



**RODRIGO ALVES PEREIRA SILVA**

**DIFERENCIAÇÃO DE CULTIVARES DE ARROZ POR MEIO DAS SEMENTES  
EM CASCA REALIZADO POR ANÁLISE DE IMAGEM**

**LAVRAS-MG**

**2019**

**RODRIGO ALVES PEREIRA SILVA**

**DIFERENCIAÇÃO DE CULTIVARES DE ARROZ POR MEIO DAS SEMENTES EM CASCA  
REALIZADO POR ANÁLISE DE IMAGEM.**

Monografia apresentada à Universidade  
Federal de Lavras, como parte das exigências  
do Curso de Agronomia, para obtenção do  
título de Bacharel.

Aprovada em: 20/11/2019

Profa. Raquel Maria de Oliveira Pires\_\_\_\_\_DAG/UFLA

Dra. Dayliane Bernardes de Andrade\_\_\_\_\_DAG/UFLA

Dra. Stefânia Vilas Boas Coelho\_\_\_\_\_DAG/UFLA

Prof. Dr. Raquel Maria de Oliveira Pires  
Orientadora

Dra. Dayliane Bernardes de Andrade  
Coorientadora

**LAVRAS-MG  
2019**

**RODRIGO ALVES PEREIRA SILVA**

**DIFERENCIAÇÃO DE CULTIVARES DE ARROZ POR MEIO DAS SEMENTES EM CASCA  
REALIZADO POR ANÁLISE DE IMAGEM.**

Monografia apresentada à Universidade  
Federal de Lavras, como parte das exigências  
do Curso de Agronomia, para obtenção do  
título de Bacharel.

APROVADO em 20 de Novembro de 2019.

Dra. Dayliane Bernardes de Andrade UFLA

Dra. Stefânia Vilas Boas Coelho UFLA

Prof. Dra.. Raquel Maria de Oliveira Pires  
Orientadora

**LAVRAS-MG  
2019**

## RESUMO

Na produção de sementes de arroz é extremamente importante a pureza física e genética dos lotes, uma vez que misturas de sementes de arroz de pericarpo colorido são indesejadas em lotes comerciais. Por lei, a tolerância varia de acordo com a categoria de sementes, sendo no máximo de uma semente ou nenhuma no lote. Atualmente a espécie contaminante que mais causa prejuízos na lavoura de arroz branco é o próprio *Oryza sativa* L. de pericarpo vermelho, em ocasião do aumento da sua área de cultivo e semelhança morfológica com o arroz branco. Dessa maneira, o objetivo no presente trabalho foi verificar a eficiência da utilização da técnica de análise de imagens por meio do equipamento Groundeye®, em caracterizar e diferenciar misturas de cultivares de arroz preto e vermelho no arroz branco, por meio de sementes, em proporções já conhecidas. Foram utilizadas cultivares de pericarpo branco (BRSMG Caravera, Guarani), de pericarpo preto (IAC600, SCS120) e de pericarpo vermelho (SCS119). A diferenciação foi realizada pelo equipamento Groundeye® modelo S-120, utilizando-se 50 repetições de 50 sementes de cada cultivar para calibração e caracterização. Realizou-se a análise de 12 tratamentos constituídos a partir da cultivar de interesse BRSMG, com mistura de 1, 3 e 5% das demais cultivares, separadamente. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 100 sementes cada grupo. As sementes foram avaliadas em classificador automático, por meio de padrões de textura e geometria. A técnica de análise de imagens por meio do equipamento Groundeye®, mostrou-se eficiente na diferenciação de sementes com casca de diferentes cultivares de arroz, com média de acerto de 98,60% nos testes de verificação quando se realiza a comparação entre duas cultivares. Estudos adicionais são necessários para aplicação específica em processos de fiscalização.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa* L., morfologia, Groundeye®

## ABSTRACT

In the production of rice seeds, it is extremely important the physical and genetic purity of lots, since mixtures of colored pericarp rice seeds are unwanted in commercial lots. By law, tolerance varies according to the seed category, being at most one seed or none in the lot. Currently, the contaminant species that most causes damage to the white rice crop is the *Oryza sativa* L. of the red pericarp when it increases its cultivation area and morphological resemblance to white rice. Thus, the objective in the present study was to verify the efficiency of the use of imaging analysis technique through Groundeye equipment® in characterizing and differentiating mixtures of black and red rice cultivars in white rice, through seeds, in already known proportions. White pericarp cultivars (BRSMG Caravera, Guarani), black pericarp (IAC600, SCS120) and red pericarp (SCS119) were used. The differentiation was performed by Groundeye equipment® Model S-120, using 50 replicates of 50 seeds of each cultivar for calibration and characterization. The analysis of 12 treatments constituted from the cultivar of BRSMG interest was performed, with a mixture of 1, 3 and 5% of the other cultivars, separately. The experiment was conducted in a completely randomized design with four replicates of 100 seeds in each group. The seeds were evaluated in an automatic classifier, using texture and geometry patterns. The imaging technique using Groundeye equipment® proved to be efficient in differentiating seeds with the bark of different rice cultivars, with an average of 98.60% in the verification tests when comparing two cultivars is performed. Additional studies are required for the specific applications in inspection processes.

