

INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM
ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA DE SANTARÉM

Avaliação da qualidade de uma coleção de germoplasma de arroz

Trabalho realizado com vista à obtenção
do grau de Mestre

Cátia Leonardo Silva
Nº 110391020

Orientadora Doutora c/agregação Carla
Moita Brites
Coorientadora Doutora Ana Sofia
Almeida

SANTARÉM
2014

“Ninguém escapa ao sonho de voar, de ultrapassar os limites do espaço onde nasceu, de ver novos lugares e novas gentes.

Mas saber ver em cada coisa, em cada pessoa, aquele algo que o define como especial, um objeto singular, um amigo, é fundamental. Navegar é preciso, reconhecer o valor das coisas e das pessoas, é mais preciso ainda!”

Antoine de Saint-Exupéry

AGRADECIMENTOS

A limitação de espaço impede-me de agradecer a todos os intervenientes fundamentais para a realização desta dissertação no Mestrado de Tecnologia Alimentar, que contou com muitos apoios e incentivos, sem os quais não teria sido possível tornar realidade, pelo qual estarei eternamente grata.

À Doutora Carla Moita Brites do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, pela sua orientação, pelo apoio e pela disponibilidade em esclarecer todas as dúvidas que foram surgindo ao longo do estágio e por todo o incentivo para a sua realização e, essencialmente, pela oportunidade da realização do mesmo.

À Doutora Ana Sofia Almeida do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária também pela orientação, pela disponibilidade em esclarecer dúvidas e essencialmente, pela paciência e amizade. Por todos os momentos de incentivo e apoio ao longo deste percurso.

A toda a equipa do Centro Operativo e Tecnológico do Arroz, à Engenheira Paula Marques, ao Engenheiro Filipe Lavrador e à Senhora Laurinda, pela ajuda na preparação de todo o material para a realização da dissertação.

Ao Engenheiro José Cabral, pelo apoio e pela disponibilidade em esclarecer dúvidas sobre a cultura do arroz em Portugal, e, essencialmente, pela amizade.

À Fernanda Balsemão e Bruna Carbas do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária pela ajuda e, sobretudo, pela paciência prestada que foi essencial para a realização das análises laboratoriais.

À minha melhor amiga, Flávia Caria e aos meus irmãos por todo o apoio, pela disponibilidade e companheirismo prestados ao longo deste percurso que foi essencial para a conclusão desta dissertação, especialmente, a minha irmã Rafaela, por todos os momentos de extrema paciência, não esquecendo o meu tio Luís Silva, pelos ensinamentos agrícolas e pelo apoio.

Aos meus pais, Manuel Silva, por todo o apoio prestado, por todo o encorajamento, e principalmente, pelos ensinamentos orizícolas; e Maria do Rosário, que foi a pessoa que mais coragem me transmitiu para ultrapassar as dificuldades que foram surgindo ao longo desta caminhada.

E por último, não deveria deixar de esquecer a pessoa que tem imensa importância na minha vida e que desempenhou também um papel muito importante para a conclusão deste trabalho. Ao meu querido namorado Pedro Miguel Faustino, a pessoa que mais paciência teve para mim durante os momentos mais críticos ao longo da realização deste projeto, pelo seu apoio, pelo seu carinho e amor prestados, é com orgulho que lhe agradeço por tudo, e cujo apoio nunca esquecerei.

Obrigado a todos!

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao *Engenheiro Alberto Vargues*, por ter sido um dos impulsionadores para a sua realização, pelo excelente profissional que foi na área do arroz e por promover o retorno ao Programa Nacional de Melhoramento Genético do Arroz em Portugal. Um amigo que ficará para sempre na memória e no coração.

RESUMO

Num conjunto alargado de germoplasma incluído em ensaios conduzidos pelo Centro Operativo e Tecnológico do Arroz (COTArroz), em Salvaterra de Magos, no ano agrícola de 2012 e que inclui variedades comerciais antigas e modernas e linhas avançadas do Programa Nacional de Melhoramento Genético do Arroz procedeu-se à caracterização física do grão de arroz em casca (paddy).

A análise estatística dos dados da biometria e peso de mil grãos do grão paddy permitiu identificar grupos de genótipos base para a seleção de uma coleção restrita que progride para o descasque, branqueamento (rendimento industrial) e caracterização físico-química do grão (biometria, brancura total, vítrea, área gessada, amilose, perfis de viscosidade). O objetivo principal do estudo é a identificação de diferentes tipos culinários de arroz, considerando a avaliação agronómica e a aptidão industrial.

Estabeleceu-se a organização das amostras em coleção e subcoleção que constitui o ensaio de avaliação agronómica de 2012 e do qual se prosseguiu com as análises de qualidade física e química. Das análises de dados foi possível estabelecer um modelo estimativo da biometria do grão branqueado em função do grão paddy, bem como a modelização do rendimento industrial em função dos parâmetros físicos (massa mil grãos, biometria).

Existe uma grande correlação entre os parâmetros físicos do grão, nomeadamente os relacionados com a cor, pelo que a área gessada tem a maior correlação com a brancura total (0,99). Cerca de 79% das amostras do ensaio de avaliação agronómica de 2012

apresenta comportamento culinário do tipo carolino, 18% apresentam comportamento do tipo agulha e apenas 3% apresentam comportamento intermédio.

Palavras-chave: Arroz (*Oryza sativa* L.); Germoplasma; Linhas avançadas; Caracterização físico-química do grão; biometria; brancura total, brancura vítrea, área gessada, cor KETT, amilose, viscosidade.

ABSTRACT

A large set of germplasm from 2012 harvest year comprised of breeding trials lead by COTArroz (Rice Operative and Technological Center, Portugal) including old and modern commercial varieties and advanced lines of the Portuguese Rice Breeding Program were collected and analyzed for the grain paddy physical characterization.

The statistical data analysis of grain paddy biometric and thousand weight analysis was performed and a sub-collection of selected genotypes base was used for kernel husking and milling and subsequent grain physicochemical characterization (biometric, total whiteness, vitreousness, chalky area, KETT colour, amylose, viscosity profile)..

The main objective of this study is the identification of different rice culinary types, considering the agronomic performance and the industrial aptitude.

The data obtained was organized in a collection which contain all grain paddy results and part of these samples were selected to a sub-collection including grain husked physical and chemical results.

Data analysis shows the feasibility to establish an estimate model for biometric milled grain parameters from paddy grain results and also the estimation of yield potential function of the physical grain paddy parameters (biometric, thousand grain weight)

There is a high significantly correlation between the physical parameters of the grain, mainly that related with colour, so that the chalky area has the highest correlation with the overall whiteness (0,99). Majority of sub-collection germplasm analyzed from 2012

agronomic assessment trial presents *carolino* culinary cooking behavior (79%), remaining material has *agulha* (18%) and intermediate (3%) properties.

Word-key: Rice (*Oryza sativa* L.); Germplasm; Advanced lines; Grain physicochemical characterization. biometric, total whiteness, vitreousness, chalky area, KETT colour, amylose, viscosity profile.

ÍNDICE

I.	INTRODUÇÃO	21
II.	O ESTADO DA ARTE	24
2.1.	Origem e Dispersão	24
2.2.	Morfologia	27
2.3.	Produção mundial	28
2.4.	A orizicultura portuguesa, os seus condicionamentos e a sua evolução....	31
2.4.1.	Condições edafoclimáticas.....	33
2.4.2.	Principais zonas de produção.....	34
2.4.3.	Preparação dos canteiros.....	35
2.4.4.	Sementeira.....	36
2.4.5.	Outras operações culturais	37
2.4.6.	Colheita e Secagem.....	38
2.5.	Programa Nacional de Melhoramento Genético de arroz.....	42
2.6.	Nomenclatura.....	45
2.7.	Outras designações Comerciais	47

III. O ARROZ APÓS A COLHEITA	49
3.1. Estrutura Anatômica do Grão	49
3.2. Qualidade do Arroz.....	51
3.2.1. Características da qualidade do arroz paddy.....	51
3.2.2. Características da qualidade do arroz branqueado	54
3.2.2.1. Qualidades Físicas	55
3.2.2.1.1. Rendimento	56
3.2.2.1.2. Biometria.....	57
3.2.2.1.3. Cor.....	57
3.2.2.2. Composição Química.....	59
3.2.2.2.1. Amido	61
3.2.2.2.2. Propriedades físico-químicas do amido	64
3.2.2.2.2.1. Gelatinização	66
3.2.2.2.2.2. Formação da Pasta	68
3.2.2.2.2.3. Retrogradação	69
3.2.2.2.3. Métodos de Análises das Propriedades Físicas do Amido.....	70
3.2.2.3. Qualidade de Processamento e Culinária.....	72

3.2.2.3.1. Textura	73
3.2.3. Qualidade Nutricional do Arroz na Alimentação Humana	74
IV. DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL.....	78
4.1. Material	78
4.2. Métodos	79
4.2.1. Determinação de parâmetros físicos do grão de arroz paddy	80
4.2.1.1. Massa de mil grãos de arroz paddy	80
4.2.1.2. Biometria de arroz paddy	81
4.2.1.3. Rendimento Industrial.....	82
4.2.1.4. Biometria de arroz branqueado	84
4.2.1.5. Determinação da cor	86
4.2.2. Determinação de parâmetros químicos e reológicos do grão de arroz branqueado	87
4.2.2.1. Amilose	87
4.2.2.2. Viscosidade	89
V. RESULTADOS E DISCUSSÃO	91
5.1. Resultados da Coleção Global	92

5.1.1. Peso de Mil Grãos em paddy	92
5.1.1.1. Resultados dos Ensaio de Avaliação Agronômica	92
5.1.1.2. Resultados dos progenitores masculinos e femininos do Programa Nacional de Melhoramento Genético de Arroz.....	94
5.1.2. Biometria em paddy dos progenitores femininos e masculinos do Programa Nacional de Melhoramento Genético do Arroz.....	96
5.2. Resultados da sub-coleção	98
5.2.1. Determinação da Correlação Entre Parâmetros Físicos do Grão de Arroz Paddy e Arroz Branqueado	107
5.2.2. Determinação de um modelo estimativo da biometria do grão de arroz branqueado função da biometria do grão de arroz paddy	108
5.2.3. Modelização do rendimento industrial em função dos parâmetros físicos do grão	116
5.2.4. Determinação das correlações entre os parâmetros da cor do grão de arroz branqueado	120
5.2.5. Identificação de diferentes tipos culinários de arroz considerando os parâmetros físico-químicos do grão	121
5.2.6. Análise de Componentes Principais.....	123
VI. CONCLUSÕES.....	129

VII. BIBLIOGRAFIA.....	133
VIII. ANEXOS.....	139

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Produção de arroz paddy em países asiáticos.	29
Figura 2- Consumo de arroz branqueado em Portugal	32
Figura 3 – Área de produção de arroz em 2011 e nos principais concelhos dos distritos de Coimbra, Montemor-o-Velho, Lisboa, Santarém e Setúbal.	32
Figura 4- Estrutura anatómica do grão de arroz paddy	50
Figura 5 – Estrutura do amido: a) amilose; b) amilopectina.	62
Figura 6 - Perfil do Analisador Rápido de Viscosidade (RVA)	71
Figura 7 – Contador de grãos Pfeufer.....	80
Figura 8 - Analisador estatístico S21.....	81
Figura 9 - Descascadora e Branqueadora de arroz paddy.	83
Figura 10 – Colorímetro - <i>Rice Whiteness Tester</i>	86
Figura 11 - Determinação da amilose por colorimetria: a) balões com farinha de arroz, etanol e hidróxido de sódio; b) tubos de ensaio com solução e totalidade dos reagentes – diferentes cores tendo em conta o teor de amilose; c) amostra japónica (esquerda) e indica (direita); d) ensaio em branco.....	88
Figura 12 – Espectrofotómetro Hitachi, modelo U-2010.....	89

Figura 13 - Rapid Visco Analyser.	90
Figura 14 - Peso de mil grãos das testemunhas e linhas avançados do ensaio de avaliação agronômica 1.	93
Figura 15 - Peso de mil grãos das linhas avançadas e das testemunhas do ensaio de avaliação agronômica 2.	94
Figura 16 – Peso de mil grãos dos progenitores masculinos, por ordem crescente, do Programa de Melhoramento Genético de Arroz do ano de 2012.	95
Figura 17 – Peso de mil grãos dos progenitores femininos, por ordem decrescente, do Programa de Melhoramento Genético de Arroz do ano de 2012.	96
Figura 18 – Biometria em paddy dos progenitores femininos do Programa Nacional de Melhoramento Genético de Arroz do ano de 2012.....	97
Figura 19 – Biometria em paddy dos progenitores masculinos do Programa Nacional de Melhoramento Genético de Arroz do ano de 2012.....	98
Figura 20 - Biometria em paddy e branqueado das linhas avançadas e das testemunhas do primeiro ensaio de avaliação agronômica. Filtro do comprimento.	99
Figura 21 - Biometria de amostras paddy vs branqueado do primeiro ensaio de avaliação agronômica. Filtro da largura.	101
Figura 22 - Biometria das amostras paddy e branqueadas do segundo ensaio de avaliação agronômica. Filtro do comprimento.	102

