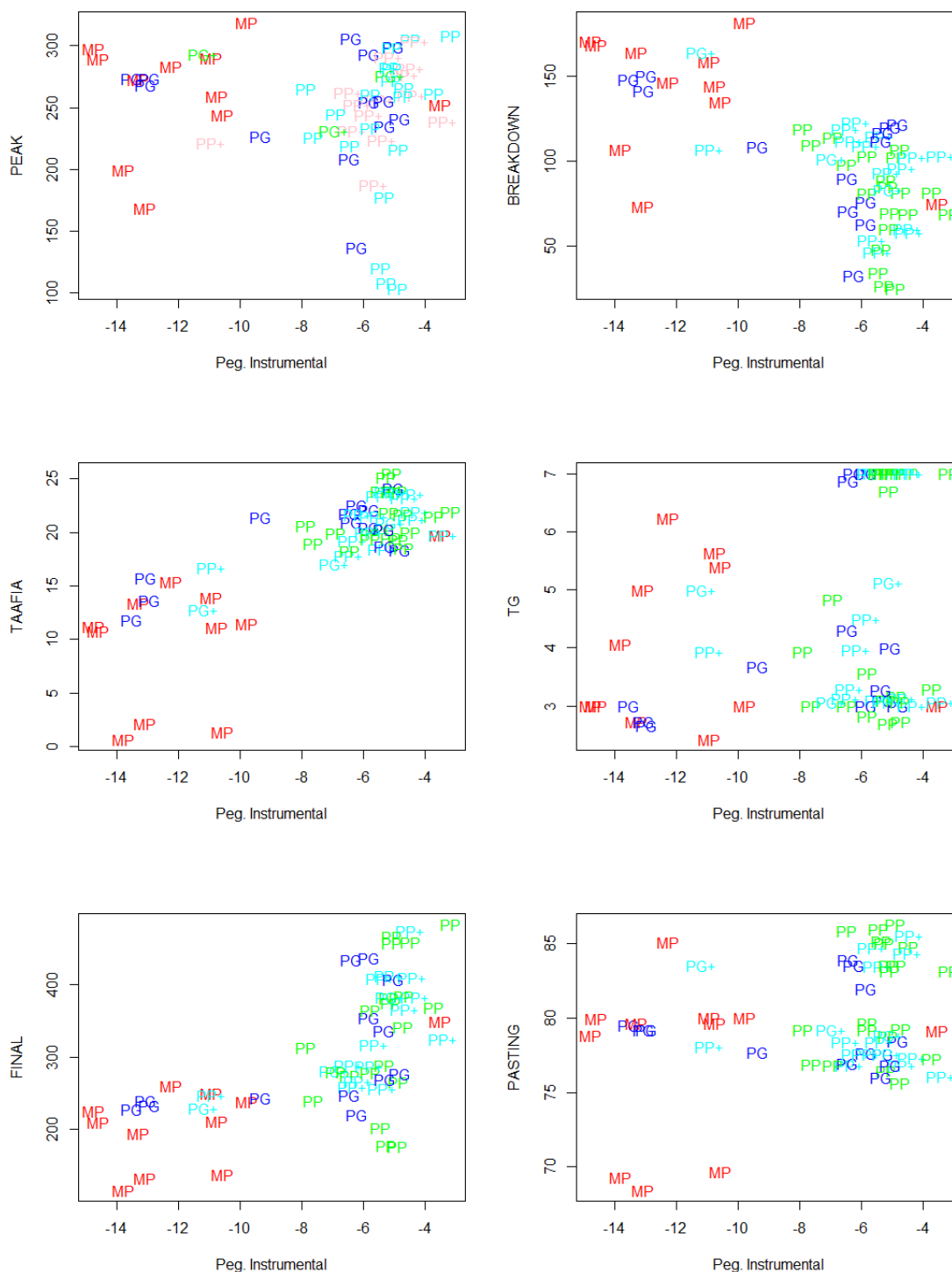


Figura 7. Gráficos de Dispersão entre as diversas variáveis viscoamilográficas e pegajosidade instrumental. Pouco pegajoso (PP),pouco pegajoso + (PP+), Pegajoso (PG), Pegajoso + (PG+), Muito Pegajoso (MP)

Tabela 1. Classificação do grão arroz de acordo com os atributos de qualidade culinária

ATRIBUTOS DE QUALIDADE DE ARROZ	FAIXAS	QUALIDADE CULINÁRIA
Teor de amilose (TA)	%	
Ceroso (C)	0-4	Vermelho
Muito baixo (MB)	5-12	Vermelho
Baixo (B)	12-20	Amarelo
Intermediário (I)	20-25	Verde
Alto (A)	>25	Laranja

	FAIXAS	
Temperatura de gelatinização (TG)	Nota	
Baixa (B)	6-7	Amarelo
Intermediária (I)	4-5	Laranja
Alta (A)	1-3	Verde

Combinação TA+TG	
C+I	Vermelho
C+B	Vermelho
MB+A	Vermelho
MB+(I-B)	Vermelho
(MB-B)+A	Vermelho
B+A	Laranja
B+(A-I)	Amarelo
B+I	Laranja
B+B	Vermelho
(B-I)+A	Verde ou Amarelo
(B-I)+(A-I)	Amarelo
(B-I)+I	Verde ou Amarelo
(B-I)+(I-B)	Verde
(B-I)+B	Amarelo
I+A	Verde ou Amarelo
I+(A-I)	Laranja
I+I	Amarelo
I+B	Verde ou Amarelo
(I-A)+A	Vermelho
(I-A)+I	Amarelo
	Amarelo
(I-A)+B	
A+I	Verde

FAIXAS			
RVA	RVU	RVU	RVU
Trough (Tr)	90-140	80-250	100-250
Breakdown (BD)	>100	30-120	50-120
Setback (SB)	100-280	180-500	250-500
Final Viscosity (FV)	<100	100-150	>150
Peak Time (PT)	<5,5	>5,5	>5,5
QUALIDADE	Vermelho/Laranja	Amarelo	Verde
CULINÁRIA			

FAIXAS		
Texturômetro (PEG)	N	
	< -5	Verde
	-5,1 a -6,5	Amarelo
	> -6,6	Vermelho

Tabela 2. Teor de Amilose (TAA) Renda do benefício (RB), Rendimento de Inteiros (RI), Área Gessada Total (AGT), Comprimento (C), Dimensão (D), Grau de Polimento (GP) e Temperatura de Gelatinização.

CLASSE DE TA*	TAA (%)	RB	RI (%)	AGT	C	D (C/L)	GP
CEROSO	1,42±0,73	65,63 ± 5,57	34,32 ± 13,75	69,36 ± 6,35	5,48 ± 0,35	2,52 ± 0,23	105 ± 2,65
MUITO BAIXO	11,29 ± 0,39	64,76 ± 5,62	41,29 ± 17,22	23,13 ± 12,50	6,67 ± 0,11	2,77 ± 0,17	103,4 ± 3,21
BAIXO	18,17 ± 2,28	66,5 ± 4,75	50,06 ± 13,67	22,03 ± 8,37	6,48 ± 0,37	3,14 ± 0,35	100,6 ± 4,52
INTERMEDIÁRIO	22,42 ± 1,36	62,63 ± 7,15	46,53 ± 15,35	18,37 ± 7,02	6,63 ± 0,35	3,35 ± 0,25	99 ± 5,80
CLASSE DE TG	TG (%)						
BAIXO	6,93±0,19						
INTERMEDIÁRIO	4,21±0,87						
ALTO	2,85±0,18						

*As classes foram agrupadas de acordo com o teor de amilose absoluto.