**Key words:** *Oryza sativa* L., morphology, Groundeye®.

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>9</b>
2.1	Aspectos culturais e históricos da cultura do arroz.	9
2.2	Cultivares de arroz utilizadas no trabalho	10
	BRSMG Caravera	10
	Guarani	10
	IAC600	10
	SCS120 e SCS119	11
2.3	Análise computadorizada de imagens.	11
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>12</b>
3.1	Planejamento Experimental (Ensaio 1) e (Ensaio2)	12
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>18</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>19</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O arroz contribui de maneira significativa para o agronegócio brasileiro e a produção de sementes de alta qualidade é fundamental para o estabelecimento da cultura. Novas tecnologias tem agregado valor às sementes e o produtor tem aumentado o seu nível de exigência em relação a qualidade das mesmas. O arroz branco é o mais consumido no mundo, entretanto atualmente a comercialização do arroz de pericarpo preto e vermelho é um nicho valorizado de mercado, já que estes apresentam qualidades culinárias e compostos altamente benéficos a saúde humana (WALTER et al. 2008).

A cultivar IAC-600 de pericarpo preto é um bom exemplo do porquê a comercialização de arroz preto aumentou nos últimos anos. A cultivar apresenta compostos relacionados a inibição do crescimento de células cancerígenas, como o c-tocotrienol, ácido fítico, tricina e flavonoides. Dessa forma, a cultivar IAC-600 apresenta-se como um alimento de atividade de quimioprevenção segundo Genevieve et al. (2013).

O arroz vermelho é vendido atualmente como um tipo especial de arroz, muitas vezes usados em restaurantes de alta gastronomia seja por sua aparência seja pelo seu sabor. O pericarpo vermelho é devido a proantocianidina, conhecido também como taninos condensados, que são relacionados com efeito dissuasivo em pragas, predadores e patógenos. Essa característica é favorecida pela seleção natural assim como as mutações espontâneas para os pigmentos, que estão atreladas à variabilidade genética. No entanto, deve-se tomar cuidado, uma vez que o aumento em área de produção de arroz preto e vermelho, pode ocasionar elevação do número de infestações em campos de arroz branco (WICKERT et al. 2014).

Os padrões para a comercialização de sementes de arroz branco são rigorosos, e são regidos pela Instrução Normativa nº. 45 de 17 de setembro de 2013 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). A verificação é realizada na amostra de trabalho (700g), retirada de um lote de peso máximo de 30.000kg. Dentre os parâmetros a serem analisados está Sementes de outras sementes Cultivadas do Gênero *Oryza*, onde nas categorias S1 e S2, o número máximo permitido de sementes vermelhas é um e arroz preto, zero. Em laboratórios credenciados pelo (MAPA) a análise de sementes de arroz é um processo moroso que resulta em fadiga visual do analista, uma vez que para emissão dos boletins de análise, deve-se realizar a análise completa efetuando-se a retirada da casca em descascadores próprios da cultura e analisando uma a uma, para a quantificação de sementes de pericarpo colorido, se existente.

As diversas variedades e cultivares de arroz são todas pertencentes a espécie *Oryza sativa* L. e a similaridade morfológica das sementes é grande entre elas, o que dificulta a

caracterização dos lotes após a colheita, quando estas ainda estão com casca. A técnica de análise de imagens vem sendo utilizada com a funcionalidade de caracterização e distinção morfológica de sementes de algumas espécies como por exemplo, *Comanthera spp.* Marques et al. (2019), *Glycine max* Pinto et al. (2018), *Oryza Sativa L.* Neto et al. (2019) entre outras e, tem a vantagem de ser precisa, eliminar a subjetividade na análise, ser rápida, segura, além de ser uma técnica não destrutiva.

Nesse contexto a técnica de análise de imagens pode vir a ser uma alternativa viável para auxiliar em processos laboratoriais. Equipamentos de análise de imagem como o Groundeye®, oferecem a possibilidade de avaliação de mais de 300 características morfológicas que podem resultar em uma distinção de cultivares.

Na literatura há pouca informação sobre análise de imagens em sementes de arroz, e não foram encontrados trabalhos em diferenciação de cultivares de arroz por sementes, logo o estudo aqui presente e de grande relevância para o setor sementeiro no país.

Dessa maneira, o objetivo no presente trabalho foi verificar a eficiência da utilização da técnica de análise de imagens por meio do equipamento Groundeye®, em caracterizar e diferenciar misturas de cultivares de arroz preto e vermelho no arroz branco, por meio de sementes, em proporções já conhecidas.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos culturais e históricos da cultura do arroz.