Figura 23 - Biometria das amostras em paddy e branqueadas do segundo ensaio de avaliação agronómica. Filtro da largura.	103
Figura 24 - Rendimento industrial das linhas avançadas e das testemunhas em estudo, do primeiro ensaio de avaliação agronómica.	104
Figura 25 - Rendimento industrial das linhas avançadas e testemunhas do segundo ensaio de avaliação agronómica.	105
Figura 26 - Quantidade de grãos inteiros e de trincas dos elementos em estudo do primeiro ensaio de avaliação agronómica.	106
Figura 27 – Quantidade de trincas e de grãos inteiros das amostras do segundo ensaio de avaliação agronómica.	107
Figura 28 – Gráfico de probabilidade normal dos resíduos da regressão. Variável dependente Comprimento Branqueado.	111
Figura 29 – Gráfico de dispersão dos resíduos do modelo de estimativa do comprimento do grão de arroz branqueado em função do grão de arroz paddy.	112
Figura 30 – Gráfico de probabilidade normal. Variável dependente Largura Branqueado.	115
Figura 31 – Gráfico de dispersão dos resíduos.	115
Figura 32 – Gráfico de probabilidade normal. Variável dependente Rendimento ao descasque.	119
Figura 33 – Gráfico de dispersão de resíduos.	120

Figura 34 – Tipos culinários do Ensaio de Avaliação Agronómica.	122
Figura 35 – Posicionamento de cada amostra no mapa bidimensional definido pelas duas componentes principais retidas e a sua posição relativa às variáveis originais.	125
Figura 36 – Diversos aspetos da instalação da cultura: a) gradagem; b) nivelamento; c) sementeira de arroz; d) colheita do arroz.	139
Figura 37 – a) Analisador DICKEY-john GAC 2100 AGRI. b) Circulação do ar no secador.	140

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Composição Nutricional dos Cereais.	75
Quadro 2- Composição Nutricional do Arroz Integral e Branqueado.	77
Quadro 3 - Cronograma das atividades desenvolvidas.	79
Quadro 4 – Sumário do modelo de estimativa do comprimento do grão branqueado em função do comprimento do grão paddy.	109
Quadro 5 – ANOVA da regressão simples de estimativa do comprimento arroz branqueado em função do comprimento do arroz paddy.	109
Quadro 6 – Coeficientes do modelo de estimativa do comprimento do arroz branqueado em função do comprimento do arroz paddy.	110

Quadro 7 - Estatísticas residuais da regressão linear de modelização da estimativa do comprimento do arroz branqueado em função do comprimento do arroz paddy.....	110
Quadro 8 – Sumário do modelo de estimativa da largura do grão branqueado em função da largura do grão paddy.....	113
Quadro 9 – ANOVA da regressão linear da modelização da largura grão branqueado em função da largura do grão paddy.	113
Quadro 10 – Coeficientes da regressão linear do modelo estimativo da largura de arroz branqueado em função da largura do arroz paddy.....	114
Quadro 11 – Estatísticas residuais da regressão linear da estimativa da largura do grão branqueado em função do grão paddy.....	114
Quadro 12 – Sumário do modelo da regressão linear, da estimativa do rendimento industrial em função dos parâmetros físicos.....	117
Quadro 13 – ANOVA da regressão linear, da modelização do rendimento industrial em função dos parâmetros físicos.....	117
Quadro 14 – Coeficientes de regressão linear da modelização do rendimento industrial em função dos parâmetros físicos.....	117
Quadro 15 – Estatísticas residuais da regressão linear de modelização do rendimento industrial em função dos parâmetros físicos.....	118
Quadro 16 – Correlação entre os parâmetros da cor do grão de arroz branqueado.....	121

Quadro 17 - Componentes principais extraídas da Análise de Componentes Principais, com os respectivos <i>eigenvalues</i> (valor próprio), % de variância explicada, α de Cronbach, pesos de cada variável. As duas componentes explicam cerca de 64,00% da variância total.....	123
Quadro 18 – Correlação entre parâmetros físicos do grão de arroz paddy e do grão de arroz branqueado.....	141
Quadro 19 - Médias dos parâmetros de qualidade física e química das amostras do Ensaio de Avaliação Agronómica 2012.	142

I. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é o alimento base para metade da população mundial, pelo que a cada ano, novas variedades de arroz são desenvolvidas, sendo melhoradas em termos agronómicos bem como em termos nutricionais, tendo em conta as preferências dos consumidores (SUN *et al.*, 2011).

Um Programa de Melhoramento engloba um grande número de material genético e o seu sucesso incide na continuidade do trabalho por forma a manter o fluxo contínuo de germoplasma e de informação ao longo do processo (COUTINHO, 2010). Para além da continuidade, os critérios de seleção também são importantes e concretamente no caso do Programa de Melhoramento do Arroz um dos principais objetivos reside na seleção de variedades do tipo Carolino, a forma ecológica Japónica (MAÇÃS, 2007).

Através da seleção obtém-se variedades com as características tecnológicas, comerciais e alimentícias desejadas. As características tecnológicas consistem no rendimento, melhorando a cariopse do arroz paddy, que tem tendência a se partir durante o processo. As características comerciais englobam: o tamanho e dimensões, textura, presença ou ausência de impurezas e importância do aspeto, a viscosidade e a cor do grão. Quanto às características alimentícias, estas caracterizam-se pela qualidade organolética, nomeadamente, o odor e o sabor do grão e a textura depois da cozedura. Outro aspeto relevante é o valor nutritivo, principalmente, o teor em hidratos de carbono, proteínas e lípidos, vitaminas e elementos minerais.

A estratégia da seleção com vista ao melhoramento reside na história do cultivo e consumo do arroz em Portugal que se traduz numa especificidade de receitas tradicionais em que predomina o arroz do tipo carolino. Para além da preferência dos consumidores, os critérios deverão tomar em consideração aspetos agronómicos e industriais.

Portugal, sendo autossuficiente na produção de arroz carolino, tem como principais regiões produtoras de arroz, os estuários dos rios Sado, Mondego e Tejo. Portugal é o país europeu com maior consumo per capita de arroz, o consumo nacional situa-se nos 17 quilogramas por ano por pessoa, sendo ainda um dos principais países produtores da Europa, juntamente com Espanha, Grécia e Itália. Apesar de ser autossuficiente na produção de arroz carolino, Portugal continua a sofrer um número considerável de importações (BRITES, 2010).

A variedade de arroz, bem como as condições edafoclimáticas onde é produzido, influencia a biometria e o aspeto do grão, não esquecendo ainda o processo industrial de moagem. Durante este processo, a casca é removida do grão paddy, passando a arroz integral, sendo posteriormente branqueado. Relativamente à composição química do arroz, os hidratos de carbono são os que predominam, onde o amido é o principal componente, que contém na sua constituição amilose e amilopectina. É o teor de amilose que irá influenciar o comportamento do grão durante a cozedura, uma vez que este está correlacionado com a temperatura de gelatinização, com a absorção de água e expansão de volume e, por seu turno, pela textura do arroz cozido. Para além do teor de amilose, a cor do grão, a biometria, bem como outros aspetos relacionados com a textura, o aroma e o sabor do arroz cozido, são parâmetros que diferenciam o comportamento culinário do arroz (BRITES, 2009).

A avaliação da qualidade de linhas avançadas num programa de melhoramento deverá assim contemplar testes exequíveis numa grande quantidade de material e considerar também todos os aspetos referidos, nomeadamente os relacionados com a indústria e o consumidor.

O presente estágio foi realizado no âmbito dos projetos PRODER, Medida 2.2.3.1. Conservação e Melhoramento de Recursos Genéticos/Componente Vegetal - “Promoção e valorização económica de variedades tradicionais de arroz” e FCT-RECI/AGR-TEC/0285/2012 - BEST-RICE-4-LIFE- Desenvolvimento de um sistema global de qualidade do arroz, recorrendo a ferramentas de análises de imagem, físico-químicas, sensoriais e quimiométricas para melhorar a qualidade da cultura e o valor de utilização.

O estágio será dividido em duas partes, em que a primeira se realizou no Centro Operativo e Tecnológico do Arroz, em Salvaterra de Magos, e a segunda parte no Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, em Oeiras.

O presente estudo tem os seguintes objetivos: i) Determinação das correlações entre os parâmetros físicos do grão paddy e grão branqueado; ii) Determinação de um modelo estimativo da biometria do grão branqueado função do grão paddy; iii) Modelização do rendimento industrial função dos parâmetros físicos do grão; iv) Determinação das correlações entre os parâmetros da cor do grão branqueado por análise de imagem/colorimetria; v) Identificação de diferentes tipos culinários de arroz considerando os parâmetros físico-químicos do grão.

II. O ESTADO DA ARTE

2.1. ORIGEM E DISPERSÃO

A espécie *Oryza sativa* L., de nome comum arroz, tem como origem a Ásia, sendo o local incerto. Afirma-se que o seu centro de origem se situa na zona pré-Himalaia do sudeste asiático, nomeadamente, parte Este da Índia e Sul da China. Diversos autores admitem que a sua domesticação ocorreu na Índia, designadamente, entre 1500 e 2000 anos a.C., e ainda num período ainda mais longínquo, o seu cultivo expandiu-se pelo Sul da China bem como para outros países do Sul e Este da Ásia. Há ainda outros autores que consideram o cultivo na China como sendo o mais antigo de todos, cerca de 7000 anos a.C.. Contudo, existem inúmeros autores que concordam que o arroz foi domesticado em três locais diferentes, nomeadamente, na Índia, Indonésia e China, daí serem conhecidos três tipos de subespécies de arroz: *indica*, *javanica* e *japónica*, respetivamente. (SCHALBROECK, 2001).

Consideram-se os principais difusores da cultura do arroz a Pérsia, que por seu turno se situa a ocidente da Índia, e a China. Da Pérsia, o arroz passou para sul do Turquestão, Mesopotâmia, Arábia e Turquia (SILVA, 1975).

Diversos botânicos defendem também o facto de o arroz ter surgido no Sudoeste Asiático. Em prol dessas hipóteses, existem as tradições antigas da China, os nomes em que a planta é conhecida nas línguas antigas da Ásia e as informações de autores romanos e

gregos. Tudo isso reforça, por seu turno, a opinião daqueles autores que exclui outra origem a não ser a asiática.

Na Europa o arroz só foi conhecido depois da expedição de Alexandre Magno à Índia. Foi em 711 que os Árabes trouxeram o arroz para a Península Ibérica, nomeadamente, a altura da sua conquista. Por volta do século XV, o arroz chegou a Itália e posteriormente a França, propagando-se pelo resto do mundo em virtude das conquistas europeias. Foi em 1694 que chegou à Carolina do Sul e à América do Sul no início do século XVIII (SILVA, 1969).

A produção de arroz em Portugal começou a ser documentada nos primeiros anos do século XVIII. Embora se cultivasse muito antes nas regiões do Sul e como herança dos Muçulmanos, só a partir desta data houve registos da presença do cereal nas zonas limítrofes do estuário do Tejo (SILVA, 1975).

Em finais do século XVIII, a produção de arroz foi proibida devido ao risco de malária associado aos canteiros de arroz, em locais como Azambuja, Benavente, Alcácer do Sal e Águas de Moura (SAAVEDRA, 2010).

Mas, pouco a pouco, foram sendo vencidas as reticências iniciais graças a focos de monotorização. No século XIX, já pode falar-se em cultivo sistemático e de um interesse manifesto e concreto da agricultura portuguesa na produção de arroz. Até então, a cultura de arroz era considerada ilegal, mas era tolerada. Deste modo inicialmente clandestino, os arrozais começaram a estender-se pela bacia dos rios e o governo começou a ponderar a viabilidade da produção de arroz, estabelecendo paulatinamente as condições que deviam presidir ao seu cultivo (SILVA 1975).

No início do século XX, estabeleceram-se as bases para a produção de arroz em Portugal. Nos anos 30, os arrozais cresceram significativamente e as zonas de cultivo estenderam-se a outras regiões do país (SILVA, 1975).