¹Valores correspondem à média ± desvio padrão

Tabela 3. Média e Desvio padrão para os grupos RVA.

	Peak (RVU)	Trough (RVU)	Breakd own (RVU)	Final Vis. (RVU)	Set back (RVU)	Peak time (min)	Pasting temp. (°C)	Média de TAA [%]
GRUPO 1	237,79 ± 30,38 CV= 12,77	128,42 ± 11,48 CV= 8,94	139,37 ± 21,56 CV= 19,71	269,61 ± 25,73 CV= 9,55	141,09 ± 17,82 CV= 12,63	5,68 ± 0,06 CV = 1,11	80,49 ± 3,55 CV= 4,42	19,76 ± 2,29 CV= 11,60
GRUPO 2	262,69 ± 14,17 CV= 5,39	119,09 ± 15,14 CV= 12,71	143,61 ± 29,31 CV= 20,41	230,17 ± 51,09 CV= 22,20	111,09 ± 35,94 CV= 32,36	5,53 ± 0,14 CV = 2,56	78,62 ± 1,46 CV= 1,86	17,54 ± 5,86 CV= 33,43
GRUPO 3	209,07 ± 1,15 CV= 0,55	119,82 ± 2,27 CV= 1,89	89,25 ± 1,12 CV= 1,25	261,21 ± 19,91 CV= 7,62	141,40 ± 17,64 CV= 12,48	5,64 ± 0,05 CV = 0,88	80,84 ± 5,53 CV= 6,84	20,63 ± 1,59 CV= 7,71
GRUPO 4	110,53 ± 8,41 CV= 7,6	81,69 ± 3,67 CV= 4,49	28,83 ± 4,81 CV= 16, 67	185,15 ± 14,96 CV= 8,08	103,46 ± 11,64 CV= 11,25	5,53 ± 0,04 CV = 0,63	85,79 ± 0,64 CV= 0,74	24,28 ± 0,77 CV= 3,19
GRUPO 5	287,29 ± 9,49 CV= 3,30	223,77 ± 4,26 CV= 1,90	63,53 ± 5,24 CV= 8,25	466,80 ± 8,04 CV= 1,72	243,04 ± 8,42 CV= 3,46	6,02 ± 0,13 CV = 2,13	83,69 ± 0,63 CV= 0,75	24,23 ± 1,07 CV= 4,43
GRUPO 6	299,46	179,29	120,17	407,71	228,42	5,83	76,83	24,05

¹Valores correspondem à média ± desvio padrão

Tabela 4. Medidas sensoriais e instrumentais de viscosidade obtidas das amostras de arroz da EMBRAPA Arroz e Feijão

Amostra	TA	TG	Text. Instrumental (Pegajosidade)	Peak (RVU)	Trough (RVU)	Breakdown (RVU)	Final Vis. (RVU)	Setback (RVU)	Peak time (min)	Pegajosidade (Sensorial)	
709	17,79	3,13	-6,50	261,91	142,75	119,16	288,79	146,04	5,87	4	3
710	11,09	5,63	-10,75	259,37	115,04	144,33	210,45	95,41	5,67	5	5
711	20,98	6,87	-6,51	305,66	234,75	70,91	434,83	200,08	6,10	4	4
712	18,41	3,10	-5,42	223,38	108,33	115,04	256,21	147,88	5,57	3	4
713	19,26	3,30	-6,37	231,21	119,04	112,17	258,79	139,75	5,80	4	3
714	19,28	3,17	-4,88	216,08	113,25	102,83	265,67	152,42	5,53	3	3
715	18,27	3,00	-6,47	218,88	120,63	98,25	274,04	153,42	5,83	3	3
717	18,68	3,10	-5,30	235,25	118,46	116,79	268,83	150,38	5,70	4	4
718	20,86	6,93	-4,22	241,50	190,92	50,58	392,92	202	5,90	3	3
719	23,24	3,13	-4,69	276,63	180,71	95,92	365,71	185,00	5,80	3	4
720	21,88	7,00	-3,18	307,88	238,42	69,46	483,83	245,42	5,83	3	3
721	23,38	7,00	-5,47	255,79	209,33	46,46	409,21	199,88	5,97	3	4
722	22,11	7,00	-5,83	293,04	230,13	62,92	437,54	207,42	6,07	4	4
723	22,55	7,00	-6,23	136,83	103,88	32,96	220,33	116,46	5,53	4	4
724	21,82	3,10	-5,19	282,33	193,08	89,25	381,50	188,42	5,87	3	3
725	10,81	3,00	-14,60	289,33	120,50	168,83	210,13	89,63	5,57	5	5
726	19,78	3,00	-3,54	252,00	176,50	75,50	349	172,50	5,80	5	5
727	19,97	7,00	-4,49	305,50	236,08	69,42	459,13	223,04	6,20	3	3
728	21,93	3,00	-4,35	303,42	200,96	102,46	382,46	181,50	5,73	4	3
729	21,52	3,30	-3,74	261,08	179,00	82,08	369,17	190,17	5,97	3	3
730	21,51	7,00	-5,68	187,33	133,71	53,63	316,71	183,00	5,63	4	3
731	11,50	3,00	-9,78	318,75	136,96	181,79	238,58	101,63	5,50	5	5
732	13,90	2,43	-10,94	290,13	131,63	158,50	249,50	117,88	5,47	5	5
733	12,82	5,00	-11,21	293,25	128,92	164,33	229,08	100,17	5,63	5	4
734	11,83	3,00	-13,53	273,29	124,75	148,54	227,67	102,92	5,60	4	4
735	18,99	3,00	-7,64	226,00	116,13	109,88	239,21	123,08	5,67	3	3