Existem várias espécies cultivadas de arroz altamente produtivas em todo o mundo com diferentes colorações de pericarpo, destacando-se as cores branca preta e vermelha, com predominância de reprodução das cultivares de pericarpo branco, denominadas *Oryza Sativa L.* Produzida atualmente entre o Senegal e a Nigéria, a espécie *Oryza glaberrima Steud* apresenta os pericarpos de coloração branco e vermelha, com predominância de cultivares de cor vermelha Pereira et al. (2017) destaca a relevância histórica dessa espécie no início da articulação mundial de exportação e importação de alimentos, quando em 1760, o governo português incentivou a produção de uma variedade de *Oryza sativa L.*, nas regiões amazônicas do Amapá, Pará e Maranhão, processados por moinhos movidos a água. Em 1767, houve a primeira exportação de arroz moído para Portugal.

Devido a utilização de escravos trazidos da mesma região de origem da espécie *Oryza glaberrima Steud*, essa espécie foi também produzida na região Amazônica. Um fato importante sobre essa espécie é que ela se quebra facilmente ao ser processada em moinhos, e naquela época, o mercado europeu tinha como parâmetro para classificar o preço dos lotes a porcentagem de grãos quebrados. Isso levou o governo português, em 1772, a condenar à prisão quem produzisse arroz vermelho, segundo (CARNEY e MARIN 1999). Atualmente o arroz é uma commodity, e dessa forma a economia que gira em torno da cultura está diretamente ligada a produção mundial assim como a específica de cada país.

De acordo com o segundo levantamento da safra de 2019/20 realizado em novembro pela Companhia Nacional de Abastecimento CONAB, a produção esperada de arroz branco é de 10,6 milhões de toneladas, abaixo da média histórica. Essa baixa é devido ao menor preço do grão, o que acarretou em um menor plantio de área irrigada no Rio Grande do Sul (RS). É importante salientar que o Brasil é um dos protagonistas na comercialização do arroz a nível mundial, até outubro de 2019, e o saldo de exportação e importação foi de 80,3 mil toneladas. Com o mercado brasileiro em entressafra, a importação tende a crescer até o final do ano. Diante da recente valorização do dólar, o produto brasileiro ganha competitividade. (CONAB, 2019).

No cultivo de arroz de pericarpo branco (*Oryza Sativa L.*) a planta que gera maior custo para controle é a própria (*Oryza Sativa L.*), porém de pericarpo de coloração vermelho, sendo que o manejo adotado para evitar a mistura dessas plantas indesejadas atualmente, corresponde ao uso de várias técnicas e tecnologias. Dessas, a principal referem-se a aquisição de sementes de alta qualidade física, pureza genética e a utilização da tecnologia CLEARFIELD®.

Esse segundo, se baseia em utilizar genótipos tolerantes a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, com o intuito de eliminar as plantas de arroz vermelho e preto. No entanto

já existem indícios de populações de arroz vermelho resistentes aos herbicidas em regiões orizícolas do estado do Rio Grande do Sul Menezes et al. (2009). Segundo Marchesan et al. (2011) para atingir uma eficiência satisfatória se fazem necessários de dois a três anos consecutivos da utilização do sistema, e misturas dos herbicidas imazapic e imazethapyr que possuem a capacidade de perdurar em solos de várzea em doses que apresentam potencial para causar fitotoxicidade em genótipos tolerantes e intolerantes. Essa alternativa também não garante a inexistência de arroz vermelho ou preto nos lotes comerciais.

## **2.2 Cultivares de arroz utilizadas no trabalho**

### **BRSMG Caravera**

A cultivar BRSMG Caravera possui pericarpo branco e foi desenvolvido como arroz de sequeiro para a região de Minas Gerais. É considerada resistente ao acamamento, possui ciclo de maturação de 113 dias, sendo moderadamente suscetível a brusone da panícula, e resistente para demais doenças como brusone da folha, mancha parda, mancha de grãos e escaldadura da folha. A cultivar apresenta arquitetura moderna com altura média de planta de 93cm, ausência de aristas e bom perfilhamento, além de alto potencial produtivo e qualidade culinária. A dimensão física dos grãos é do tipo longo-fino ou agulhinha por possuir comprimento maior que 6 mm e espessura inferior a 1,95mm, padrão esse, que é normalmente encontrado em cultivares de arroz irrigado (SOARES et al.,2008).

### **Guarani**

A cultivar Guarani possui pericarpo branco e é recomendada desde a década de 80 para regiões de sequeiro. Apresenta grãos com comprimento aproximado de 7,30 mm e espessura de 2,67mm. Com média produtiva de 2,671 kg/ha. A cultivar apresenta moderada resistência a brusone nas folhas, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA 1986). Sendo importante até os dias atuais por apresenta bons aspectos agrônômicos em comparação com cultivares mais modernas (GUIMARÃES et al., 2008).

### **IAC600**

A cultivar apresenta pericarpo preto e é classificada como arroz do tipo especial, com características peculiares, o que torna o seu valor de mercado, maior. Apresenta média de produtividade de 3,090 kg/ha em sistema de produção irrigado, essa produtividade é menor quando comparada à cultivares de pericarpo branco e vermelho implantadas no mesmo sistema. Com maturação média de 100-110 dias, é considerado resistente ao acamamento e à raças fisiológicas do agente causal da brusone ocorrentes em São Paulo. O maior destaque dessa cultivar se dá pelas excelentes características culinárias e nutricionais, Instituto Agrônomo de Campinas (IAC 2005).