Atualmente, o arroz é cultivado na bacia do Mondego (Figueira da Foz, Coimbra), nas bacias da Beira Baixa, na bacia do Sado (Alcácer do Sal), na bacia dos afluentes do Tejo, do rio Sorraia, e noutras zonas em menor escala.

Num clima mediterrâneo com influência atlântica, o arroz é maioritariamente cultivado em condições de regadio. As explorações agrícolas costumam caracterizar-se por um tamanho entre o médio e o grande, dos 15 aos 300 hectares, e por serem intensamente mecanizadas, embora haja ainda pequenos produtores que continuam a empregar as tradicionais técnicas de cultivo.

Para ser bem sucedida, a produção de arroz em Portugal depende de três parâmetros cruciais: a temperatura, que pode afetar a planta se for extremamente baixa, a água disponível, que determina a superfície que pode ser semeada e que influencia o aparecimento de possíveis doenças, e a quantidade de radiação solar que os arrozais recebem.

EM PORTUGAL, A PRODUÇÃO TOTAL (180000 TON.) E O CONSUMO PER CAPITA (18 KG/ANO/PER CAPITA) SÃO SIGNIFICATIVOS NO CONTEXTO EUROPEU. EM PORTUGAL, A ÁREA TOTAL SEMEADA COM ARROZ TEM VINDO A AUMENTAR DESDE 2008, TENDO SIDO EM 2012 (DADOS DO IFAP, I.P.) DE 30835 HA, O QUE REPRESENTA MAIS 1184 HA DO QUE EM 2011. O AUMENTO MAIS ACENTUADO VERIFICOU-SE NO RIBATEJO (+718 HA) E NO ALENTEJO (+461 HA). NO ENTANTO, A TECNOLOGIA DO SECTOR APRESENTA ALGUMAS LIMITAÇÕES.

2.2.MORFOLOGIA

O arroz (*Oryza sativa* L.), da família das gramíneas, é uma planta anual, de onde se conhecem inúmeras variedades cultivadas. O seu sistema radicular é formado por raízes seminais e adventícias que constituem, por seu turno, o caraterístico raizame fasciculado. O caule é um colmo, constituído por nós bem marcados, que correspondem por sua vez a tabiques internos e externos revestidos pelas bainhas das folhas que os envolvem. Cada planta possui, por seu turno, vários colmos cujo número depende do seu grau de afilamento. A estrutura, que representa a altura dos colmos, é medida desde a base do colmo principal até ao nó inferior da panícula. A variedade e as condições edafoclimáticas influenciam o tamanho da planta, que pode, por sua vez, variar de 0,6 m (mais baixa) a 1,1 m (alta) e até mesmo superior a 1,1 m (muito alta) (SILVA, 1971).

O ciclo de desenvolvimento do arroz corresponde a três períodos, nomeadamente: vegetativo, reprodutivo e maturação (SILVA, 1971). A sua duração pode ser de 100 a 130 dias nos países de clima subtropical, dependendo também de outros fatores como: a variedade, a época de sementeira, a região de cultivo e as condições de fertilidade do solo. A maior parte de duração de ciclo entre culturas ocorre no período vegetativo. Este período

compreende, por seu turno, o tempo desde a germinação da semente à diferenciação do primórdio floral. O número de dias desde a sementeira à emergência depende, por sua vez, da temperatura e humidade do solo em sistemas de sementeira em solo seco. Em condições de sementeira em canteiros alagados, depende imenso da temperatura da água (SILVA, 1969).

O período reprodutivo engloba o período entre a diferenciação do primórdio floral e a inflorescência, podendo ter uma duração variável entre três a cinco semanas. A partir da diferenciação, os entrenós do colmo começam a alongar-se rapidamente e a planta, por seu turno, cresce imenso (SILVA, 1971).

O período de maturação diz respeito ao período desde a inflorescência à maturação fisiológica do grão, variando de trinta a quarenta dias, dependendo, especialmente, das condições de temperatura do ar. O ciclo cultural termina assim com a maturação do grão, que se traduz pela acumulação de amido e a perda de humidade (SILVA, 1971).

2.3.PRODUÇÃO MUNDIAL

A nível mundial, o arroz ocupa o primeiro lugar nas culturas destinadas à alimentação humana. De acordo com a FAO, a produção mundial de arroz paddy (arroz em casca) em 2012 atingiu os 730,2 milhões de toneladas que, por seu turno, equivale a cerca de 486,9 milhões de toneladas de arroz descascado (FAO, 2013).

Apesar do arroz ser produzido em amplas áreas do mundo, os requisitos físicos para a produção desta cultura estão limitados a determinadas zonas. O cultivo economicamente viável do arroz requer usualmente altas temperaturas médias durante o período de

crescimento, quantidades abundantes de água aplicadas oportunamente, superfícies de terra planas para facilitar a inundação uniforme e drenagem, e um subsolo que iniba a percolação de água.

Os principais países produtores de arroz a nível mundial registados no ano de 2012 pela FAO foram os países situados na Ásia (Figura 1), que, por sua vez, superaram as expectativas de anos anteriores, destacando-se o Camboja, a Indonésia, o Japão, a Tailândia e o Vietnã. Seguido da Ásia, constam os países produtores da União Europeia, Guiné, e América do Sul (FAO, 2013).

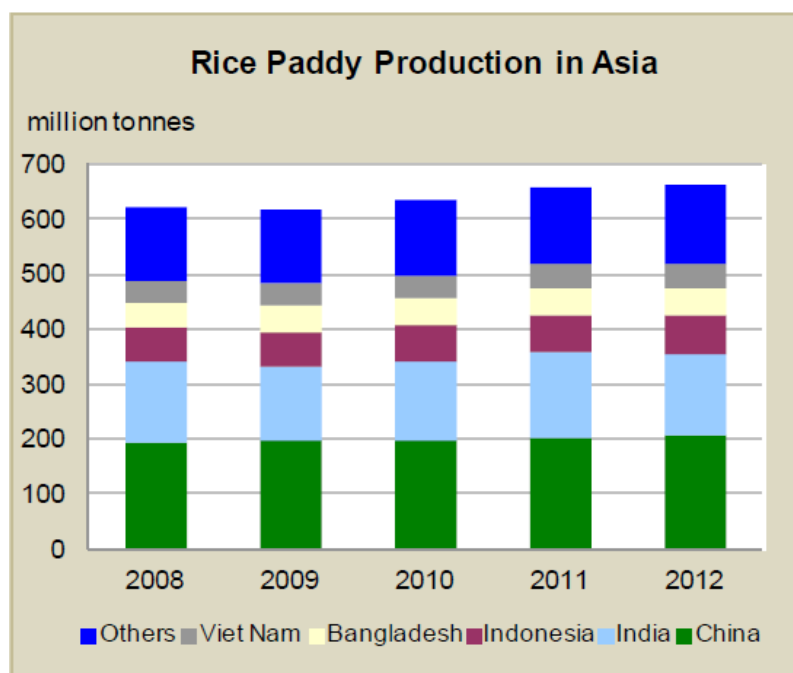


Figura 1 – Produção de arroz paddy em países asiáticos.

Fonte: (FAO, 2013)

O aumento de produção no ano de 2012 verificou-se devido ao aumento da área de produção, cerca de 163 milhões de hectares, com rendimento médio de 4,48 toneladas por hectare. Devido às condições edafoclimáticas, houve resultados negativos das colheitas no

Brasil e na Índia. Verificou-se que a Ásia exportou 662 milhões de toneladas de arroz paddy (cerca de 442 milhões de toneladas de arroz branqueado) representando um aumento de 0,9% em relação ao ano de 2011 (FAO, 2013).

Em África, houve colheitas satisfatórias nas regiões do norte e ocidente, havendo um aumento para 26,4 milhões de toneladas de arroz paddy (17,7 a milhões de toneladas de arroz branqueado), no ano de 2012, devido a grandes produções nos países como o Egito, Guiné, Mali, Senegal e Serra Leoa. Em contrapartida, houve baixas produções em Madagáscar, Nigéria e Tanzânia. Na América Latina e nas Caraíbas, no ano de 2012 houve uma diminuição de 6%, devido a quedas curtas de produção de arroz paddy na Argentina, no Brasil, no Equador e no Uruguai. Nas outras regiões, como a Austrália e os Estados Unidos (8%), houve um pequeno aumento de produção, enquanto na União Europeia, houve um ligeiro declínio (10%) (FAO, 2013).

A utilização global do arroz nos anos de 2012/2013 é prognosticada para um aumento de 1,5%, cerca de 476 milhões de toneladas. Este aumento seria promovido, nos países como o Bangladesh, por preços domésticos mais baixos em relação ao ano anterior, embora, os preços para o consumidor continuem a estar mais elevados em termos nominais, de ano para ano (FAO, 2013).

Cerca de 90% do arroz produzido tem como destino a alimentação humana. O aumento da produção a nível mundial por forma a garantir uma maior quantidade de arroz disponível para consumo, uma vez que a procura de arroz é cada vez maior em prol do aumento da população nos países produtores.

A União Europeia é um importador de arroz de elevada importância, na medida em que se consome mais arroz do que aquele que se produz. Importando cerca de um milhão de toneladas de arroz branqueado. Há assim uma autossuficiência de 69% na União Europeia (ALMEIDA & MARQUES, 2013).

2.4.A ORIZICULTURA PORTUGUESA, OS SEUS CONDICIONAMENTOS E A SUA EVOLUÇÃO

Portugal consome em média por ano cerca de 180 mil toneladas de arroz, produzindo apenas 120 mil toneladas, sendo que 72% do arroz produzido em Portugal provém de variedades do tipo carolino, 27% de variedades do tipo agulha e 1% das variedades incluem-se nos tipos médios e redondos. Portugal importa cerca de 80 mil toneladas de arroz, das quais 90% é arroz do tipo agulha, uma vez que o país é autossuficiente para o consumo de arroz carolino. Do arroz que os portugueses consomem, cerca de 44% é do tipo carolino, 45% é do tipo agulha e cerca de 11% é de outro tipo, nomeadamente, aromáticos e risottos. Em termos de geografia de consumo nacional, do arroz total consumido em Portugal, cerca de 60% é consumido no Norte e, cerca de 40% é consumido no Sul. Dos países europeus, Portugal é o maior consumidor de arroz per capita, com cerca de 17 kg/capita/ano (Figura 2), no ano de 2008 (ALMEIDA & MARQUES, 2013).

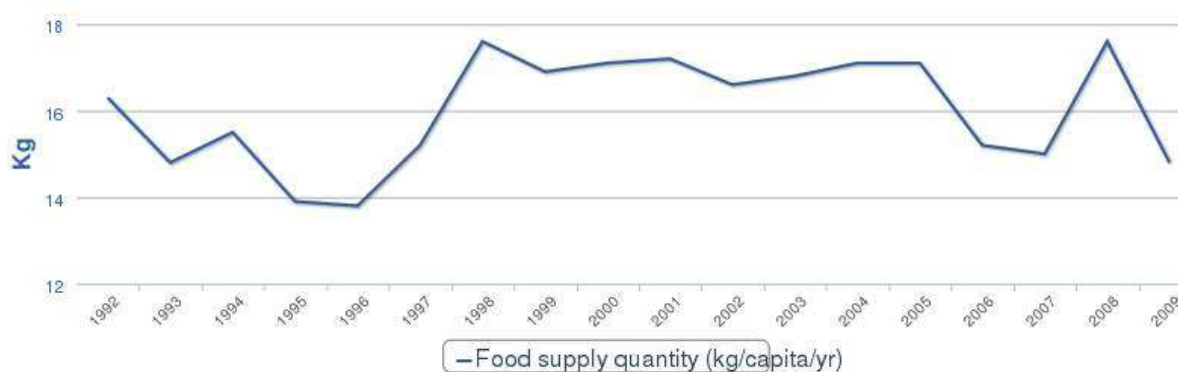


Figura 2- Consumo de arroz branqueado em Portugal

(Fonte: ALMEIDA & MARQUES, 2013).

A Figura 3 ilustra a área de arroz cultivada no ano agrícola de 2011, nos concelhos dos distritos de Coimbra, Montemor-o-Velho, Lisboa e Setúbal.