736	20,47	3,00	-5,83	254,42	177,96	76,46	353,96	176,00	5,87	4	4
737	19,52	2,70	-5,14	272,25	187,13	85,13	374,79	187,67	5,83	3	3
738	18,55	2,73	-4,71	265,71	183,75	81,96	384,38	200,63	5,83	3	3
739	19,36	2,83	-5,80	260,46	179,38	81,08	365,33	185,96	5,83	3	3
740	21,25	7,00	-4,45	260,08	202,04	58,04	410,29	208,25	6,10	3	4
741	20,85	5,13	-5,15	275,54	192,08	83,46	382,46	190,38	5,93	4	5
742	11,24	3,00	-14,77	298	127,33	170,67	225,00	97,67	5,57	5	5
743	17,06	3,07	-7,68	231,42	129,88	101,54	281,08	151,21	5,93	4	5
744	20,26	7,00	-5,36	177,67	129,54	48,13	288,83	159,29	5,73	3	3
745	20,28	3,27	-5,35	255,13	143,17	111,96	336,63	193,46	5,63	4	4
746	1,35	5,40	-10,58	243,75	108,71	135,04	137,50	28,79	3,60	5	5
747	19,72	3,07	-3,43	239,00	135,79	103,21	325,00	189,21	5,67	3	4
748	21,67	3,07	-4,75	259,46	152,21	107,25	341,96	189,75	5,67	3	3
749	2,18	5,00	-13,08	168,29	94,46	73,83	132,50	38,04	3,53	5	5
750	0,72	4,07	-13,80	199,75	92,42	107,33	115,50	23,08	3,53	5	5
1956	19,50	4,27	-4,73	209,88	121,42	88,46	275,29	153,87	5,67	2	2
1957	21,75	4,30	-6,45	208,25	118,21	90,04	247,13	182,92	5,60	4	4
1959	21,68	3,97	-6,19	252,67	129,79	122,88	266,29	136,50	5,43	4	3
1961	19,82	3,57	-5,80	233,75	130,46	103,29	278,38	147,92	5,70	3	3
1962	23,87	7,00	-5,45	119,92	85,58	34,33	202,42	116,83	5,57	3	3
1963	20,20	4,53	-5,46	285,58	150,33	135,25	321,08	170,75	5,70	2	3
1964	23,79	7,00	-4,91	103,71	78,29	25,42	176,25	97,96	5,53	3	3
1965	23,53	7,00	-4,51	282,13	221,63	60,50	474,33	252,71	5,97	3	4
1966	24,05	4,00	-5,05	299,46	179,29	120,17	407,71	228,42	5,83	4	4
1967	25,47	6,70	-5,11	281,50	221,00	60,50	458,33	237,33	5,93	3	3
1968	23,70	7,00	-5,10	298,25	228,67	69,58	467,75	239,08	6,17	3	3
1969	13,39	2,73	-13,30	272,71	108,38	164,33	194,04	85,67	5,63	5	5
1970	15,43	6,23	-12,25	283,17	136,63	146,54	259,92	123,29	5,77	5	5
1971	25,17	7,00	-5,27	107,96	81,21	26,75	176,79	95,58	5,50	3	3
1972	23,75	3,07	-5,18	291,21	197,67	93,54	413,00	215,33	5,90	3	4

2056	16,69	3,93	-10,94	221,08	114,04	107,04	246,79	132,75	5,83	4	3
2057	15,76	2,73	-13,06	267,88	126,33	141,54	239,17	112,83	5,83	4	4
2058	13,62	2,67	-12,95	273,38	122,67	150,71	232,63	109,96	5,77	4	4
2060	20,00	4,50	-5,83	244,25	134,88	109,38	287,42	152,54	5,80	3	4

¹Valores correspondem à média \pm desvio padrão

Tabela 5. Média da avaliação sensorial para a classificação para os modelos preditores: pouco pegajoso (PP), pouco pegajoso + (PP+), Pegajoso (PG), Pegajoso + (PG+), Muito Pegajoso (MP)

			PP	PP+	PG	PG+	MP
Resposta	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
Avaliações	1	2	20	14	13	3	11

Tabela 6. Coeficientes de cada variável nos cinco componentes principais.

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
TAAFIA	0.5171300	-0.2102213	-0.54365746	0.6046366	0.16502950
TG	0.4523259	0.2177088	0.76886982	0.3931594	-0.04763409
PEAK	-0.1568480	-0.7179740	0.32506835	0.0144041	0.59500856
BREAKDOWN	-0.5825088	-0.2297756	0.06628323	0.6094110	-0.48177938
FINAL	0.4050432	-0.5832036	0.05668214	-0.3290151	-0.61995944

Tabela 7: Valores de regressão linear múltipla. G.L. refere-se aos graus de liberdade na análise. Quadrados médios são obtidos nos cálculos da estatística do teste. Valor de P fixado como 0.05. Valores abaixo desse limiar indicam relação significativa entre as variáveis. Valores em negrito indicam relações significativas ao nível de 0.05.

Variável	G.L.	Quadrados médios	Valor de F	Valor de P
Tex_dur	1	1.701	4.760	0.030
Tex_peg	1	32.116	89.873	<0.001
Peak	1	1.675	4.686	0.032
Trough	1	0.029	0.080	0.777
Break	1	0.470	1.315	0.254
Final_vis	1	4.097	11.466	<0.001
Setback	1	0.165	0.462	0.498
Peaktime	1	0.050	0.141	0.701
Pastingtime	1	0.248	0.694	0.407
Resíduos da análise	118	0.357		

*Variável resposta: Panela_peg

Referências

ALLAHGHOLIPOUR, M.; ALI, A. J.; ALINIA, F.; NAGAMINE, T.; KOJIMA, Y. Relationship between rice grain amylose and pasting properties for breeding better quality rice varieties. **Plant Breeding**, Berlin, v. 125, n.4, p. 357-362, 2006.

BORRIES, G.,V; BASSINELLO, P., Z.; RIOS, E., S.; KOAKUZU, S.,N.; ROSANGELA, N., C. Prediction models of rice cooking quality. **Cereal Chemistry**, v. 95, n. 1, p. 158-166, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 6, de 16 e fevereiro de 2009 - Aprova o regulamento técnico do arroz, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev., Seção 1, p. 3, 2009.

CASTRO, E. M.; VIEIRA, N. R. A.; RABELO, R. R.; SILVA, S. A. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999.

CASTRO, E. M.; FERREIRA, C. M.; MORAIS, O. P. Qualidade de grãos e competitividade do arroz de terras altas. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ/ REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ – RENAPA, 1./ 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Documentos 153. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 220-233.

CAZETTA, D. A.; ARF, O.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E. DE; RODRIGUES, R. A. F. Industrial quality of an upland rice variety cultivated in rotation with several crops and nitrogen doses in a no-till system. **Científica Jaboticabal**, v.34, n.2, p.155-161, 2006.

CHENG, F. M.; ZHONG, L.J.; ZHANG, G. P. Differences in cooking and eating properties between chalky and translucent parts in rice grains. **Food Chemistry**, Oxford, v. 90, p. 39–46, 2005.

CHAMPAGNE, E. T.; BETT-GARBER, K. L.; McCLUNG, A. M.; BERGMAN, C. Sensory characteristics of diverse rice cultivars as influenced by genetic and environmental factors. **Cereal Chemistry**, v. 81, n. 2, p. 237-243, 2004.

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

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2. Ed. Brasília, 2013.

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

FITZGERALD, M. A.; MCCOUCH, S. R.; HALL, R. D. Not just a grain of rice: the quest for quality. **Trends in Plant Science**, v. 14, n. 3, p. 133-139, 2009.

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

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

GANI, A.; WANI, S. M.; MASOODI, F. A.; SALIM, R. Characterization of rice starches extracted from Indian cultivars. **Food Science and Technology International**, v. 19, n. 2, p. 143–152, 2013.

GOESAERT, H.; BRUS, K.; VERAVERBEKE, W. S.; COURTIN, C. M.; GEBRUERS, K.; DELCOUR, J. A. Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, n. 1-3, p. 12-30, 2005.

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

KONG, X.; ZHU, P.; SUI, Z.; BAO, J. Physicochemical properties of starches from diverse rice cultivars varying in apparent amylose content and gelatinisation temperature combinations. **Food Chemistry**, v. 172, p. 433–440, 2015.

LIMA, C. H. A. M.; COBUCCI, R. M. A.; BASSINELO, P. Z.; BRONDANI, C.; COELHO, N. R. A. **Seleção e treinamento de uma equipe de provadores para avaliação sensorial de diferentes cultivares de arroz**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Arroz e Feijão, 24 p. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

MAGALHÃES JUNIOR, A. M.; FAGUNDES, P. R.; FRANCO, D. F. Melhoramento genético, biotecnologia e cultivares de arroz irrigado. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; GOMES, A. S.; ANDRES, A. (Ed.) **Arroz irrigado: melhoramento genético, manejo do solo e da água e prognóstico climático**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011, p.13-33.