## **SCS120 e SCS119**

A cultivar SCS 120 possui pericarpo preto, e tem origem no cruzamento entre a variedade Epagri 107 e a Riso Nero. Apresenta grão fino e longo, de ciclo médio de 125 dias, com resistência ao acamamento, brusone e toxidade ao ferro moderada, com produtividade média de 5.500 kg/ha e 56,5% de rendimento de grãos inteiros. Já a cultivar SCS1119 possui pericarpo vermelho, e tem origem na seleção individual de coletas em diferentes lavouras de arroz branco no sul de Santa Catarina, nos anos de 1993 a 1999. Apresenta grão fino e longo, ciclo médio de 125 dias, com resistência ao acamamento, brusone e toxidade ao ferro moderada, produtividade média de 7.900 kg/ha e 73,0% de rendimento de grãos inteiros. Apesar de terem origem distintas, as cultivares foram desenvolvidas simultaneamente, sendo ambas indicadas para o sistema irrigado por alagamento ou em sequeiro com irrigação complementar (WICKERT et al. 2013).

### **2.3 Análise computadorizada de imagens.**

A técnica de análise de imagens vem sendo fortemente empregada e usada como ferramenta no setor de sementes no Brasil, com o intuito de otimizar o processo e gerar mais informações sobre as espécies de interesse. Uma importante técnica utilizada atualmente em laboratórios de análise de sementes é a análise computadorizada de imagens, por meio do sistema Groundeye® que demonstra potencial em avaliação do vigor em sementes de milho, (ALVARENGA et al. 2012). Essa técnica pode ajudar analistas de sementes a identificar misturas de sementes de arroz preto e vermelho em lotes de arroz branco, uma vez que ela possui ferramentas que possibilitam classificar um determinado elemento em meio a outros semelhantes.

A análise de imagem vem se mostrando uma ferramenta cada vez mais aplicada aos processos de geração de dados, e ao mesmo tempo que possibilita a classificação e o agrupamento desses mesmos dados. Tal processo consiste em registrar imagens de elementos de interesse em uma perspectiva total ou parcial, por meio da fotografia de alta resolução, e através dessas fotografias caracterizar os dados de acordo com o objetivo pretendido. Algumas vantagens dessa forma de análise são, eliminação da subjetividade humana, padronização de resultados redução do tempo, possibilidade de elaboração de resultados altamente detalhados em larga escala. O equipamento Groundeye® possui 328 características predefinidas para caracterizar o elemento estudado na fotografia, tais características permitem descrever o elemento a um alto nível de detalhamento. (Tbit Tecnologia S. A. 2019)

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório Central de Análise de Sementes da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram utilizadas sementes de arroz de pericarpo branco (BRSMG Caravera e Guarani), preto (IAC600 e SCS120) e vermelho (SCS119). As sementes das diferentes cultivares foram colhidas e armazenadas em saco de papel em ambiente controlado de câmara fria, a 10 °C e umidade relativa de 50%. As análises foram realizadas utilizando o equipamento Groundeye® modelo S-120 versão 1.4.12. A configuração do equipamento para o reconhecimento e separação das sementes foi realizada por meio da calibração de cor de fundo com o espaço de cor HSV, com Matiz variando de 164,30 até 268,00, saturação de 0,00 a 1,00 e brilho de 0,00 a 1,00, com parâmetro mínimo de seleção de 0,05 cm<sup>2</sup>. Esses parâmetros foram desenvolvidos especificamente para o reconhecimento de sementes de arroz com casca, sendo que para cada espécie ou material analisado é necessário realizar uma configuração.

#### 3.1 Planejamento Experimental (Ensaio 1) e (Ensaio2)

Foi construído um banco de dados, utilizando-se 50 repetições de 50 sementes de cada cultivar para treinar o equipamento. Deste modo, foi definido um padrão de identificação para cada cultivar, denominado classificador.

É importante salientar que os classificadores são regidos pelas características disponíveis ou selecionadas, assim como pelo número de cultivares selecionadas, podendo ser constituído por duas ou por inúmeras cultivares, dessa maneira se torna um padrão mais amplo que poderá ser usado em imagens contendo misturas, e assim distinguir as sementes entre si e agrupa-las por cultivares. Cada classificador é único, pois as cultivares assim como para as características que o compõem o torna específico. Quando o classificador é elaborado ele apresenta um valor de acerto geral, esse valor é relativo a eficiência do classificador, que é obtido por meio da validação cruzada, já incorporada ao software do Groundeye®.