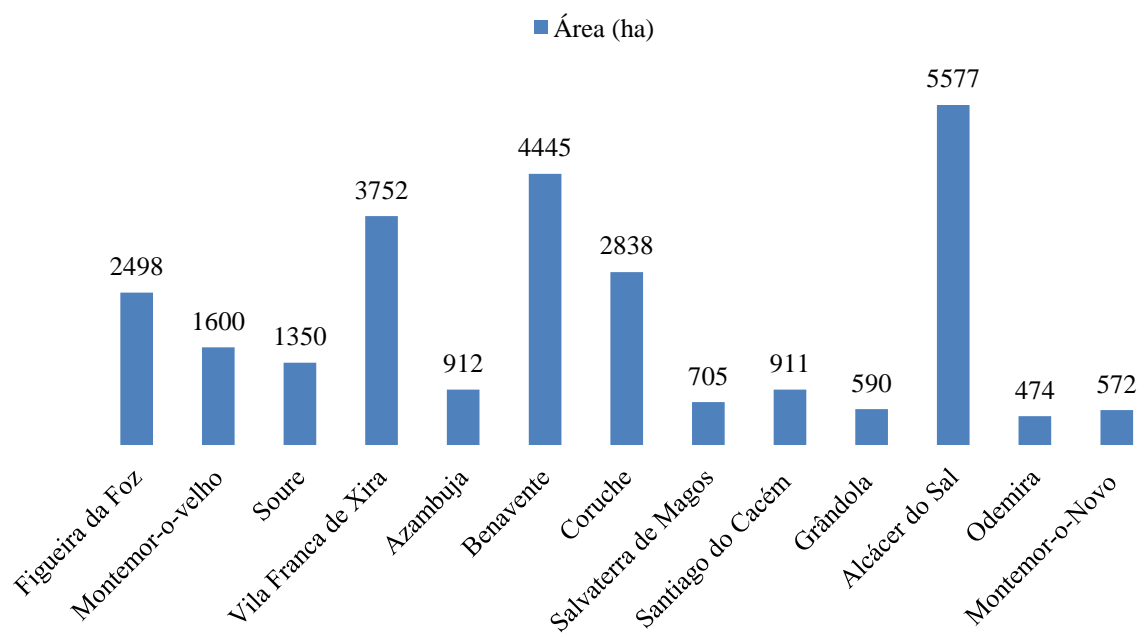


Figura 3 – Área de produção de arroz em 2011 e nos principais concelhos dos distritos de Coimbra, Montemor-o-Velho, Lisboa, Santarém e Setúbal.

Entre o ano de 2010 e o de 2012, as áreas semeadas do tipo arroz carolino aumentou cerca de 27%, enquanto a área de arroz do tipo agulha diminuiu cerca de 25% (ALMEIDA & MARQUES 2013).

2.4.1. Condições edafoclimáticas

A temperatura é um dos fatores com maior importância no ciclo vegetativo do arroz. Para que as plantas possam crescer e atingir o seu completo desenvolvimento, é necessário que a temperatura durante todo o ciclo vegetativo atinja determinados valores e, além disso, que os valores máximos e mínimos estejam dentro de determinados limites, pois, caso contrário, as plantas podem não completar as diversas fases do seu período vegetativo.

Na altura da sementeira, a temperatura da água e do solo deve estar compreendida entre os 12°C e os 14°C o que, evidentemente limita as datas de sementeira nas regiões mais setentrionais. Para a floração é necessária uma temperatura de 22°C; a polinização ocorre a temperaturas variáveis, de acordo com a humidade atmosférica, mas usualmente, nunca abaixo dos 22°C. Relativamente à maturação, a temperatura mínima exigida é cerca de 19°C. Os valores previamente referidos demonstram o motivo pelo qual a cultura do arroz é limitada, nas zonas temperadas, durante as estações mais quentes, como por exemplo em Portugal, enquanto nas regiões tropicais e subtropicais se cultiva durante todo o ano. Apesar de Portugal ser um país cuja precipitação anual média ronda a ordem dos 700 mm, a distribuição irregular origina problemas de escassez de água nas épocas de Abril a Setembro, havendo particular incidência no sul e interior centro e norte (SIR, 2013). Os valores anteriormente referidos demonstram o motivo pelo qual a cultura do arroz é limitada, nas zonas temperadas, durante as estações mais quentes, como por

exemplo em Portugal, enquanto nas regiões tropicais e subtropicais se cultiva durante todo o ano. Apesar de Portugal ser um país cuja precipitação anual média ronda a ordem dos 700 mm, a distribuição irregular origina problemas de escassez de água nas épocas de Abril a Setembro, havendo particular incidência no sul e interior centro e norte (SIR, 2013).

Neste contexto, o regadio surge como uma componente fundamental para a produção de arroz, no sentido de proporcionar um bom desenvolvimento da cultura para se obter níveis de rendimento favoráveis. Em muitos casos, o regadio pressupõe a construção de infraestruturas necessárias para o efeito, como por exemplo, canais de distribuição de água, albufeiras para retenção de água para rega nos períodos de escassez. É importante realçar que, a necessidade de recorrer ao regadio, não invalida que se apliquem medidas para o uso eficiente da água. Todavia, as esperadas alterações climáticas, como as subidas de temperatura e as irregularidades de precipitação, aumentarão, por seu turno, ainda mais no futuro a dependência do regadio nos países mediterrânicos (SIR, 2013). A temperatura média anual em Portugal varia entre os 7°C nas terras altas do interior norte e centro, pelo que no litoral sul, varia cerca de 18°C. A precipitação média anual apresenta valores mais altos no Minho e Douro Litoral e valores mais baixos no interior do Baixo Alentejo.

2.4.2. Principais zonas de produção

O arroz (*Oryza sativa* L.) produz-se essencialmente no vale dos rios: Sado, Tejo, Sorraia e do Mondego, nomeadamente, Baixo Mondego. Terá sido introduzido nesta zona durante o reinado de D. Dinis, particularmente, na zona de Montemor-o-Velho, a partir de semente proveniente da zona de Sevilha. Tendo sido conhecido como o “Lavrador”, este

rei governou em Portugal de 1279 a 1325, tendo desenvolvido a agricultura, oferecendo terras a quem não as tinha, isto se as cultivassem, e por transformar zonas pantanosas em terras utilizáveis para a agricultura.

2.4.3. Preparação dos canteiros

A preparação do solo é a base principal para a realização de uma boa cultura. Durante o inverno os campos ficam em repouso, após uma época de colheitas, tornando-se em enormes espelhos de água, graças à água das chuvas. Em Abril dá-se início à preparação dos terrenos para um novo ciclo cultural. São necessárias valas de drenagem por forma a garantir um escoamento adequado das águas acumuladas no inverno nos canteiros. Isto permite que se dê início às mobilizações dos terrenos.

É aconselhável que se faça uma lavoura de três em três anos, por forma a ser feito o reviramento da leiva para garantir o enterramento de arroz bravo, que por seu turno influencia negativamente a qualidade industrial do arroz paddy, promovendo-se assim uma limpeza dos terrenos desta infestante. A mobilização inicia-se pela gradagem (Figura 36 - a, Cap. XII, Anexos), por forma a se promover um corte do solo. Não existe muito restolho do ano agrícola anterior, uma vez que após a colheita deve-se pisar o solo com umas rodas metálicas incorporadas num trator, por forma a garantir o enterramento superficial do restolho da cultura, e assim promover a degradação do mesmo. O solo não deve de ficar muito esmiuçado, na medida em que se pretende evitar o enterramento da semente aquando a sementeira, garantindo futuramente uma boa germinação da mesma.

Após a gradagem do solo, procede-se ao rasgamento do mesmo, com auxílio de um chisel acoplado ao trator, não muito abaixo dos trinta centímetros, para promover um rasgamento do solo eficiente e garantir um bom nivelamento do mesmo. Procede-se a outra gradagem, isto para destruir os aglomerados formados nas operações anteriores. Uma outra operação importante é o nivelamento (Figura 36 – b, Cap. XII, Anexos). Este é feito com um rodo emparelhado a um trator que, por seu turno, é orientado por um lazer, colocado estrategicamente no terreno, por forma a garantir que o canteiro seja nivelado à cota desejada.

Terminado o nivelamento, procede-se à adubação de fundo. Nesta fase aplica-se metade a um terço do azoto e a restante quantidade em uma ou duas adubações de cobertura. Isto para uma produção esperada de 7000 kg, tendo em especial cuidado não aplicar azoto na forma nítrica, mas sim na forma amoniacal, por forma a garantir um bom aproveitamento do mesmo pelas plantas, já que na forma nítrica o azoto lixivia facilmente pelo solo (INIA, 2000).

Após a adubação de fundo procedesse ao enchimento dos canteiros o qual se realiza com auxílio a bombas de captação de água que promovem o enchimento dos mesmos. É denominada rega por superfície uma vez que a água circula pelos canteiros por gravidade até estes ficarem suficientemente cheios.

2.4.4. Sementeira

A sementeira (Figura 36 – c, Cap. XII, Anexos) é feita nos canteiros alagados podendo ser, por seu turno, realizada com trator ou com avião. Quando a sementeira é realizada com trator, este deve ser montado com rodas metálicas que, por sua vez, facilitam

a circulação nos canteiros alagados. Há sistemas de sementeira por sistema *Auto Track*, em que o trator é conduzido por GPS, garantindo assim uma boa sementeira, sem falhas. As sementes são colocadas vinte e quatro horas antes em água por forma a garantir a sua chumbagem. Este processo é crucial, na medida em que ajuda imenso na germinação e na deposição da semente no solo aquando a sementeira, garantido a sua deposição no fundo do canteiro. A sementeira é feita com um semeador centrífugo.

Após a sementeira há que garantir uma boa germinação do arroz bem como o seu perfeito enraizamento. Desse modo deve ter-se especial cuidado com o nível de água nos canteiros. Estes não devem ter muita água por forma a evitar a ondulação causada pelo vento que, por seu turno, promove o arrancamento das pequenas plantas de arroz. A fase mais crítica decorre até ao afilhamento, fase essa em que a planta tem o seu sistema radicular mais fortificado.

2.4.5. Outras operações culturais

Ao longo do ciclo cultural há que ter cuidados durante as várias fases de desenvolvimento das plantas. Após o afilhamento faz-se uma adubação de cobertura com adubo na forma amoniacal. Esta operação pode ser feita com trator ou por avião. Quando realizada com trator, este deve de ser montado tal como foi para a sementeira, com as rodas metálicas de forma a facilitar a sua deslocação ao longo do canteiro. O adubo é espalhado centrífugamente. O trator é conduzido por sistema GPS por forma garantir uma adequada largura de trabalho e evitar sobreposição exagerada do adubo no canteiro. Para a adubação de cobertura é utilizado o mesmo sistema *Auto Track* que foi utilizado na sementeira, através das coordenadas GPS dos canteiros.

Um outro aspeto importante é o aparecimento de plantas infestantes na seara, é importante evitar a sua proliferação, de maneira a que não entrem em competição com as plantas de arroz o que prejudicará a produção final. Desse modo, deve-se garantir uma lâmina de água no canteiro que não facilite o desenvolvimento das infestantes. Caso seja necessário recorre-se à luta química. Para tal utilizam-se apenas os produtos fitofarmacêuticos homologados pela Direção Geral de Agricultura e Veterinária, respeitando as doses e o número de aplicações. Além de plantas infestantes também surgem outros inimigos, nomeadamente, pragas e doenças. O critério, caso se recorra à luta química, para o uso de inseticidas ou fungicidas deve ser respeitado tal como para o uso de herbicidas.

2.4.6. Colheita e Secagem

Aquando atingida a maturação fisiológica do arroz, procedesse à colheita do mesmo. O arroz é colhido com uma percentagem de humidade no grão de 22% a 26% de humidade. Normalmente tem início no mês de Setembro, decorrendo até Outubro/Novembro, tendo em conta a área de cultivo.

A colheita do arroz deve ser realizada com o maior cuidado, através de regulação da ceifeira-debulhadora adequada à cultura do arroz, com afinação da frente (barra de corte, elevação do sarilho), afinação dos órgãos de limpeza e de separação, de modo a que, o número de resíduos indesejáveis. Ainda antes da colheita, a máquina deve ser higienizada e revista para verificação de possíveis fugas de lubrificantes.

A ceifeira-debulhadora (Figura 36 – d, Cap. XII, Anexos) percorre os canteiros realizando colheita, limpeza e armazenamento (temporário) do arroz paddy no seu tegão.

Quando o tegão se encontrar cheio, o operador da ceifeira-debulhadora procede à descarga do grão na caixa de transporte.

O transporte do arroz paddy até à zona do secador, pode ser realizado por trator ou por camião, pelo que a caixa de transporte do cereal (em alumínio) deve de ser tapada quando o transporte é feito na estrada nacional, pelo que para curtas distâncias não é necessário.