MARTÍNEZ, C.; CUEVAS, F. **Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz**. 3. ed. Cali: CIAT, 1989.

OLIVEIRA, M.; PARAGINSKI, R. T.; ZIEGLER, V.; TALHAMENTO, A.; ELIAS, M. C. Propriedades tecnológicas e de cocção em grãos de arroz condicionados em diferentes temperaturas antes da parboilização. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 146-153, 2014.

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 Agroindustrial**. INSS 1981-3686. v.8, n.1, p.1262-1273, 2014. Doi:10.3895/S198136862014000100011.

PRESSMAN, R. S. Engenharia de software: uma abordagem profissional. 7ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2011.

REIS, N. Desenvolvimento de um mix para pão sem glúten: efeito do amido de arroz nativo e modificado nas propriedades reológicas e de textura. **Dissertação** (Mestre em Empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar) - Instituto politécnico de Viana do Castelo. Argentina. 2015

SALEH, M. I.; MEULLENET, J.; Effect of Moisture Content at Harvest and Degree of Milling (Based on Surface Lipid Content) on the Texture Properties of Cooked Long-Grain Rice. **Cereal Chemistry**, Oxford, v. 84, n.2, p. 119–124, 2007.

SANTOS, T. P. B. Características físicas e químicas dos grãos gessados e seus efeitos na qualidade do arroz. **Tese**, Universidade Federal De Goiás, Escola De Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2012.

SHAFIE, B., CHENG, S. C.; LEE, H. H.; YIU, P. H. Characterization and classification of whole-grain rice based on rapid visco analyzer (RVA) pasting profile. **International Food Research Journal** 23(5): p. 2138-2143, 2016.

SILVA, R. F. L. e-RH em um ambiente global e multicultural. Brasília:Senac-DF, 2009.

STALLMAN, R. Software proprietário é “colonização digital”. II fórum mundial de educação profissional e tecnológica. Texto de Juliana Motta. 31 de maio de 2012, 11:38.

TEBA, C. S.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades de pasta de massas alimentícias pré-cozidas de arroz e feijão. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 3, p. 411-426, 2009.

WANI, A. A.; SINGH, P.; SHAH, M. A.; SCHWEIGGERT-WEISZ, U.; KHALID; WANI, G. I. A. Rice starch diversity: effects on structural, morphological, thermal, and physicochemical properties - A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 11, n. 5, p. 417-436, 2012.

YAN, C. J.; LI, X.; ZHANG, R.; SUI, J. M.; LIANG, G. H.; SHEN, X. P.; GU, S. L.; GU, M. H. Performance and inheritance of rice starch RVA profile characteristics. **Rice Science, Hangzhou**, v. 12, n.1, p. 39-47, 2005.

ZHOU, Z.; ROBARDS, K.; HELLIWELL, S.; BLANCHERD, C. Review: Composition and functional properties of rice. **International Journal of Food Science and Technology**, v.37, n.8, p.849-868, 2002.

CONFIRMAÇÃO DE SUBMISSÃO

The screenshot shows a web browser window with the URL <https://mc.manuscriptcentral.com/joss>. The page header includes the ScholarOne Manuscripts logo and navigation links: Marília Silva, Instruções e Formulários, Socorro, and Sair. The main content area is titled "Confirmação de envio" (Submission Confirmation) and includes a red warning: "POR FAVOR, CLIQUE NO BOTÃO 'RETURN TO DASHBOARD' PARA SAIR DESTA PÁGINA. NÃO USE O BOTÃO TRASEIRO DO SEU NAVEGADOR." (PLEASE, CLICK THE 'RETURN TO DASHBOARD' BUTTON TO LEAVE THIS PAGE. DO NOT USE THE BACK BUTTON OF YOUR BROWSER). Below this, it says "Obrigado pela sua submissão" (Thank you for your submission). A table provides submission details:

Submetido para	Jornal de Estudos Sensoriais
ID do manuscrito	JOSS-OA-18-0088
Título	AJUSTE DE ESCALAS DE CLASSIFICAÇÃO DE ARROZ COZIDO PARA AVALIAÇÃO DE TEXTURA E TREINAMENTO DO PAINEL SENSORIAL
Autores	Silva, Marília Bassinello, Priscila Borries, George Von Nunes, Rosângela
Data Enviada	05 de julho de 2018

At the bottom right, there is a "Painel de autor" (Author Dashboard) button. The footer of the page shows the ScholarOne logo and the Clarivate logo. The Windows taskbar at the bottom indicates the date and time as 09:51 on 05/07/2018.

[Digite texto]

Normas de Submissão: Artigo 1 Journal Of Sensory Studies

1. SUBMISSÃO

Os autores devem gentilmente observar que a submissão implica que o conteúdo não foi publicado ou submetido para publicação em outro lugar, exceto como um breve resumo nos anais de uma reunião científica ou simpósio.

Uma vez que os materiais de submissão tenham sido preparados de acordo com as Diretrizes dos autores, os manuscritos devem ser submetidos on-line através do [sistema editorial online](#) da [revista](#).

Ao enviar um manuscrito para ou revisar esta publicação, seu nome, endereço de e-mail e afiliação, e outros detalhes de contato que a publicação possa exigir, serão usados para as operações regulares da publicação, incluindo, quando necessário, compartilhamento com o editor (Wiley) e parceiros para produção e publicação. A publicação e o editor reconhecem a importância de proteger as informações pessoais coletadas dos usuários na operação desses serviços e têm práticas implementadas para garantir que sejam tomadas medidas para manter a segurança, a integridade e a privacidade dos dados pessoais coletados e processados. . Você pode aprender mais em <https://authorservices.wiley.com/statements/data-protection-policy.html>.

2. OBJETIVOS E ESCOPO

O *Journal of Sensory Studies* publica artigos originais de pesquisa e revisão, bem como trabalhos expositivos e tutoriais com foco em estudos observacionais e experimentais que levam ao desenvolvimento e aplicação de métodos sensoriais e de consumo (incluindo comportamento) a produtos como alimentos e bebidas, médicos, agrícolas, biológicos, farmacêuticos, cosméticos ou outros materiais; informações como marketing e informação ao consumidor; ou melhoria de serviços baseados em métodos sensoriais. Todos os artigos devem mostrar algum avanço da ciência sensorial em termos de métodos. A revista NÃO publica artigos que se concentram principalmente na aplicação de técnicas sensoriais padrão a variações experimentais em produtos, a menos que os autores possam mostrar uma aplicação única de sensoriais de uma maneira incomum ou em uma nova categoria de produto onde métodos sensoriais geralmente não foram aplicados.