Para efetuar a validação, comprovação de eficiência dos valores gerais de acerto dos classificadores, adotou-se a cultivar BRSMG Caravera (de pericarpo branco) como padrão, ou seja, como cultivar de interesse, uma vez que a maior produção atual no país é de arroz branco. Portanto, todas as misturas possuíam maior porcentagem da cultivar BRSMG combinadas com as demais, com proporções variando de 1, 3 e 5%, denominados de tratamentos. A proporção de cultivares por tratamento foi montada da seguinte forma, o tratamento1 apresentava quatro sementes da cultivar Guarani e 396 sementes da cultivar BRS Caravera, assim possuía 1% de Guarani e 99% de Caravera. A seguinte tabela exemplifica a porcentagem de cada tratamento.

**Tabela 1 – Constituição dos tratamentos pela combinação de diferentes cultivares de arroz nas proporções de 1, 3 e 5%, em relação a cultivar BRSMG Caravera.**

Tratamentos	Combinação de Cultivar	Prospecção
1	Guarani x Caravera	1% x 99%
2	IAC600 x Caravera	1% x 99%
3	SCS120 x Caravera	1% x 99%
4	SCS119 x Caravera	1% x 99%
5	Guarani x Caravera	3% x 97%
6	IAC600 x Caravera	3% x 97%
7	SCS120 x Caravera	3% x 97%
8	SCS119 x Caravera	3% x 97%
9	Guarani x Caravera	5% x 95%
10	IAC600 x Caravera	5% x 95%
11	SCS120 x Caravera	5% x 95%
12	SCS119 x Caravera	5% x 95%

A partir do treinamento do sistema e elaboração dos tratamentos, foi efetuada a validação em dois ensaios, sendo um com as 87 características de textura e geometria e o outro com as 18 características de geometria que demonstram maior efetividade isoladamente. Nos dois ensaios foram criados sete padrões de identificação (classificadores).

No ensaio 1 foram criados cinco classificadores com as 87 características. O primeiro classificador constituído com as cultivares de pericarpo branco Caravera e Guarani, o segundo com as cultivares Caravera e IAC600 (preta), o terceiro com as cultivares Caravera e SCS120 (preta), e o quarto com as cultivares Caravera e SCS119 (vermelha). Já o quinto padrão foi constituído das quatro cultivares juntas; Caravera, IAC600, SCS120 e SCS119. Mesmo o quinto classificador composto pelas quatro cultivares, no momento dos testes de validação, a verificação foi realizada somente com duas cultivares, devido aos tratamentos terem sido elaborados somente com duas cultivares.

O ensaio 2 foi realizado com um banco de dados independentemente de qualquer outro, foi constituído de quatro repetições de 100 sementes de cada cultivar, foi construído para verificar uma maior eficiência na identificação de cultivares ao selecionar características mais contrastantes. Cada característica morfológica que é analisada pelo sistema tem um valor exato. Dentro das 44 características do grupo geometria e 43 características do grupo textura do equipamento, foram selecionadas as mais contrastantes, ou seja, somente as que possibilitaram a diferenciação uma a uma das cinco cultivares. Foram selecionadas 18 características pela comparação de médias, pelo teste Scott Knott a 95% de probabilidade por meio do programa estatístico R.

Com as 18 características, foram estabelecidos mais dois classificadores, sendo o sexto classificador com as sementes de pericarpo branco, Caravera e Guarani e o sétimo ensaio com as cultivares de pericarpo colorido, BRSMG, IAC600, SCS120 e SCS119.

A técnica utilizada pelo software na identificação e seleção de elementos na imagem é realizado por avaliação de elementos principais, que é uma técnica multivariada em que o

propósito é retratar os dados de uma interface de diversidade numérica de indivíduos, no qual variáveis  $p$  (características) serão interpretadas em  $n$  indivíduos (sementes). A colaboração de cada variável para a relevância das características pode ser demonstrada pelo método da distância generalizada de Mahalanobis, (TORRES et al. 2019).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de acerto de cada tratamento foram obtidos por avaliação analítica do operador do sistema, visto que a proporção de mistura (tratamentos) era conhecida. Dessa forma, a porcentagem de identificação de cada cultivar na mistura foi comparado ao valor real e assim obtido a porcentagem de acerto em cada imagem (tratamento). O acerto geral dos classificadores e o valor real de acerto dos tratamentos foi demonstrados nas Tabelas 2 e 3.

No primeiro ensaio, (tabela 2) a seleção de 87 características referentes à geometria e textura foram usadas na criação dos cinco primeiros classificadores. O primeiro classificador na comparação de duas cultivares brancas, apresentou um acerto geral de 95,19%. O segundo e o terceiro que compararam sementes do grupo preto com a cultivar de interesse branca Caravera, tiveram um acerto de 99,60% e 96,72% respectivamente. Na comparação da cultivar vermelho SCS119 com a cultivar Caravera houve acerto de 95,39% e o quinto classificador com as diferentes cultivares juntas, apresentou acerto de 91,36%.