Após a chegada à zona do secador, o veículo de transporte do cereal é pesado numa balança, procedendo de seguida à descarga do arroz paddy no tegão de receção do secador. Procede-se a uma segunda pesagem ao veículo de transporte vazio, de modo a se determinar a quantidade de cereal a entrar no secador. É ainda retirada uma amostra de modo a se proceder à análise no higrómetro (Figura 37 – a, Cap. XII, Anexos), a fim de se determinar o seu teor de humidade.

O arroz paddy deve ser limpo numa pré-limpadora de tambor rotativo, com o intuito de se retirarem sementes de infestantes, ou mesmo possíveis partes de infestantes ou outros resíduos, indesejáveis, para que não entrem no secador. É depois transportado através de um sem-fim transportador, uma vez que, quando se encontra verde, o risco de quebra do grão é muito menor, devido ao fato do arroz paddy verde não quebrar nessa transição.

A conveniente secagem do arroz é essencial para a sua conservação e também para o seu processamento uma vez que a conservação só é possível quando a percentagem de humidade no grão compreende um valor de 13% a 14% e porque o rendimento industrial depende em grande medida das operações envolvidas na secagem do grão. Existe vários tipos de secadores, desde o tipo tradicional ao moderno. Normalmente, a secagem faz-se

num secador à escala industrial, que consiste num secador contínuo, de diferentes módulos, pelo que o arroz entrará no mesmo com uma humidade entre 22% e 26%, no caso do arroz Carolino e Agulha, no caso do arroz Risotto, a percentagem de humidade ideal para a sua colheita deve estar compreendida entre 26 a 30%, havendo, para qualquer tipo, um abaixamento de humidade para um valor compreendido entre 13% e 14%, o que permite um armazenamento eficaz até 180 dias, num silo de armazenamento para o efeito.

O arroz paddy entra no secador, transportado por sem-fim de caleira aberta, para que se proceda ao abaixamento da humidade para um valor compreendido entre 13% e 14%. Quando o cereal se encontra dentro do mesmo, inicia-se a secagem que ocorre através de ventilação, com ar aquecido por gás, a uma temperatura que pode atingir os 37 graus Celsius na câmara de secagem. O arroz circula pelos andares do secador e, através de um transportador elevador de taças (“noras” - por onde se fazem as descargas do secador, mede-se a humidade e verifica-se quando o arroz está apto para armazenamento) é feito o reciclo de secagem. A temperatura varia consoante o teor de humidade do arroz paddy verde. Ao fim de um ciclo de secagem de 8 horas, termina-se a secagem, e procede-se ao armazenamento do arroz paddy seco em silos de armazenamento.

Após o enchimento o total do secador, o produto recicla todo no seu interior, graças a um elevador de alcatruzes exterior (noras), desta forma o produto circula alternativamente, na zona de secagem e na tremonha superior da têmpera. Na área da secagem o produto cai por gravidade através de uma série decanais escalonados que causam um movimento em zig-zag e uma mistura contínua. A geometria dos canais e a pulsação de descarga asseguraram uma descida uniforme ao longo de toda a secção da coluna e evitam a formação de correntes.

O ar (Figura 37 – b, Cap. XII, Anexos) entra num sulco através do produto, e encontra alívio nos quatro canais de saída que o rodeiam, por outro lado cada canal de saída recebe o ar dos quatro canais circundantes. Assim, forma um sistema de troca. Como já foi mencionado, a coluna é constituída por uma série de linhas de pistas equidistante escalonada.

Na zona de secagem do produto, este é arremetido por ar quente e dá-se perda de parte da humidade. No funil superior que recebe o produto, é favorecida a migração de humidade a partir do interior para exterior do grão e, em seguida, é facilitada a secagem no passo seguinte. Quando o produto atinge a humidade desejada, o queimador é desligado e o produto, durante a sua reciclagem, é ventilado com ar exterior arrefecido.

O arroz paddy é transportado para os silos de armazenamento através de um transportador horizontal por corrente tipo “redler” (simples e eficiente, possui poucos pontos de lubrificação e baixo custo de manutenção), instalado no teto dos silos. O tempo útil de armazenamento decorre de 90 a 180 dias. Durante o armazenamento deve-se proceder à ventilação do cereal, com ar exterior, bem como à sua monitorização, de modo a evitar deterioração do arroz devido ao aquecimento que pode surgir durante o armazenamento.

A higiene do local onde se despeja o arroz, bem como limpeza do sem-fim e das noras do secador e do “redler” dos silos, devem de ser realizadas no início da campanha e no fim da mesma, de modo a evitar a deposição de resíduos indesejáveis e evitar a proliferação de agentes patogénicos e de insetos no interior dos equipamentos.

2.5.PROGRAMA NACIONAL DE MELHORAMENTO GENÉTICO DE ARROZ

O arroz é uma das espécies vegetais mais cultivada em todo o mundo, existindo, por seu turno, duas formas ecológicas principais de arroz, a *indica* e *japónica*, isto tendo em conta as suas características morfológicas e fisiológicas da planta de arroz e a adaptação geográfica. Características como: a altura da planta, a duração do ciclo, o teor de amilose e outros parâmetros do tipo morfológico ou fisiológico, apresentam variação qualitativa, sendo possível identificar o alelo ou mesmo os alelos mais importantes (genes maiores) no controlo da característica. Em contrapartida, a maioria das características de maior interesse económico como a produção de grão, o tipo de grão, parâmetros de qualidade, ou a resistência duradoura às doenças, são controlados por incontáveis genes. Nesta situação, a variação é do tipo quantitativo, o que torna mais difícil a identificação dos genótipos mais favoráveis, tendo em conta que a variação fenotípica total é, em grosso modo, influenciada pelo ambiente em que a cultura se desenvolve (MAÇÃS & OLIVEIRA, 2007).

Apesar de a cultura do arroz ter extrema importância nas principais zonas de produção em Portugal, nomeadamente, nos vales dos rios Mondego, Tejo, Sado e Sorraia, a limitada área total e a qualidade que o mercado português exige, não justifica grande interesse para os programas privados de melhoramento genético. Neste sentido, o Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, ciente da importância de garantir um fluxo dinâmico de novas variedades ajustadas às condições agro-económicas do sistema de produção de arroz em Portugal, estabeleceu o recomeço do programa de melhoramento genético do arroz, no ano de 2003.

O objetivo principal do programa de melhoramento genético do arroz é a seleção de variedades de arroz do tipo Carolino. Deste modo, o programa incide maioritariamente na forma ecológica do tipo *japónica*. Inicialmente foi estudada a coleção de germoplasma organizada pela Estação Agronómica Nacional. Foi através de informações recolhidas diretamente do campo e mesmo em inúmeras publicações, que se elegeu genótipos que serviram, por seu turno, como base aos cerca de 250 cruzamentos artificiais efetuados desde o ano de 2004. No ano de 2006 deu-se início ao processo de seleção na primeira F2 (geração de máxima segregação após cruzamento), semeada em Salvaterra de Magos (vale do Tejo) e no Bico da Barca em Montemor-o-Velho no vale do Mondego (MAÇÃS & OLIVEIRA, 2007).

O programa nacional de melhoramento genético do arroz tem como principais estratégias: a) aumentar o potencial genético de produção e garantir a qualidade tecnológica do arroz do tipo Carolino; b) a criação de variabilidade genética através da (i) recombinação genética entre variedades elite (visando aumentar a frequência de genes desejáveis) e (ii) através da entrada de genes de variedades indica em variedades japónica; c) definir o modelo de planta adequada às condições de produção; d) selecionar genótipos resistentes às principais doenças; e) a exploração de alguns materiais antigos da coleção de germoplasma da EAN, com boa adaptação e qualidade, mas pouco produtivos. f) utilizar tecnologias moleculares para fortalecer o potencial produtivo (ALMEIDA, *et al.*, 2007).

O programa base é desenvolvido nos campos experimentais do COTArroz, em Salvaterra de Magos, onde são instalados o bloco de cruzamentos (grupo de progenitores base de cada ano) e executados os cruzamentos artificiais. São ainda semeadas as parcelas de gerações segregantes, os ensaios de avaliação de rendimento, os ensaios de carácter

ecofisiológico, as parcelas de avaliação de germoplasma introduzido de outros programas internacionais e as parcelas de seleção de manutenção.

Uma vez que as probabilidades de sucesso de um programa de melhoramento genético aumentam com a escolha adequada do local a instalar os ensaios. Para este programa de melhoramento foram identificados dois locais estratégicos, nomeadamente: a) Salvaterra de Magos (COTArroz) e b) Vale do Mondego (DRAPC). Deste modo, a seleção de plantas realiza-se nos dois locais mencionados, onde as plantas de arroz serão, por seu turno, submetidas a pressão natural de cada região (por exemplo, ciclo mais curto no Mondego). O grupo de progenitores base de cada ano e a execução dos cruzamentos artificiais tiveram início na Estação de Melhoramento de Plantas em Oeiras, passando em 2010 para o COTArroz, em Salvaterra de Magos. Para a avaliação de novos genótipos (linhas puras) resultantes do processo de seleção durante as gerações segregantes, prevê-se o abrangimento de mais um local de ensaio, nomeadamente, o Vale do Sado, para além dos dois locais referidos anteriormente. Nestes ensaios são avaliadas características agronómicas e de adaptação de novos materiais, com a finalidade de detetar possíveis interações genótipo x ambiente (ALMEIDA, *et al.*, 2007).

O Programa Nacional de Melhoramento Genético do arroz tem progredido continuamente. Neste contexto, no ano de 2012 foram semeadas cerca de 700 linhas segregantes e instalados dois ensaios de avaliação agronómica que incluíram cerca de 50 linhas avançadas e nos quais, se avaliaram a produção de grão e a qualidade tecnológica, face a variedades comerciais testemunha, para além de outros parâmetros relacionados com a produção. O programa base de melhoramento genético de arroz situa-se no COTArroz, em Salvaterra de Magos, onde se utilizam anualmente cerca de 3 a 5 hectares de solo para

a instalação de parcelas com gerações segregantes, ensaios de avaliação de rendimento, ensaios de carácter ecofisiológico e parcelas de avaliação de germoplasma introduzido de outros programas internacionais.

2.6.NOMENCLATURA

Existe em Portugal legislação específica que regulamenta a comercialização do arroz, nomeadamente, o Decreto-Lei nº 62/2000, de 19 de Abril, o qual especifica os termos utilizados para caracterizar o arroz. No artigo segundo do mesmo artigo constam as seguintes definições:

1. Quanto ao estado físico do arroz:

- a. Arroz em casca (paddy) – arroz envolvido pela casca após a debulha;
- b. Arroz integral – o arroz paddy em que apenas a casca foi removida;
- c. Arroz semibranqueado – arroz em casca (paddy) a que foi removida a casca, uma parte do gérmen e todas ou parte das camadas externas do pericarpo, mas não as camadas internas;
- d. Arroz branqueado – arroz em casca (paddy) a que foram eliminadas a casca, a totalidade das camadas exteriores e interiores do pericarpo, a totalidade do gérmen no caso do arroz de grãos redondos, as que podem substituir as estrias brancas longitudinais em 10% dos grãos no máximo.

2. Quanto ao comprimento dos grãos de arroz:

- a. Arroz de grãos redondos – arroz cujos grãos tenham um comprimento inferior ou igual a 5,2 mm e cuja relação comprimento/largura seja inferior a 2;
 - b. Arroz de grãos médios – arroz cujos grãos tenham um comprimento superior a 5,2 mm e inferior ou igual a 6 mm e cuja relação comprimento/largura seja inferior a 3.
 - c. Arroz de grãos longos
 - i. A – arroz de grãos com um comprimento superior a 6 mm e cuja relação comprimento/largura seja superior a 2 e inferior a 3;
 - ii. B – arroz de grãos com um comprimento superior a 6 mm e cuja relação comprimento/largura seja superior ou igual a 3.
3. Quanto à comercialização do arroz:
- a. Classe comercial – forma de apresentação e caracterização do arroz pronto para consumo;
 - b. Tipo comercial – agrupamento de variedades com determinadas características afins no aspeto, no tamanho, forma, resistência à cozedura e com relativa homogeneidade.
4. Quanto às características dos grãos de arroz trincas e seus defeitos:
- a. Grão inteiro – grão ao qual independentemente das características próprias de cada fase de laboração foi retirada, no máximo, uma parte da “ponta”;
 - b. Grão despontado – grão de arroz do qual foi removida, durante a operação de branqueio, a totalidade do dente apical ou a ponta;

- c. Grão partido ou trinca – fragmento de grão cujo comprimento é igual ou inferior a três quartos do comprimento médio do grão inteiro; as trincas compreendem:
- d. Casca – subproduto constituído pelas glumas e glumelas existentes na cariopse;
- e. Farelo de casca – subproduto obtido na operação de descasque, resultante da trituração da casca;
- f. Sêmea – subproduto constituído pelos resíduos das camadas do pericarpo, resultante da ação de desgaste provocada pela operação de branqueio;
- g. Gérmen – embrião da semente;
- h. Farinha – produto resultante da moenda de grãos inteiros ou trincas branqueadas.