[Retornar para as seções de orientação](#)

3. CATEGORIAS E REQUISITOS DE MANUSCRITOS

Os artigos poderiam abordar (esses tópicos não são exaustivos):

- novos desenvolvimentos nos métodos sensoriais (incluindo o consumidor),
- estudos de aceitação de produtos e consumidores que destacam aplicações exclusivas de métodos sensoriais (o foco deve estar nos aspectos exclusivos da aplicação sensorial, não no resultado do produto)
- a psicologia das respostas sensoriais humanas que têm um aspecto prático de interesse para a prática de cientistas sensoriais,
- aplicações de construções teóricas de análise sensorial que levam a possíveis abordagens para a resolução de problemas (deve ficar claro como a compreensão teórica irá melhorar a resolução prática de problemas),
- validade externa e interna dos painéis sensoriais (incluindo o consumidor),
- comparação de métodos que incluem limitações dos métodos em estudo
- Desenvolvimento de léxico de categorias de produtos de amplo interesse (por favor, veja Lawless and Civile, "Desenvolvendo Lexicons: Uma Revisão", 2013, JoSS: 28: 270-281 antes de enviar um documento de léxico)
- significado de palavras e técnica diferencial semântica aplicada à ciência sensorial,
- aplicações estatísticas que podem ser aplicadas a problemas sensoriais (Nota: o JoSS não publica métodos "caixa preta" proprietários e, no caso de aplicações estatísticas,

- devem ser fornecidas soluções práticas para implementar as análises, incluindo programas e codificação, se necessário)
- filosofias e controvérsias na ciência sensorial

Nota: *Journal of Sensory Studies* aceita artigos usando uma ampla variedade de métodos sensoriais publicados e incentiva a submissão de novos métodos onde as informações obtidas e a possível validação são descritas.

Por favor, note que o *Journal of Sensory Studies* não aceita documentos:

- onde a ênfase está em uma comparação de produtos feitos com vários tratamentos, exceto na medida necessária para destacar os métodos sensoriais ou teorias sendo estudadas. Por exemplo, um artigo focado na comparação dos aspectos sensoriais de bolos feitos com três tipos de farinha não será aceito para revisão. Um artigo usando tal experimento para comparar métodos sensoriais ou estudar técnicas estatísticas para sensoriais pode ser considerado se o foco for claramente na comparação de princípios e métodos sensoriais / estatísticos e não nas questões de ciência de alimentos envolvidas com os ingredientes.
- que usam muito poucos consumidores em testes quantitativos (aproximadamente 100, embora haja exceções), nem onde os consumidores não fazem parte do mercado-alvo. Documentos que usam estudantes e professores ou funcionários da empresa como os "consumidores" no estudo geralmente não são aceitos a menos que esteja claro que eles representam a população-alvo pretendida.
- Que usam instrumentos para medir propriedades sensoriais, a menos que esses instrumentos tenham sido validados usando painelistas humanos. A revista nunca aceita documentos que pretendem "validar" a experiência sensorial humana com base em medidas instrumentais; os instrumentos devem ser validados por humanos para pesquisa sensorial, e não o contrário.

[Retornar para as seções de orientação](#)

4. PREPARANDO A SUBMISSÃO

Partes do Manuscrito

O manuscrito deve ser submetido em arquivos separados: página de título; arquivo de texto principal; figuras.

Folha de rosto

O arquivo de texto deve ser apresentado na seguinte ordem:

- Eu. Um breve título informativo que contém as principais palavras-chave. O título não deve conter abreviaturas (veja as [dicas de práticas recomendadas de SEO](#) da Wiley);
- ii. Um título curto de menos de 40 caracteres;
- iii. Os nomes completos dos autores;
- iv. As afiliações institucionais do autor onde o trabalho foi conduzido, com uma nota de rodapé para o endereço atual do autor, se diferente do local onde o trabalho foi conduzido;
- v. Resumo, aplicações práticas e palavras-chave;
- vi. Texto principal;
- vii. Agradecimentos;
- viii. Referências;
- ix. Tabelas (cada tabela completa com título e notas de rodapé);
- x. Legendas das figuras;
- XI. Apêndices (se relevante).

Figuras e informações de apoio devem ser fornecidas como arquivos separados.

Autoria

Consulte a política de autoria do periódico na seção [Políticas editoriais e considerações éticas](#) para obter detalhes sobre a elegibilidade para a lista de autores.

Agradecimentos

[Digite texto]

As contribuições de qualquer pessoa que não atenda aos critérios de autoria devem ser listadas, com permissão do colaborador, em uma seção Agradecimentos. O apoio financeiro e material também deve ser mencionado. Graças aos revisores anônimos não são apropriados.

Declaração de conflito de interesse

Os autores serão solicitados a fornecer uma declaração de conflito de interesses durante o processo de submissão. Para obter detalhes sobre o que incluir nesta seção, consulte a seção "Conflito de interesses" na seção [Políticas editoriais e considerações éticas](#) abaixo. O envio de autores deve assegurar que eles estabeleçam contato com todos os coautores para confirmar a concordância com a declaração final.

Abstrato

Forneça um resumo de 150 palavras contendo as principais palavras-chave que resumem o artigo.

Aplicações práticas

Uma breve descrição de não mais de 150 palavras dos usos práticos - atuais ou potenciais - da pesquisa apresentada em seu manuscrito. Não repita simplesmente o resumo. Isso deve aparecer logo abaixo do resumo.

Palavras-chave

Por favor, forneça até seis palavras-chave.

Arquivo de texto principal

- O texto principal deve incluir a introdução, materiais e métodos, resultados e discussão. Para mais detalhes sobre o que deve ser incluído em cada uma dessas seções, veja [aqui](#).
- A revista usa a ortografia dos EUA; no entanto, os autores podem enviar usando qualquer opção, pois a ortografia dos artigos aceitos é convertida durante o processo de produção.
- O manuscrito deve ter espaço duplo.
- Os números das linhas devem ser incluídos nos manuscritos.

Referências

As referências devem ser preparadas de acordo com o Manual de Publicação da American Psychological Association (6ª edição). Isso significa que, no texto, as citações devem seguir o método da data do autor, segundo o qual o sobrenome do autor e o ano de publicação da fonte devem aparecer no texto, por exemplo, (Jones, 1998). A lista de referências completa deve aparecer em ordem alfabética pelo nome no final do artigo.

Uma amostra das entradas mais comuns nas listas de referência aparece abaixo. Para mais informações sobre o estilo de referência da APA, consulte a [FAQ da APA](#). Observe que, para artigos de periódicos, os números de edições não são incluídos, a menos que cada edição no volume comece com a página um, e uma DOI deve ser fornecida para todas as referências, quando disponíveis.

artigo de jornal

Beers, SR & De Bellis, MD (2002). Função neuropsicológica em crianças com transtorno de estresse pós-traumático relacionado a maus-tratos. *The American Journal of Psychiatry*, 159, 483-486. doi: 10.1176 / appi.ajp.159.3.483

Livro

Bradley-Johnson, S. (1994). *Avaliação psicoeducacional de alunos com deficiência visual ou cegos: Infância até o ensino médio* (2ª ed.). Austin, TX: Pro-ed.

Documento da Internet

Norton, R. (2006, 4 de novembro). Como treinar um gato para operar um interruptor de luz [arquivo de vídeo]. Obtido de <http://www.youtube.com/watch?v=Vja83KLQXZs>

Notas de rodapé

[Digite texto]

As notas de rodapé devem ser colocadas como uma lista apenas no final do artigo, não no pé de cada página. Eles devem ser mantidos no mínimo. Mantenha as notas de rodapé breves; eles devem conter apenas comentários curtos tangenciais ao argumento principal do artigo e não devem incluir referências. Eles devem ser numerados na lista e referenciados no texto com algarismos arábicos consecutivos sobrescritos.

Tabelas

As tabelas devem ser auto-suficientes e complementar, não duplicar, as informações contidas no texto. Eles devem ser fornecidos como arquivos editáveis, não colados como imagens. As legendas devem ser concisas, mas abrangentes - a tabela, a legenda e as notas de rodapé devem ser compreensíveis sem referência ao texto. Todas as abreviaturas devem ser definidas em notas de rodapé. Os símbolos das notas de rodapé: †, ‡, §, ¶, devem ser usados (nessa ordem) e *, **, *** devem ser reservados para os valores P. Medidas estatísticas como SD ou SEM devem ser identificadas nos títulos.