**Tabela 2 – Resultados dos testes de validação dos tratamentos do primeiro ensaio com 87 características em comparação ao acerto geral do primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto classificadores, na distinção de cultivares de arroz branco e coloridos em misturas de 1, 3 e 5% pelo equipamento Groundeye®.**

Classificadores/Acerto Geral	Cultivares	Proporção de mistura na cultivar Caravera(Branca)		
		1%	3%	5%
1 <sup>o</sup> / <b>95,19%</b>	Guarani (Branca)	96,00%	95,50%	98,00%
2 <sup>o</sup> / <b>99,60%</b>	IAC600 (Preta)	100,00%	99,74%	99,50%
3 <sup>o</sup> / <b>96,72%</b>	SCS120 (Preta)	98,76%	99,75%	99,75%
4 <sup>o</sup> / <b>95,39%</b>	SCS119 (Vermelha)	98,5%	98,78%	99,00%
5 <sup>o</sup> / <b>91,36%</b> (Quatro cultivares)	IAC600	97,50%	97,24%	95,50%
	SCS120	94,51%	97,50%	96,50%
	SCS119	97,00%	97,29%	97,00%

Na validação do primeiro ensaio, (tabela 2) o menor valor de acerto na validação foi de 94,51% em prospecção de 1% de mistura entre as cultivares SCS120 (preta) x Caravera (branca), e o maior valor foi de 100,00% também em 1% entre as cultivares IAC600 (preta) x Caravera (branca). Observa-se que as características morfológicas, espessura e largura da cultivar IAC600 favoreceram a distinção entre outras cultivares, visualmente é a cultivar que

mais se destaca entre o grupo das cinco estudadas.

No segundo ensaio, (tabela 3) as 18 características de geometria selecionadas capazes de separar as cinco cultivares entre si, foram: Circularidade por FFCg, Circularidade por FFCm, Complexidade da forma, Deformação do contorno, Diâmetro de Feret, Distâncias convexas, Esfericidade da forma, Mudança no perímetro, Perímetro, Quociente de aspecto, Rácio de modificação, Retângulos circunscritos: Área média, Retângulos circunscritos: Maior área, Retângulos circunscritos: Maior aresta, Retângulos circunscritos: Maior perímetro, Retângulos circunscritos: Média das maiores arestas, Retângulos circunscritos: Menor perímetro, Retângulos circunscritos: Perímetro médio.

Em relação a tabela 3 a redução do número de características o acerto geral nos classificadores foi de 92,29% no sexto e 81,27% no sétimo classificador.

**Tabela 3 – Resultado dos testes de validação dos tratamentos do segundo ensaio com 18 características em comparação ao acerto geral do sexto e sétimo classificadores, na distinção de cultivares de arroz branco e coloridos pelo equipamento Groundeye®.**

Classificadores/Acerto Geral	Cultivares	Proporção de mistura na cultivar Caravera(Branca)		
		1%	3%	5%
6º / <b>92,29%</b>	Guarani (Branca)	93,75%	93,75%	97,5%
	IAC600	77,50%	81,94%	79,00%
7º / <b>81,27%</b> (Quatro cultivares)	SCS120	78,30%	83,25%	80,75%
	SCS119	80,00%	84,88%	81,00%

Utilizando 18 características, do segundo ensaio (tabela 3) o menor valor de acerto na validação através dos tratamentos foi de 78,30% em 1% de prospecção de mistura entre as cultivares SCS120 x BRSMG, e o maior valor foi de 97,5% em 5% entre as cultivares Guarani x BRSMG. Apesar das características terem sido avaliadas uma a uma e selecionadas somente as mais contrastantes, o acerto geral dos classificadores foi menor que dos classificadores que utilizaram as 87 características.

A utilização de um classificador com duas cultivares foi mais eficiente na distinção das misturas e nos valores de acerto geral. Os classificadores que em sua constituição tinham quatro cultivares apresentaram valores de acerto menores que os classificadores com apenas duas cultivares. Acredita-se que esses resultados são devido às semelhanças das características morfológicas entre cultivares, o que dificulta o processo de reconhecimento automático do software. Assim, quanto mais cultivares em um mesmo classificador, maior é o número de interações na mesma característica, gerando maior erro na capacidade de diferenciação das cultivares.

As diferenças no acerto geral de cada classificador, são devidas a maiores ou menores semelhanças entre as cultivares. Para uma variedade de arroz por exemplo, ser incorporada e



aceita no mercado, é necessário que se enquadre nas exigências da culinária brasileira, sendo que os principais critérios nessa área são as características físico-químicas e geométricas de arroz longo fino. É importante salientar que todas as cultivares utilizadas no estudo estão no Registro Nacional de Cultivares, e dessa forma, sofreram seleção para atingir padrão comercial que de acordo com o Soares et al. 2008 é comprimento maior que 6mm e espessura inferior a 1.95mm. Segundo Areias et al. (2006), devido ao padrão de mercado exigir determinadas características de grãos, a seleção de cultivares inclui materiais que apresentem ancestrais já selecionados para características morfológicas, como comprimento e espessura, o que dificulta a sua distinção.

Quando comparados os ensaios, observa-se que os valores de acerto do ensaio 1, onde utilizaram-se as 87 características, é maior que os do ensaio 2 com somente 18 características (tabela 2 e 3). Acredita-se que esses resultados são devidos a interação entre mais características apresentar maior capacidade de distinção das cultivares do que o uso de características selecionadas especificamente. Esses resultados possibilitam inferir que para o sistema de análise de imagem proporcionado pelo Groundeye®, a utilização de um maior número de características é melhor para a diferenciação de cultivares de arroz de pericarpo colorido.