2.7. OUTRAS DESIGNAÇÕES COMERCIAIS

De acordo com o tamanho do grão (longo, extra longo e agulha) ou segundo a aptidão culinária, ou mesmo do tipo de tratamento a que é submetido, existem outras designações no mercado que agrupam o arroz.

- **Arroz Agulha (Indica)** – Arroz de grãos compridos e estreitos. Contem um teor de amilose intermédio a elevado sendo que, depois de cozido e arrefecido, a sua textura fica mais firme. É um arroz que coze com facilidade e que continua solto tendo, por seu turno, dificuldade em absorver a água de cozedura.

- **Arroz Carolino (Japónica)** – O grão cru é longo e mais arredondado (oblongo) em relação ao arroz referido anteriormente. O seu teor de amilose é inferior ao do arroz agulha e, por sua vez, depois de cozido fica com uma textura menos firme. É um arroz que absorve facilmente a água de cozedura retendo, por seu turno, todos os sabores que lhe são adicionados.
- **Risotto** – Arroz de grão médio que absorve bem a água, formando uma massa cremosa depois de cozido. É muito utilizado na cozinha italiana.
- **Basmati** – Aromático de grão longo, é um arroz usado em pratos indianos. É considerado o arroz de melhor qualidade.
- **Gomoso** – Arroz pegajoso depois de cozido sendo muito usado no extremo oriente. De aspeto quase redondo, tem um sabor levemente adocicado.
- **Jasmine** – Aromático, semelhante ao basmati, mas de textura gomosa, é um arroz muito usado na cozinha chinesa.
- **Arroz selvagem** – Não se trata na realidade de arroz, mas sim de sementes de uma erva aquática selvagem oriunda da América do Norte. As suas sementes são longas, esguias e de coloração negra. São ricas em vitaminas de complexo B (à exceção da vitamina B12). Este arroz é usado muitas vezes em saladas com arroz basmati.

III. O ARROZ APÓS A COLHEITA

3.1. ESTRUTURA ANATÔMICA DO GRÃO

O grão de arroz é constituído pela cariopse e pela casca (Figura 4). A cariopse é constituída maioritariamente pelo endosperma e o embrião estando, por seu turno, envolvida pela casca. Esta é composta fundamentalmente por duas folhas modificadas, a lema e a pálea que oferecem ao grão a sua proteção contra possíveis ataques de insetos e doenças, bem como barreira por forma a evitar as mudanças rápidas do conteúdo da humidade da cariopse (YANG *et al.*, 2011). Aquando a colheita o grão de arroz paddy deve ter uma humidade compreendida entre 18 a 20% de humidade de casca.

A área entre a casca e o endosperma é composta por três camadas distintas: pericarpo, o tegumento e o aleurona. A percentagem de peso de várias frações de arroz está distribuída da seguinte forma: pericarpo 1 a 2%, aleurona 4 a 6%, gérmen 2 a 3% e endosperma 89 a 94% (JULIANO, 1972).

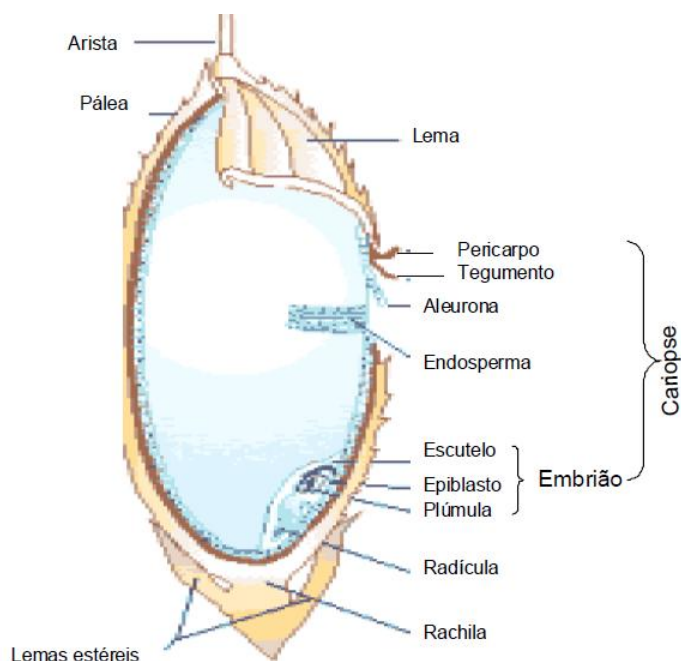


Figura 4- Estrutura anômica do grão de arroz paddy

(Fonte: <http://www.knowledgebank.irri.org/rkb/rice-milling/contributions-and-references-milling/glossary/86.html>)

A cariopse é coberta por um pericarpo fibroso de espessura variável. O pericarpo é constituído por seis camadas, das quais cinco são transversais. Este é ainda classificado em pericarpo exterior, constituído por células alongadas transversalmente com parede celular profundamente ondulada; a hipoderme ou mesocarpo também com células transversalmente alongadas mas com as paredes celulares mais lisas (YANG *et al.*, 2011).

O embrião e o endosperma são delimitados pela camada de aleurona que se situa abaixo do tegumento. A aleurona, por seu turno, pode ter uma a cinco camadas celulares e é mais espessa do lado dorsal do que do lado ventral e mais espessa nos grãos curtos do que nos grãos longos, variando com o tipo de variedade. A aleurona é composta por células de parênquima quadrangulares ou retangulares com parede celular fina (2 μ) (JULIANO, 1993).

3.2.QUALIDADE DO ARROZ

Tal como outros produtos alimentares a qualidade do arroz é avaliada tendo em conta a sua aptidão de uso, bem como o seu destino final, especialmente para os consumidores. Existem inúmeros fatores que fundamentam e influenciam, em grosso modo, a qualidade do arroz, nomeadamente as características do arroz em casca (paddy) e do arroz descascado (branqueado). Existem quatro critérios de qualidade do arroz (WEBB et al., 1972).

- Qualidade do descasque, especialmente o rendimento do descasque;
- Qualidade sanitária, particularmente, grão limpo, grão são e livre de impurezas;
- Qualidade para o processamento e culinária;
- Qualidade nutricional.

A qualidade do arroz não depende apenas da variedade, mas também depende do ambiente em que é produzido, do processo de colheita, do sistema de descasque utilizado e do processamento.

3.2.1. Características da qualidade do arroz paddy

Existem inúmeras características que estão interligadas e que determinam, por seu turno, a qualidade do arroz em casca, nomeadamente: o teor de humidade do grão, a pureza do grão, das percentagens de grãos partidos e imaturos, uniformidade da cor, grão fermentado e grão danificado. Há ainda outros requisitos que devem ser cumpridos por forma a se produzir uma boa qualidade de arroz descascado, sobretudo: uma humidade relativa de 14%, a máquina descascadora convenientemente limpa, bem conservada e

operada por um operador meramente qualificado para o efeito. O não cumprimento destes requisitos reflete-se na redução da qualidade do arroz descascado.

Uma boa qualidade do arroz paddy representa uma uniformidade de maturação do grão, coerência e pouca dispersão do tamanho e da forma, isento de fissuras, inexistência de grãos vazios ou meio vazios, ausência de grãos fermentados ou gessados e livre de outros tipos de contaminantes, como por exemplo, sementes de infestantes. Essas características são influenciadas por alguns fatores, nomeadamente: condições edafoclimáticas durante o ciclo cultural, as práticas de produção, a condição do solo, a pureza das variedades, método de colheita e das práticas pós-colheita.

A ISO 7301:2011 dá-nos as especificações mínimas para o arroz, que é objeto de comércio internacional, sendo aplicável aos seguintes tipos: arroz descascado e arroz branqueado, parabolizado ou não, destinados ao consumo humano direto.

Há requisitos pós-colheita que devem ser cumpridos por forma a se garantir uma boa qualidade de arroz descascado, nomeadamente a humidade do grão paddy é essencial um nível ótimo (14%) para garantir a conservação e a otimização da secagem é essencial para promover o rendimento do grão inteiro. Grãos com maior teor de humidade ficam mais moles e resistem à pressão, o que resulta num teor de grãos partidos superior durante o processo de descasque. Por outro lado, os grãos de arroz muito secos são mais quebradiços o que provoca, por seu turno, num maior numero de grãos partidos. Para além da secagem é necessário requisitos de higiene, máquina descascadora convenientemente limpa, bem conservada e operada por um operador meramente qualificado para o efeito. Quando estes requisitos não são cumpridos, isso reflete-se numa redução da qualidade do arroz descascado.

O grau de pureza diz respeito à ausência de materiais estranhos tais como a palha, pedras, sementes de infestantes, terra, ramos, arroz imaturo, etc. A presença destes materiais reduz o rendimento industrial e a qualidade de arroz descascado, aumentando, por seu turno, o desgaste e estragos da máquina.

A mistura de variedades deve ser evitada uma vez que origina dificuldades durante o processo de descasque, o que conduz a um aumento do número de grãos partidos e uma redução do rendimento industrial. Grãos com diferentes dimensões e formas dificultam o ajustamento da máquina descascadora e da máquina branqueadora, o que resulta na inconformidade do descasque e branqueamento, uma vez que a homogeneidade da dimensão do grão é o fator essencial deste processo.

O que também influencia negativamente o rendimento do arroz descascado e a sua qualidade, é a presença de grãos imaturos. Estes contêm o endosperma gessado, devido aos grãos serem colhidos ainda na fase de grão pastoso, e produzem mais sêmea e trinca. Deste modo, o estado ótimo de maturação para a colheita do arroz é quando a humidade se situa entre os 20% e os 24%, ou cerca de 30 dias depois da floração (em regiões tropicais).

Grãos danificados podem causar a deterioração de outros, isto devido a alterações bioquímicas do mesmo, que podem, por seu turno, produzir um odor desagradável e alterações físicas. Isto pode ocorrer no campo durante a colheita, ou mesmo antes, quando ocorre a acama da planta do arroz, ou depois durante as operações de secagem, armazenamento e outros manuseamentos. Além disso, o clima com ambiente muito húmido depois da maturação do arroz pode, por seu turno, causar vários tipos de alterações na coloração e promover o desenvolvimento de fungos (WEBB & STERMER, 1972).

Após a colheita, uma depreciação frequente é a cor amarelada do grão que é causada pela exposição em excesso às condições ambientais húmidas antes da secagem. É a combinação da atividade microbiológica com a composição química que provoca as alterações associadas à cor do grão. Traduz-se numa reação exotérmica que provoca aumento da temperatura do grão. Os grãos fermentados possuem geralmente grande parte do seu amido gelatinizado resistindo, vulgarmente, à pressão exercida durante o processo de descasque. A presença destes grãos não afeta em grande parte o rendimento industrial mas sim a qualidade do arroz, que diminui devido, essencialmente ao fato da sua aparência se tornar menos atrativa. Os grãos de arroz podem ser danificados por insetos que atuam nas searas e no armazenamento prejudicando, conseqüentemente, a qualidade do arroz obtido.

3.2.2. Características da qualidade do arroz branqueado

Ao contrário do que sucede com outros cereais, o arroz é maioritariamente processado e consumido na forma de grão inteiro, sendo por essa razão que as propriedades físicas do endosperma devem de ser privilegiadas, nomeadamente: a dimensão, a forma, a uniformidade e a aparência geral. Este conjunto de características é fundamental para a classificação, bem como para a descrição da qualidade do arroz. Por forma a ser consumido, o arroz tem de ser descascado e, maioritariamente, polido (branqueado), processos que são cruciais para a qualidade final do grão (WEBB & STERMER, 1972).

3.2.2.1. Qualidades Físicas

Vulgarmente, as qualidades físicas do processo de descasque, do processamento e da culinária do arroz estão inter-relacionadas. A qualidade do arroz está associada ao elevado índice de brancura, a características biométricas dentro de limites estabelecidos para cada variedade e tipo de arroz, bem como à sanidade do grão e à ausência de materiais estranhos.