Legendas de figuras

As legendas devem ser concisas, mas abrangentes - a figura e sua legenda devem ser compreensíveis sem referência ao texto. Inclua definições de quaisquer símbolos usados e defina / explique todas as abreviaturas e unidades de medida.

Figuras

Embora os autores sejam encorajados a enviar os dados da mais alta qualidade possível, para propósitos de revisão por pares, uma ampla variedade de formatos, tamanhos e resoluções são aceitos.

[Clique aqui](#) para ver os requisitos básicos de figuras para figuras enviadas com manuscritos para revisão inicial por pares, bem como os requisitos mais detalhados da figura pós-aceitação.

Figuras de cor. Figuras apresentadas em cores podem ser reproduzidas em cores on-line gratuitamente. Observe, no entanto, que é preferível que os números de linhas (por exemplo, gráficos e tabelas) sejam fornecidos em preto e branco para que sejam legíveis se impressos por um leitor em preto e branco.

Arquivos adicionais

Apêndices

Apêndices serão publicados após as referências. Para submissão eles devem ser fornecidos como arquivos separados, mas referidos no texto.

Informações de Apoio

Informações de suporte são informações que não são essenciais para o artigo, mas fornecem maior profundidade e background. Está hospedado online e aparece sem edição ou formatação. Pode incluir tabelas, figuras, vídeos, conjuntos de dados, etc.

[Clique aqui](#) para as perguntas frequentes da Wiley sobre informações de suporte.

Nota: se dados, scripts ou outros artefatos usados para gerar as análises apresentadas no documento estiverem disponíveis através de um repositório de dados publicamente disponível, os autores devem incluir uma referência à localização do material em seus trabalhos.

Pontos gerais de estilo

Os pontos a seguir fornecem conselhos gerais sobre formatação e estilo.

- **Abreviações:** Em geral, os termos não devem ser abreviados a menos que sejam usados repetidamente e a abreviação seja útil para o leitor. Inicialmente, use a palavra na íntegra, seguida da abreviação entre parênteses. Depois disso, use apenas a abreviação.
- **Unidades de medida:** As medições devem ser dadas em unidades derivadas SI ou SI. Visite o site do [Bureau International de Poids et Mesures \(BIPM\)](#) para obter mais informações sobre as unidades do SI.
- **Números:** números abaixo de 10 são soletrados, exceto: medições com uma unidade (8mmol / l); idade (6 semanas), ou listas com outros números (11 cães, 9 gatos, 4 gerbilos).
- **Nomes Comerciais:** Substâncias químicas devem ser referidas apenas pelo nome genérico. Nomes comerciais não devem ser usados. Os medicamentos devem ser referidos pelos seus nomes genéricos. Se drogas proprietárias foram usadas no estudo, consulte-as pelo [Digite texto]

nome genérico, mencionando o nome de propriedade e o nome e a localização do fabricante entre parênteses.

Recursos do autor de Wiley

Dicas de preparação de manuscritos: Wiley tem uma gama de recursos para autores preparando manuscritos para submissão disponíveis [aqui](#) . Em particular, os autores podem se beneficiar referindo-se às dicas de práticas recomendadas da Wiley sobre [Escrita para Otimização de Mecanismos de Busca](#).

Suporte para Edição, Tradução e Formatação: Os [Serviços de Edição da Wiley](#) podem melhorar muito as chances de um manuscrito ser aceito. Oferecendo ajuda especializada em edição de inglês, tradução, formatação de manuscritos e preparação de figuras, a Wiley Editing Services garante que o manuscrito esteja pronto para apresentação.

Diretrizes para submissões de coberturas

Se você gostaria de enviar sugestões de trabalhos relacionados ao seu manuscrito para serem considerados na capa da revista, siga [estas diretrizes gerais](#) .

Resumos de Vídeo

Um resumo de vídeo pode ser uma forma rápida de tornar a mensagem da sua pesquisa acessível a um público muito maior. A Wiley e sua parceira Research Square oferecem um serviço de resumos de vídeos produzidos profissionalmente, disponível para autores de artigos aceitos nesta revista. Você pode aprender mais sobre isso [clikando aqui](#) . Se você tiver alguma dúvida, encaminhe-os para videoabstracts@wiley.com .

[Retornar para as seções de orientação](#)

5. POLÍTICAS EDITORIAIS E CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Revisão por pares e aceitação

Os critérios de aceitação para todos os trabalhos são a qualidade e originalidade da pesquisa e sua importância para o público de periódicos. Os trabalhos só serão enviados para revisão se o Editor-Chefe determinar que o documento atende aos requisitos apropriados de qualidade e relevância.

A política da Wiley sobre a confidencialidade do processo de revisão está [disponível aqui](#).

Compartilhamento de dados e acessibilidade de dados

A revista encoraja os autores a compartilhar os dados e outros artefatos que suportam os resultados no artigo, arquivando-os em um repositório público apropriado. Os autores devem incluir uma declaração de acessibilidade de dados, incluindo um link para o repositório que eles usaram, para que esta declaração possa ser publicada ao lado de seu artigo.

Estudos Humanos e Sujeitos

Para manuscritos que relatam estudos médicos que envolvem participantes humanos, é necessária uma declaração identificando o comitê de ética que aprovou o estudo e a confirmação de que o estudo está em conformidade com padrões reconhecidos, por exemplo: [Declaração de Helsinque](#) ; [Política Federal dos EUA para a Proteção de Seres Humanos](#) ; ou [Diretrizes da Agência Europeia de Medicamentos para Boas Práticas Clínicas](#) . Também deve indicar claramente no texto que todas as pessoas deram seu consentimento informado antes de sua inclusão no estudo.

O anonimato do paciente deve ser preservado. As fotografias precisam ser recortadas o suficiente para evitar que seres humanos sejam reconhecidos (ou uma barra de olho deve ser usada). Imagens e informações de participantes individuais só serão publicadas quando os autores obtiverem o consentimento prévio livre e informado do indivíduo. Os autores não precisam fornecer uma cópia do formulário de consentimento ao editor; no entanto, ao assinar a licença do autor para publicar, os autores devem confirmar que o consentimento foi obtido. A Wiley tem um [formulário de consentimento de paciente padrão](#) disponível para uso.

Estudos Animais

Uma declaração indicando que o protocolo e os procedimentos empregados foram eticamente revisados e aprovados, bem como o nome do corpo que deu aprovação, devem ser incluídos na

seção Métodos do manuscrito. Os autores são encorajados a aderir aos padrões de relatórios de pesquisa em animais, por exemplo, as [diretrizes](#) do [ARRIVE](#) para relatar o desenho do estudo e a análise estatística; Procedimentos experimentais; animais experimentais e habitação e pecuária. Os autores também devem declarar se os experimentos foram realizados de acordo com as diretrizes institucionais e nacionais relevantes para o cuidado e uso de animais de laboratório:

- Os autores norte-americanos devem citar a conformidade com o [Guia do Conselho Nacional de Pesquisa dos EUA para o Cuidado e Uso de Animais de Laboratório](#), a [Política do Serviço de Saúde Pública dos EUA sobre Cuidados Humanitários e Uso de Animais de Laboratório](#) e o [Guia para o Cuidado e Uso de Animais de Laboratório](#).
- Os autores do Reino Unido devem estar em conformidade com a legislação do Reino Unido nos termos dos [Regulamentos de Emenda da Lei de Animais \(Procedimentos Científicos\) de 1986 \(SI 2012/3039\)](#).
- Os autores europeus fora do Reino Unido devem estar em conformidade com a [Diretiva 2010/63 / UE](#).