Os seis primeiros classificadores apresentaram valores menores de acertos gerais do que nos testes de validação por meio dos tratamentos. Segundo Silva et al. (2003), um maior número de indivíduos nos tratamentos levariam o valor de acerto dos testes de validação a se aproximarem do valor geral de acerto do classificador, uma vez que a validação cruzada é uma técnica consagrada e que apresenta alta eficiência. Desta forma acredita-se que a variação seja devido ao valor limitado de 400 sementes por tratamento, ainda que quatro repetições de 100 sementes seja um valor amplamente adotado em testes de laboratório e recomendado segundo as regras para análise de sementes, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL 2009).

Por meio dos resultados apresentados nesse estudo, infere-se que ao aumentar o banco de dados fornecidos no treinamento do sistema, a eficiência da diferenciação pode ser aumentada. Este trabalho utilizou de 2.500 sementes por cultivar. Contudo, o sistema de análise de imagens Groundeye® não é limitado em relação ao banco de dados que pode ser fornecido para elaborar um classificador, e assim, acredita-se que ao expandir o número de indivíduos por cultivar, o sistema apresentará valores de acerto ainda mais próximos ao 100%.

Com os resultados apresentados evidencia-se a necessidade de estudos adicionais para aplicação específica em processos de fiscalização.

## **5 CONCLUSÕES**

A técnica de análise de imagens por meio do equipamento Groundeye®, mostrou-se eficiente na diferenciação de sementes com casca de diferentes cultivares de arroz, com média de acerto de 98,60% nos testes de verificação quando se realiza a comparação entre duas cultivares.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA R. O.; FILHO J. M.; JUNIOR F. G. G. Avaliação do vigor de sementes de milho superdoce por meio da análise computadorizada de imagens de plântulas. **Revista Brasileira de Sementes**, vol.34, no.3 2012.

AREIAS R. G. B. M.; PAIVA D. M.; SOUSA S. R.; FERNANDES M. S. Similaridade genética de variedades crioulas de arroz, em função da morfologia, marcadores RAPD e acúmulo de proteína nos grãos. **Bragantia** vol.65, no.1, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052006000100004>

BOÊNO J. A.; ASCHERI D. P. R.; BASSINELLO P. Z.; Qualidade tecnológica de grãos de quatro genótipos de arroz-vermelho. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** vol.15, no.7, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000700010>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 45, De 17 de Setembro de 2013. <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/semntes-e-mudas/publicacoes-semntes-e-mudas/INN45de17desetembrede2013.pdf>  
Acessado em 25 nov. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. RNC-Registro Nacional de Cultivares  
[http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/detalhe\\_cultivar.php?codsr=1971](http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/detalhe_cultivar.php?codsr=1971)  
Acessado em: 17 nov. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras Para Análise de Sementes 2009. [http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946\\_regras\\_analise\\_sementes.pdf](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf)  
Acessado em 01 dec. 2017.

CARNEY J.; MARIN R. A. Aportes dos escravos na história do cultivo do arroz africano nas Américas. **Estudos Sociedade e Agricultura**, vol.7, no.1, abr.1999  
<https://revistaesa.com/ojs/index.php/esa/article/view/149/145>

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira. Grãos. v. 7- Safra 2019/20 - Primeiro levantamento, Brasília, p. 1-47 Out.2019. ISSN 2318-6852  
[https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos/boletim-da-safra-de-gaos/item/download/28874\\_4911eb031660c8b082cbb1cba5a9c4b8](https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos/boletim-da-safra-de-gaos/item/download/28874_4911eb031660c8b082cbb1cba5a9c4b8)  
Acessado em 04 nov. 2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira de grãos | v. 7 - Safra 2019/20 n.2 - Segundo levantamento, novembro2019.  
[https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/29372\\_a085c98960ef44b3dfca33f2d5172389](https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/29372_a085c98960ef44b3dfca33f2d5172389)  
Acessado em 13 Nov. 2019.

EMBRAPA GOIÁS. GUARANI: cultivar de arroz de sequeiro para Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul. **Embrapa Arroz e Feijão (CNPAP)** 1986.  
<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81270/1/FD-1986.003.pdf>

WICKERTE E.; SCHIOCCHET M. A.; NOLDIN J. A.; RAIMONDI J. V.; KLEVESTON R.;

ANDRADE A.; SCHEUERMANN K. K.; MARTIN G. N.; MARSCHALEK R.; HICKEL E.; ELBERHARDT D. S.; KNOBLAUCH R. Scs119 Rubi e Scs120 Ônix: Novas Variedades Para o Mercado de Tipos Especiais de Arroz. **Epagri/Estação Experimental de Itajaí**, 2013 <http://cbai2013.web2265.uni5.net/cdonline/docs/trab-3349-430.pdf>  
Acessado em: 06 Nov. 2019