A dimensão física do endosperma, nomeadamente, tamanho do grão, forma, peso e uniformidade, é muito importante para a classificação e comercialização do arroz, bem como para o desenvolvimento de novas variedades de arroz. Neste sentido, é de extrema importância a correta classificação dos tipos de arroz, após a colheita, de forma homogênea, tendo em conta a sua dimensão, forma e variedade, uma vez que as suas características encontram-se associadas a diferentes tempos de descasque, modo de processamento industrial e culinário (WEBB & STERMER, 1972).

A brancura é uma característica varietal mas que também depende do ambiente e do rendimento industrial na medida em que, o branqueamento e o polimento afetam em grosso modo a cor do grão. Durante o branqueamento, remove-se a sêmea do arroz integral. A cor do arroz descascado encontra-se muitas vezes associada à aparência geral do grão e é um dos indicadores de qualidade mais importante, devido ao fato de influenciar a percepção e a aceitação do consumidor.

Outros aspetos como a uniformidade e translucidez do grão de arroz, são características de qualidade importantes para o consumidor, indústrias de processamento, vendedores e retalhistas. Impurezas e endosperma danificado afetam, evidentemente, o

valor comercial do arroz, bem como, reduz a utilidade do arroz e baixa o rendimento de descasque, afetando, por seu turno, a aptidão do uso para a alimentação humana (WEBB & STERMER, 1972).

3.2.2.1.1. Rendimento

O rendimento industrial, que depende do grau de descasque, do nível de grãos partidos e da cor (grau de brancura), é um dos primeiros parâmetros de qualidade a considerar, que pode ser padronizado de acordo com a ISO 6646. Os parâmetros de extrema importância durante o descasque são: o rendimento de grãos inteiros, a brancura do arroz e a presença de endosperma alterado, nomeadamente, grãos gessados e endosperma danificado. Estes fatores determinam a qualidade final do arroz descascado no mercado, uma vez que existe uma relação muito forte entre o preço do arroz com o tamanho e forma do grão, a brancura e a limpeza do arroz.

O rendimento do grão inteiro traduz-se na percentagem do grão inteiro e bem branqueado obtido durante o processo de descasque e branqueamento. Contudo, o objetivo do descasque é a remoção da casca, da sêmea, e o embrião, com o mínimo de grãos partidos. O grau de branqueamento consta numa medida de percentagem da sêmea removida do endosperma que afeta o rendimento do arroz descascado e, por seu turno, influencia a percepção do consumidor. Este parâmetro, além do rendimento do grão inteiro obtido, influencia a cor bem como o comportamento do arroz após a cozedura. Por exemplo, o arroz integral demora mais tempo a absorver a água, demorando mais tempo a cozer do que o arroz branqueado.

Um dos critérios de elevada importância para a avaliação da qualidade do arroz descascado é o elevado rendimento dos grãos inteiros. Os grãos partidos consistem nas metades dos grãos inteiros. Atualmente, a percentagem de grãos inteiros do arroz descascado (rendimento potencial do grão inteiro) depende, em grosso modo, do tipo de variedade, da data de colheita e dos processos de secagem e descasque, nomeadamente, do tipo de equipamentos de descasque laboratoriais e industriais.

3.2.2.1.2. Biometria

Cada variedade tem as suas características biométricas, as quais constam no comprimento, largura e relação de comprimento/largura. Sendo um dos parâmetros da qualidade que pode influenciar positiva ou negativamente a aceitabilidade por parte do consumidor, podendo afetar, por seu turno, o valor comercial do arroz.

O arroz descascado pode ser classificado: pela forma, dimensão e comprimento do grão. Os tipos de arroz que se encontram no mercado são classificados como grãos longos (A e B) com comprimento superior a 6 mm, e médios: comprimento 5,2 mm a 6 mm e redondos quando comprimento inferior a 3,0 mm, tal como está definido no Decreto-Lei nº62 de 19 de Abril de 2000.

3.2.2.1.3. Cor

A cor é uma componente de elevada importância para a maioria dos produtos de origem vegetal, animal e pigmentos industriais. Esta encontra-se estritamente associada a certos fatores como a frescura, a maturação, conveniência e produtos seguros para o seu consumo. Assim, além de ser o fator de elevada importância na classificação na maioria dos produtos alimentares, é o primeiro atributo que os consumidores usam para aliviar o

produto em si. Este parâmetro é um critério de qualidade de todo o tipo de arroz, pelo que a sua avaliação é geralmente realizada no grão de arroz inteiro e descascado.

A inexistência de brancura e homogeneidade na cor do grão detém um impacto negativo na aceitabilidade do consumidor, o que pode resultar na perda de valor do arroz no mercado. É a taxa de remoção da sêmea durante os processos de descasque e branqueamento, que influencia a intensidade da cor e brancura do arroz. Contudo, cada variedade de arroz tem um grau de descasque específico, uma vez que a quantidade de sêmea do endosperma é diferente entre as variedades, as práticas agrícolas e as condições ambientais (ROY *et al.*, 2008).

Autores defendem que a intensidade da cor do arroz integral da variedade japónica é levemente superior que arroz do tipo indica, sendo mais castanho. Contudo, o arroz branqueado das variedades do tipo *japónico* apresenta um índice de cor na escala mais elevado que as variedades do tipo *indica*, sendo assim mais branco. É o rigor do descasque que influencia a intensidade da cor do grão e o seu grau de brancura, ou seja, quando o grau de descasque aumenta, a intensidade da cor *kett* aumenta e aumenta o grau de brancura (ROY *et al.*, 2008).

Existem diversos equipamentos de determinação da cor, nomeadamente Minolta e KETT, entre outros. O colorímetro Minolta é de utilização fácil e de leitura direta, sem necessidade de preparação da amostra, dando o resultado em três coordenadas representativas da cor, no sistema L^*a^*b . O colorímetro Minolta usa um sistema que permite observar a cor dos produtos de maneira tridimensional, sendo capaz de medir não só a cor da farinha e dos seus produtos finais, mas qualquer corpo, como por exemplo, as embalagens.

No caso do arroz o equipamento mais divulgado é o KETT e a cor é medida na escala KETT. Este mede a refletividade através da utilização de duas lâmpadas LED's como fonte de luz. Essa luz brilha na superfície da amostra, num ângulo de 45°, sendo a quantidade de luz refletida medida através de um fotodiodo¹. Quanto mais branca for a amostra, maior será a quantidade de luz refletida e detectada e, por seu turno, maior será o valor da leitura do grau de brancura. A brancura do arroz encontra-se diretamente correlacionada com o tempo de branqueamento do arroz. Deste modo, através deste aparelho é possível determinar indiretamente, o tempo de branqueamento de uma amostra (KETT, 2011).

3.2.2.2.Composição Química

A constituição química do arroz é influenciada, por seu turno, pelo ambiente de cultivo nomeadamente da interação entre a variedade e o ambiente. O arroz é um alimento rico em glúcidos e teor médio em proteínas, sendo um alimento indicado para a nossa alimentação como acompanhante de outros alimentos. O hidrato de carbono principal é o amido, sendo, em grosso modo, o polissacárido constituinte do endosperma do arroz branqueado e cerca de 90% do seu peso seco. Existem outros compostos glúcidos, além do amido, tais como hemicelulose, celulose e açúcares livres que se encontram também do arroz. É na sêmea e no gérmen que estão presentes a hemicelulose e a celulose, enquanto os açúcares situam-se no endosperma e embrião. Os açúcares principais presentes nestes

¹ Componente eletrónico de um fotodetector.

mesmos locais são a sacarose e em pequena quantidade, a rafinose, glucose e a frutose (JULIANO, 1972).

A seguir ao amido, o constituinte mais importante é a proteína, estando presente no arroz integral valores entre 8 a 12%. Outros compostos não amiláceos existentes no arroz, além da proteína, são: a fibra, os lípidos, as cinzas e lenhinas; estando geralmente presentes na parte exterior da camada do arroz integral, nomeadamente, o pericarpo. A fracção proteica do arroz é classificada em quatro grupos tendo em conta, por sua vez, as suas solubilidades: albumina (solúvel em água), globulina (solúvel em sal), prolamina (solúvel em álcool) e glutelina (solúvel em ambiente ácido ou alcalino). O arroz integral possui um teor de albumina e globulina superior ao arroz branqueado devido ao facto de a fracção proteica solúvel se encontrar distribuída no pericarpo e endosperma de maneira desequilibrada. Por outro lado, a glutelina (orizeína) é a maior fracção proteica quer do arroz integral quer do arroz branqueado (de la Hera, Gomez, & Rosell, 2013).

Cerca de 80% dos lípidos presentes no arroz integral encontram-se na sêmea, enquanto um terço dessa fracção situa-se no embrião. A composição dos ácidos gordos do arroz integral, e as suas fracções, são maioritariamente constituídas por: ácido oleico, ácido linoleico e o ácido palmítico (JULIANO, 1972).

Relativamente à composição mineral no arroz, esta varia consideravelmente, tendo em conta o tipo de solo onde foi cultivado. A distribuição de ferro, fósforo e o potássio são idênticas nas cinzas do arroz integral e branqueado. Contudo, há minerais que apresentam uma distribuição no grão branqueado relativamente superior. Isto é, o arroz branqueado tem cerca de 63% de sódio e 74% de compostos de cálcio que no arroz integral (JULIANO, 1972).

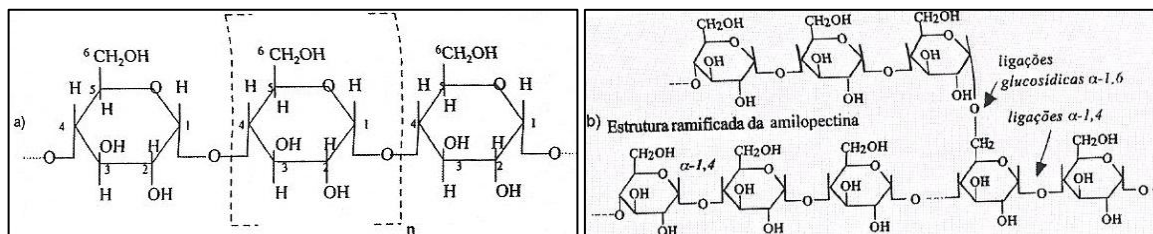
3.2.2.2.1. Amido

De todos os cereais, o arroz é o que tem os grânulos de amido com dimensões menores, variando entre os 3 e os 5 μm no estado de plena maturação (CHAMPAGNE, 1996). Normalmente os grânulos de amido crescem como uma entidade individual dentro da célula de um cloroplasto ou amiloplasto. Usualmente, no arroz, os grânulos de amido crescem dentro do amiloplasto.

A biossíntese do amido nas plantas ocorre através da conversão da sacarose em amido com envolvimento de vários elementos, como a sacarose-sintetase, ADP-glucose e UDP-glucose pirofosforilase e amido-sintetase (JULIANO, 1972). A amido-sintetase é a enzima que catalisa, por seu turno, a transferência da glucose, a partir de um dador activado na forma de nucleósido-difosfato, para a extremidade não redutora de uma cadeia iniciadora, estabelecendo, em grosso modo, as ligações glicosídicas α -1,4 da cadeia linear (amilose) (Figura 5– a). A formação de ramificações na amilopectina é efetuada por uma enzima específica (*branching enzyme*, isto é, “enzima ramificadora”) é uma 6-glicosil-transferase. Esta enzima hidrolisa uma ligação α -1,4 da cadeia principal da amilose, destacando desse modo um segmento que é transferido para a posição 6 de um resíduo de glucose situado a alguma distância (25 resíduos em média entre elas), estabelecendo, por seu turno, o ponto de ramificação, a ligação glicosídica α -1,6 (Figura 5 – b) (CHAMPAGNE, 1996).

O amido do arroz, como outros amidos de cereais, é composto por dois polímeros de D-glucose, a amilose e a amilopectina (Figura 5), sendo o maior constituinte do arroz descascado, cerca de 90% do peso seco do arroz branco (CORREA *et al.*, 2013). As duas moléculas mencionadas são muito semelhantes, havendo diferenças apenas nas

ramificações e no grau de polimerização. Este está associado à massa molecular do polímero e refere-se ao número de unidades de D-glucose ligadas através das ligações α -1,4 na cadeia (WU *et al*, 2013).



Fonte: THOMAS & ATWELL, 1999; CAMPOS 2002

Figura 5 – Estrutura do amido: a) amilose; b) amilopectina.