Conflito de interesses

The journal requires that all authors disclose any potential sources of conflict of interest. Any interest or relationship, financial or otherwise that might be perceived as influencing an author's objectivity is considered a potential source of conflict of interest. These must be disclosed when directly relevant or directly related to the work that the authors describe in their manuscript. Potential sources of conflict of interest include, but are not limited to: patent or stock ownership, membership of a company board of directors, membership of an advisory board or committee for a company, and consultancy for or receipt of speaker's fees from a company. The existence of a conflict of interest does not preclude publication. If the authors have no conflict of interest to declare, they must also state this at submission. It is the responsibility of the corresponding author to review this policy with all authors and collectively to disclose with the submission ALL pertinent commercial and other relationships.

Financiamento

Os autores devem listar todas as fontes de financiamento na seção Agradecimentos. Os autores são responsáveis pela precisão de sua designação de financiador. Em caso de dúvida, consulte o Open Funder Registry para obter a nomenclatura correta: <https://www.crossref.org/services/funder-registry/>

Autoria

A lista de autores deve ilustrar com precisão quem contribuiu para o trabalho e como. Todos os listados como autores devem se qualificar para a autoria de acordo com os seguintes critérios:

1. Fizeram contribuições substanciais para a concepção e design, ou aquisição de dados, ou análise e interpretação de dados; e
2. Esteve envolvido na elaboração do manuscrito ou revisando-o criticamente para conteúdo intelectual importante; e
3. Dada a aprovação final da versão a ser publicada. Cada autor deve ter participado suficientemente do trabalho para assumir responsabilidade pública por partes apropriadas do conteúdo; e
4. Concordeu em prestar contas de todos os aspectos do trabalho para assegurar que as questões relacionadas com a exatidão ou integridade de qualquer parte do trabalho sejam apropriadamente investigadas e resolvidas.

As contribuições de qualquer pessoa que não atenda aos critérios de autoria devem ser listadas, com permissão do colaborador, em uma seção Agradecimentos (por exemplo, para reconhecer contribuições de pessoas que forneceram ajuda técnica, coleta de dados, assistência por escrito, aquisição de financiamento, ou um assessor de departamento que forneceu apoio geral). Antes de enviar o artigo, todos os autores devem concordar com a ordem em que seus nomes serão listados no manuscrito.

Opções adicionais de autoria. Autoria conjunta primeira ou sênior: No caso de primeira autoria conjunta, uma nota de rodapé deve ser adicionada à lista de autores, por exemplo, 'X e Y devem

ser considerados primeiro autor conjunto' ou 'X e Y devem ser considerados autor sênior conjunto'.

Ética de Publicação

Esta revista é membro do [Comitê de Ética de Publicações \(COPE\)](#). Observe que este periódico usa o software CrossCheck da iThenticate para detectar instâncias de texto sobreposto e similar em manuscritos submetidos. Leia Wiley's Top 10 Publishing Ética Dicas para os autores [aqui](#) . As Diretrizes de Ética da Publicação da Wiley podem ser encontradas [aqui](#) .

ORCID

Como parte do compromisso da revista em apoiar os autores em todas as etapas do processo de publicação, a revista exige que o autor apresentante (apenas) forneça uma ORCID ao enviar um manuscrito. Isso leva cerca de 2 minutos para ser concluído. [Encontre mais informações aqui](#).

[Retornar para as seções de diretrizes](#)

6. AUTORIZAÇÃO DE LICENCIAMENTO

Se o seu artigo for aceito, o autor identificado como autor correspondente formal receberá um e-mail solicitando que faça login nos [Serviços do autor](#) , onde, por meio do WALs, será necessário preencher um contrato de licença de direitos autorais em nome do autor. todos os autores do artigo.

Para autores que assinam o contrato de transferência de direitos autorais

Se a opção OnlineOpen não estiver selecionada, o autor correspondente receberá o contrato de transferência de direitos autorais (CTA) para assinar. Os termos e condições do CTA podem ser visualizados nas amostras associadas às [Perguntas frequentes sobre direitos autorais](#) .

Para autores escolhendo OnlineOpen

Se a opção OnlineOpen estiver selecionada, o autor correspondente terá a opção dos seguintes Open Access Agreements (OAA) da Licença Creative Commons:

Licença Creative Commons Attribution (CC-BY) OAA

Licença Creative Commons Atribuição Não Comercial (CC-BY-NC) OAA

Creative Commons Attribution Não Comercial - Licença NoDerivs (CC-BY-NC-ND) OAA

Informações gerais sobre licenciamento e direitos autorais estão disponíveis nos sites da [Wiley Author Services](#) e da [Wiley Open Access](#) .

Nota para o NIH, The Wellcome Trust e os Conselhos de Pesquisa UK Grantees

De acordo com o mandato do NIH, Wiley publicará a versão aceita das contribuições autorizadas pelos bolsistas do NIH para a PubMed Central após a aceitação. Esta versão aceita será disponibilizada publicamente 12 meses após a publicação. Por favor clique [aqui](#) para mais informações. Se você selecionar a opção OnlineOpen e sua pesquisa for financiada pelo The Wellcome Trust ou pelo Research Councils UK (RCUK), você terá a oportunidade de publicar seu artigo sob uma licença CC-BY, apoiando-o no cumprimento dos Conselhos Wellcome Trust e Research Council. Requisitos do Reino Unido.

Definições e políticas de auto-arquivamento

Observe que o contrato de direitos autorais padrão da revista permite o autoarquivamento de diferentes versões do artigo sob condições específicas. Por favor, clique [aqui](#) para obter informações mais detalhadas sobre as políticas e definições de auto-arquivamento.

[Retornar para as seções de orientação](#)

7. PROCESSO DE PUBLICAÇÃO APÓS A ACEITAÇÃO

Artigos aceitos

Todos os manuscritos aceitos estão sujeitos a edição. Os autores têm aprovação final das alterações antes da publicação.

Provas

Depois que o artigo for formatado, o autor receberá uma notificação por e-mail com instruções completas sobre como fornecer correções de prova.

[Digite texto]

Por favor, note que o autor é responsável por todas as declarações feitas em seu trabalho, incluindo as alterações feitas durante o processo editorial - os autores devem verificar as provas cuidadosamente. Observe que as provas devem ser devolvidas dentro de 48 horas a partir do recebimento da primeira prova.

Visão inicial

A revista oferece rápida velocidade de publicação através do serviço Early View da Wiley. Os artigos [Early View](#) (Versão Online do Registro) são publicados na Wiley Online Library antes da inclusão em uma edição. Observe que pode haver um atraso após as correções serem recebidas antes de o artigo aparecer on-line, pois os editores também precisam revisar as provas. Depois que o artigo é publicado no Early View, nenhuma alteração adicional no artigo é possível. O artigo Early View é totalmente citável e contém uma data de publicação on-line e DOI para citações.