GENEVIEVE M.F.; KOMAL R.; AJAY K.; SUSHIL K.; RAJESH A.; MING-HSUAN C.; JOHN E. B.; ANNA M. M.; ELIZABETH P.R. Rice varietal differences in bioactive bran components for inhibition of colorectal cancer cell growth Food Chemistry. **ScienceDirect** V.141, n.2, P.1545-1552 2013. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.04.020>

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; NEVES, P. de C. F. Eficiência produtiva de cultivares de arroz com divergência fenotípica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, vol.12, no.5, 2008. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/217328>

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS IAC. Centro de Comunicação e Transferência do Conhecimento. IAC 600 Cultivar de Arroz Tipo Especial Exótico-Preto. <http://www.iac.sp.gov.br/cultivares/inicio/Folders/Arroz/IAC600.htm>  
Acessado em 06 Nov. 2019

MARQUES E. R.; ASSIS J. G. R.; BUSTAMANTE F. O.; ANDRADE D. B.; CARVALHO M. L. M.; LOPES C. A. Distinção de espécies e estádios de maturação de sementes de *Comanthera* spp. por análise de imagem e citometria de fluxo. **Rev. de Ciências Agrárias** vol.42 no.1 Lisboa mar. 2019 <http://dx.doi.org/10.19084/RCA18160>

MARCHESAN, E.; SACHET, P.; CAZAROTTO, S.; GROHS, M.; AVILA, L.; MENEGHETTI, G. E.; FERREIRA, R. Produtividade, fitotoxicidade e controle de arroz-vermelho na sucessão de arroz irrigado sem sistema CLEARFIELD®. **Ciência Rural**. vol.41, no.1, 2011 <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33118933004>

MENEZES V.G.; MARIOT C. H. P.; KALSING A.; GOULART I.C.G.R. Arroz-Vermelho (*Oryza sativa*) resistente aos herbicidas imidazolinonas. **Planta Daninha**, vol.27, 2009. <http://www.scielo.br/pdf/pd/v27nspe/v27nspea18.pdf>

NETO A. R.; CASTRO D. G.; SILVA C. S. C.; TOME L. M.; BASSINELLO P. Z.; BOTELHO F. B. S. Selection Strategies for Grain Quality in Upland Rice Lines **Journal of Agricultural Science**; Vol.11, No.3; 2019 <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1105023>

PEREIRA, J. A.; COLOMBARI FILHO, J. M.; TORGA, P. P.; RIBEIRO, V. Q.; SANTIAGO, C. M.; ABREU, G. B. Diferenças morfológicas e agronômicas marcantes entre os arrozes vermelhos *Oryza sativa* L. e *Oryza glaberrima* Steud. **Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado**, 10., 2017, Gramado, RS. Intensificação sustentável: anais. Gramado: Sosbai, 2017. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/163299/1/JOSE-ALMEIDA-PEREIRA.pdf>

PINTO, C. A.G.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA N. J. B.; DOURADO N. D.; SILVA, C. B.; MARCOS F. J. Relationship between size and physiological potential of soya bean seeds under variations in water availability. **Seed Science and Technology**, Vol.46, No.3, Dec. 2018 <https://doi.org/10.15258/sst.2018.46.3.07>

SILVA V. R.; REICHERT J. M.; STORCK L.; FEIJÓ S. Variabilidade Espacial das Características Químicas do Solo e Produtividade de Milho em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico Arênico. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. vol.27, no.6, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832003000600005>

SOARES, A. A.; DE SOUSA REIS, M.; DE OLIVEIRA CORNÉLIO, V. M.; SOARES, P. C.; JÚNIOR, G. T. C.; GUEDES, J. M.; DIAS, F. P. BRSMG Caravera: cultivar de arroz para terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol.43, no.7, jul.2008.

TBIT TECNOLOGIA S. A. GroundEye Rice, o equipamento definitivo na classificação dos grãos de arroz <https://www.tbit.com.br/produtos/groundeye-rice/>  
Acessado em 13 de Nov. 2019.

TORRES G. X.; VIANA A. P.; VIEIRA H. D.; RODRIGUES D. L.; SANTOS V. O. Contribution of seed traits to the genetic diversity of a segregating population of *Passiflora* spp. **Chil. j. agric. res.** vol.79 no.2 Chillán jun. 2019 <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392019000200288>

WICKERT, E.; SCHIOCCHET, M. A.; NOLDIN, J. A.; RAIMONDI, J. V.; ANDRADE, A.; SCHEUERMANN, K.K.; MARSCHALEK R.; MARTINS, G. N.; HICKEL, E.; EBERHARDT, D. S.; KNOBLAUCH, R. EXPLORING VARIABILITY: New Brazilian Varieties SCS119 Rubi and SCS120 Onix for the Specialty Rices Market. **Open Journal of Genetics**, vol.4, no.2, 2014. <http://dx.doi.org/10.4236/ojgen.2014.42016>

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.38, n.4, p.1184-1192, jul, 2008  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33113630049>