Citando este artigo: eLocators

Esta revista agora usa eLocators. Os eLocators são exclusivos para um artigo que atende aos mesmos números de página de função que tradicionalmente serviam no mundo da impressão. Ao citar este artigo, insira o eLocator no lugar do número da página. Para mais informações, visite a página do eLocator do Author Services [aqui](#).

[Retornar para as seções de orientação](#)

8. POST PUBLICATION

Acessar e compartilhar

Quando o artigo é publicado online:

- O autor recebe um alerta por email (se solicitado).
- O link para o artigo publicado pode ser compartilhado através da mídia social.
- O autor terá acesso livre ao artigo (depois de aceitar os Termos e Condições de Uso, eles podem visualizar o artigo).
- O autor e os co-autores correspondentes podem nomear até dez colegas para receber um alerta de publicação e acesso on-line gratuito ao artigo.

Promovendo o Artigo

Para descobrir como promover melhor um artigo, [clique aqui](#).

Medindo o impacto de um artigo

Wiley também ajuda os autores a medir o impacto de suas pesquisas por meio de parcerias especializadas com o [Kudos](#) e a [Altmetric](#).

[Retornar para as seções de orientação](#)

9. DETALHES DO CONTATO DO JORNAL

Para consultas sobre envios, entre em contato

Escritório Editorial: Mignonette Gatchalian, jssedoffice@wiley.com

Produção de periódicos: Elora Jane A. Alcoran, ejalcoran@wiley.com

[Retornar para as seções de orientação](#)

Diretrizes do autor atualizadas em 10 de maio de 2018

Normas para submissão: Artigo 2 Revista Rice Science

Guia para Autores

• SCOPE

Rice Science é uma revista internacional revisada por pares, patrocinada pelo Instituto Nacional de Pesquisa do Arroz da China e publicada pela Elsevier BV. Publica trabalhos de pesquisa originais, artigos de revisão, bem como comunicações breves em ciências do arroz na língua inglesa. Alguns dos tópicos que podem ser incluídos em cada edição são: melhoramento e genética, biotecnologia, recursos de germoplasma, agronomia, manejo de pragas, manejo de solo e fertilizantes e química de cereais.

• POLÍTICAS EDITORIAIS

Submissão e Revisão

O manuscrito deve ser submetido on-line através da Central de Manuscritos (<http://mc03.manuscriptcentral.com/rice> ou [http:// www. Ricescience.org](http://www.Ricescience.org)).

Todos os manuscritos submetidos serão avaliados pelo Conselho Editorial. A Diretoria poderá rejeitar manuscritos sem revisão adicional ou poderá submeter manuscritos para revisão e rejeitar aqueles que não atenderem aos padrões da revista. Quando as revisões são solicitadas antes da decisão final, os artigos revisados devem ser recebidos dentro de dois meses ou serão tratados como novos envios.

• Revisão por Pares

Esta revista usa a revisão em dupla ocultação, o que significa que as identidades dos autores são escondidas dos revisores e vice-versa. [Mais Informações](#) está disponível em nosso site. Para facilitar isso, inclua o seguinte separadamente: Página de título (com detalhes do autor): deve incluir o título, nomes de autores e afiliações e um endereço completo para o autor correspondente, incluindo um endereço de e-mail. Manuscrito cego (sem detalhes do autor): O corpo principal do trabalho (incluindo as referências, figuras, tabelas e quaisquer agradecimentos) não deve incluir nenhuma informação de identificação, como os nomes ou afiliações dos autores.

• Políticas do Jornal

Os artigos são aceitos desde que não tenham sido publicados anteriormente ou concorrentemente submetidos para publicação em outro lugar. A autoria deve ser limitada àqueles que são capazes de assumir responsabilidade pública pelo conteúdo do artigo. O autor correspondente deve ter obtido permissão de todos os autores.

O (s) autor (es) deve (m) reconhecer todas as fontes de financiamento que apoiam o trabalho.

Autor (es) é solicitado a assinar o acordo de transferência de direitos autorais antes que o artigo

[Digite texto]

possa ser publicado.

Taxas de publicação

Não há cobrança de página para publicação na *Rice Science*.

• Página de título do FORMATO MANUSCRITO

. Inclua as seguintes informações nesta página.

Título completo: Os títulos devem ser simples, informativos e compreensíveis. Abreviações não padronizadas devem ser evitadas. Os títulos estão limitados a 30 palavras.

Título em execução: menos de 80 caracteres.

Nome do (s) autor (es): Os autores da China devem apresentar seus nomes usando caracteres Bopomofo e chineses. Liste o (s) nome (s) do (s) autor (es) da seguinte forma: iniciais e / ou primeiro nome, nome do meio ou inicial (is) e nome completo da família (em maiúsculas). Separe os diferentes autores com vírgulas e sem pontos finais após as iniciais.

Autor (es) correspondente (s): O nome, endereço completo, números de telefone e fax e endereço de e-mail do (s) autor (es) correspondente (s) devem ser fornecidos.

Afiliação do autor: Inclua departamento, instituição e endereço completo para cada autor. Se houver autores com afiliações diferentes, use numerais sobrescritos para corresponder aos autores com as instituições.

Confirmação: Liste as dedicatórias, reconhecimentos e fontes de financiamento.

Abstrato. Forneça um resumo de no máximo 350 palavras. Os resumos devem ser um resumo não crítico e informativo do conteúdo e conclusões significativos do artigo.

Texto. Os trabalhos de pesquisa incluem quatro partes: Introdução, Materiais e Métodos, Resultados e Discussão. Descreva os procedimentos com detalhes suficientes para que o trabalho possa ser repetido. Evite o jargão de laboratório. Nomes químicos corretos devem ser dados e cepas de organismos devem ser especificadas. Os nomes comerciais devem ser identificados por uma letra maiúscula inicial com o restante do nome em minúsculas. Nomes e endereços de fornecedores de reagentes ou instrumentos incomuns devem ser fornecidos. Use unidades e símbolos do SI. Artigos de revisão e comunicações breves podem ser organizados de acordo com suas necessidades específicas.

Figuras Figuras numéricas (algarismos arábicos) na ordem em que são citadas no texto. Cada figura deve ter uma legenda descrevendo o conteúdo da figura. A legenda da figura deve conter um título de figura, uma frase que descreve a figura e uma legenda que explica o que é ilustrado. Figuras compostas devem ser pré-montadas. A altura máxima das figuras usadas é de 252 mm, que inclui a [Digite texto]

legenda, e a largura máxima das figuras usadas é de 170 mm.

Tabelas Tabelas numéricas (algarismos arábicos) na ordem em que são citadas no texto. Cada tabela deve ter um título breve, estar em uma página separada. As notas de rodapé da tabela devem ser indicadas por letras minúsculas sobrescritas (ou asteriscos para valores de significância e outros dados estatísticos).

Nomenclatura e Estilo. Padrões internacionais de nomenclatura devem ser usados.

Referências. O sistema autor-data é usado para citar referências. Apenas literaturas publicadas ou impressas podem ser citadas na lista de referências. Resumos de trabalhos apresentados em reuniões não são permitidos. Listar todos os autores pessoais nas referências.

• **ENDEREÇO CORRESPONDENTE**

Escritório Editorial da *Rice Science*

Instituto Nacional de Pesquisa do *Arroz da China*

359 Tiyyuchang Road, Hangzhou 310006

PR China

<http://www.ricescience.org>

E-mail: rs@ricescience.org ; wu@ricescience.org
; li@ricescience.org