Durante muito tempo, a glucose foi considerada como sendo um polímero de glucose de cadeia linear. Contudo, verificou-se nos últimos anos que a amilose é composta pela cadeia linear e duas a quatro cadeias ramificadas (JULIANO, 1993; CHAMPAGNE, 1996). Apesar de se assumir que a molécula de amilose contém uma cadeia linear, na realidade a sua estrutura é helicoidal. No interior da hélice existem átomos de hidrogénio e, por seu turno, tem natureza hidrofóbica, que permite que a amilose forme um complexo com ácidos gordos livres, álcoois e também com o iodo. O complexo formado com o iodo é uma reação muito importante para avaliar e caracterizar o amido. A coloração da reação com a solução de iodo depende do complexo formado quando o iodo é encaixado na cadeia helicoidal dentro da estrutura granular do amido, variando do amarelo, castanho ou azul (THOMAS & ATWELL, 1999).

A absorvância da cor azul resultante da formação do complexo entre amilose e o iodo, é avaliada, usualmente, no espectrofotómetro (método colorimétrico), apesar de ser um método mais rápido e conveniente, tem limitações porque por vezes a solubilização da amilose é incompleta a coloração é menos azul e os resultados são afetados. A absorvância

máxima do comprimento de onda do complexo de iodo e amilose varia com o grau de polimerização e, por outro lado, o complexo formado entre o iodo e a amilopectina, pode também interferir na absorção a um determinado comprimento de onda (COPELAND *et al.*, 2009).

A amilose do amido de arroz contém um grau de polimerização de 1000 a 1100 unidades de glucose, pelo que, em média, o comprimento da cadeia é de 250 a 320 unidades de glucose. A fracção ramificada constitui 25 a 50% do número e 30 a 60% do peso da amilose (JULIANO, 1993). O teor de amilose varia com a fonte botânica do amido, sendo, por seu turno, afetado pelo clima e a condição do solo durante o desenvolvimento do grão. A temperatura elevada diminui o teor de amilose do arroz, enquanto a temperatura mais baixa tem um efeito contrário (CHAMPAGNE, 1996). Tendo em conta o teor de amilose, o arroz pode ser classificado do seguinte modo: waxy 1 a 2%, baixa 16 a 20%, intermédia 21 a 25%, elevada de 26 a 30% e muito elevada quando superior a 30% (JAYAMANI *et al.*, 2007).

A amilopectina é um polímero de glucose com elevada ramificação, possuindo em média 96% de ligações α -1,4 e 4% de ligações α -1,6. O comprimento de onda é de 18 a 21 unidades de glucose e o grau de polimerização mais baixo, observado na subespécie índica é de 4700 e japónica 12800 (CHAMPAGNE, 1996). O teor de amilose do arroz branco não waxy, constitui 7 a 33% do peso seco ou 8 a 37% do amido (JULIANO, 1993). A amilopectina é, em grosso modo, o maior constituinte do amido e é a totalidade da fracção do amido do arroz waxy (glutinoso). O amido do tipo waxy e não waxy, contém uma dimensão do grânulo semelhante. O arroz de grãos longos cozidos é mais seco e macio, características típicas de arroz com elevado teor de amilose e tem temperatura de

gelatinização entre intermédia a alta, enquanto os grãos curtos e médios têm um comportamento de cozedura diferente, sendo mais húmidos e pegajosos, o teor de amilose e a temperatura de gelatinização são relativamente mais baixos (WEBB, 1985).

3.2.2.2.2. Propriedades físico-químicas do amido

A composição do amido tem grande influência nas suas propriedades físico-químicas funcionais. Tal como já foi mencionado anteriormente, os grânulos de amido são constituídos por polímeros de amilose e amilopectina, e as suas propriedades estão relacionadas com a proporção dos dois polímeros e com a sua organização estrutural no interior dos grânulos.

No arroz, a amilose contribui em grosso modo para a textura e para o estado pegajoso do arroz cozido, ao contrário da amilopectina que, por seu turno, contribui para a temperatura de gelatinização e para as propriedades da pasta. A presença de constituintes menores também podem, por sua vez, influenciar as propriedades do amido (CAPPA *et al.*, 2013).

As propriedades físicas do arroz são, por sua vez, controladas pela amilose, contudo, estudos recentes demonstram que devem ser considerados também outros compostos presentes no arroz para explicar melhor o seu comportamento culinário. Por exemplo, a textura do arroz foi relacionada com outros componentes não amiláceos (CHAMPAGNE *et al.*, 1999). Assim as propriedades da pasta têm sido ligadas a outros componentes do grão como a proteína, fósforo e comprimento da cadeia da amilopectina (MAEDOWS, 2002).

As moléculas de amilose e amilopectina do amido que, por seu turno, têm uma imensidade de variações estruturais, tais como: o grau de ramificação, o comprimento da ramificação e a estrutura helicoidal. Cada atributo da estrutura pode proporcionar diferentes graus de interações ou formar complexos com outros componentes do arroz, como a proteína e os fosfolípidos (MAEDOWS, 2002). Nomeadamente, hélices da amilose parecem formar um complexo de inclusão com os lípidos que desempenha, em grosso modo, um papel nas propriedades reológicas. Esses complexos reduzem, por sua vez, a solubilidade do amido na água, alteram as propriedades reológicas da pasta, aumentam a temperatura de gelatinização, reduzem a rigidez do gel, retardam a retrogradação e, por último, reduzem a suscetibilidade a hidrólise da enzimática (COPELAND *et al.*, 2009).

O fósforo é um mineral que aparece associado ao grânulo de amido, apesar de se encontrar presente em concentrações muito baixas (inferior a 0,09%), é de extrema importância nas propriedades funcionais do amido, como o brilho, a consistência da viscosidade e a estabilidade da pasta. Este encontra-se associado ao grânulo de amido principalmente na forma de monoéster de fosfato e fosfolípidos. Os dois têm, por sua vez, efeitos opostos nas propriedades do amido. Os derivados de monoéster de fosfato aumentam o brilho e a viscosidade da pasta, ao contrário dos fosfolípidos que tornam a pasta opaca e diminui a sua viscosidade (JANE *et al.*, 1996).

É a presença de ácidos gordos no amido de arroz que contribui, por seu turno, para a alta temperatura de retrogradação, que ocorre entre os 70° e 90° Celsius, que se caracteriza, por sua vez pelo resultado da formação do complexo entre a amilose e os ácidos gordos livres (JANE *et al.*, 1996).

Tal como já foi referido anteriormente, a proteína é o segundo componente com uma maior percentagem no arroz, que contém essencialmente a glutelina (orizeína). Existem ainda outras proteínas como a albumina, globulina e prolamina, contudo as suas propriedades reológicas ainda não são conhecidas. É a ligação entre a glutelina e o amido que afeta a adesividade, existindo uma relação linear entre ambas (MEADOWS, 2002). Porém, o impacto do teor da proteína na textura do arroz cozido é menor e existe uma relação não linear entre as propriedades da textura e o conteúdo da proteína no arroz (CHAMPAGNE *et al.*, 1999).

3.2.2.2.1. Gelatinização

Alguns autores, para realizarem uma boa definição de gelatinização do amido, afirmaram que a gelatinização tem início quando os grânulos perdem a sua birrefringência². Outros admitiam que o fenómeno inicia-se quando surge um aumento de viscosidade. Contudo, foram usados outros termos para caracterizar a gelatinização do amido, como “cozinhar”, solubilização” e “espessamento”, apesar de não serem exatas no ponto de vista químico (LU *et al.*, 2009)

Foi na Conferência da Ciência e da Tecnologia do Amido em 1988 que foi estabelecida a definição mais abrangente, propondo que a gelatinização do amido caracteriza-se por ser um fenómeno determinado pela destruição da estrutura ou ordem interna dos grânulos de amido, o que provoca, em grosso modo, alterações irreversíveis nas propriedades, nomeadamente, o aumento de tamanho do grânulo devido à absorção de água, perda de birrefringência, fusão da parte cristalina e solubilização dos grânulos de

² Perda da estrutura radial.

amido. O ponto inicial de gelatinização, e o intervalo da temperatura em que ocorre, é determinado através de alguns parâmetros como: a concentração do amido, o método utilizado para avaliar o fenómeno, a heterogeneidade e o tipo de grânulos de amido (THOMAS & ATWELL, 1999).

A temperatura de gelatinização (TG), é a sucessão de temperatura à qual os grânulos de amido começam a intumescer irreversivelmente na água quente, que é, por seu turno, acompanhada por uma perda de birrefringência. Dependendo da variedade e do ambiente de cultivo, a temperatura pode variar entre os 55°C e os 80°C. O arroz pode ser classificado em três grupos, de acordo com a sua temperatura de gelatinização do amido. Isto é, a temperatura de gelatinização: baixa – 55°C a 69°C; intermédia – 70°C a 74°C; alta – 74°C a 80°C (JULIANO, 1972 e 1993).

A cozedura do arroz é afetada pela temperatura de gelatinização, uma vez que, por seu turno, a temperatura de gelatinização tem uma correlação direta com o tempo de cozedura. Deste modo, as diferenças de temperatura de gelatinização podem ser refletidas nos diversos tempos de cozedura do arroz. Variedades com temperatura de gelatinização mais elevada devem de ter um tempo de cozedura maior, em relação às variedades com temperatura de gelatinização mais baixa. Estas tendem a absorver água e engrossar a uma temperatura de cozedura mais baixa (abaixo da temperatura de gelatinização), ao contrário de uma variedade com temperatura de gelatinização de amido mais elevada (JULIANO, 1993).

3.2.2.2.2. Formação da Pasta

As propriedades da viscosidade da pasta e a temperatura de gelatinização do amido contribuem, por seu turno, para a qualidade culinária e, por isso, as propriedades da viscosidade da pasta têm sido usadas para estimar a qualidade de diversos produtos, dos quais a textura do arroz cozido (JIN-SONG, 2008). As propriedades da viscosidade da pasta do amido podem ser determinadas através da utilização de vários instrumentos, dos quais, Rapid Visco Analyser (RVA, Newport, Australia) e o amilógrafo (Brabender, Duisberg, Germany).

Em ensaios cujos aparelhos mencionados são utilizados, estuda-se o comportamento de uma suspensão de farinha de arroz em água sujeita a um ciclo de aquecimento sob agitação. O aquecimento da água é contínuo, e cada vez mais o volume dos grânulos de amido se expandem, aumentando, por seu turno, a viscosidade. Esta, por sua vez, atinge o valor máximo quando a maioria dos grânulos de amido absorvem água e incham, mas permanecendo intactos, ao qual se denomina como pico de viscosidade (*peak viscosity*). Nesta fase, o amido encontra-se completamente gelatinizado e permanece em pasta. O aumento da dimensão do grânulo de amido e a diminuição de viscosidade (*breakdown viscosity*) são dependentes de diversos fatores, nomeadamente: da concentração e do tipo de amido, do gradiente de temperatura, da razão de amilose/amilopectina, da composição do amido e da presença de lípidos e proteínas (COPELAND *et al.*, 2009).

A formação da pasta caracteriza-se por ser um fenómeno que ocorre logo após a gelatinização, correspondendo à dissolução do amido que envolve, em grosso modo, um aumento do volume dos grânulos, exsudação dos componentes moleculares do grânulo e, fortuitamente, a rutura total dos grânulos. É indispensável focar que a formação da pasta

não é propriamente independente da gelatinização, sendo muitas vezes descrita como a continuação da gelatinização. Aliás, não há um ponto definitivo em que a gelatinização acaba e se dá o início da formação da pasta que, por seu turno, está usualmente ligado ao desenvolvimento da viscosidade. Quando os grânulos de amido sofrem aquecimento na água, os grânulos aumentam de volume, as pequenas moléculas de amilose começam a solubilizar e, conseqüentemente, a libertar-se dos grânulos (THOMAS & ATWELL, 1999).

3.2.2.2.3.Retrogradação

A retrogradação é o fenômeno em que, os polímeros de amido solubilizados e os remanescentes fragmentos dos grânulos de amido insolúveis têm tendência, a se reorganizar durante a fase de arrefecimento da pasta. Este processo ocorre após a gelatinização e formação da pasta, consistindo na reorganização da estrutura das cadeias de amido. A reorganização tem início quando ocorre a união simples de duas ou mais cadeias de amido num ponto que, por seu turno, se desenvolve em mais pontos de contacto que, por sua vez, originam uma estrutura ordenada extensiva, com textura de gel e, a viscosidade tende a aumentar para a viscosidade final (*final viscosity*). O aumento de viscosidade que ocorre após o arrefecimento do gel, designado por retrogradação, é, em grosso modo, um indicador do aumento da firmeza (endurecimento) no arroz cozido depois de arrefecido, estando, usualmente, associado ao teor de amilose no arroz (Brites *et al.*, 2005). É importante salientar que a retrogradação do amido de arroz similarmente tem uma implicação tecnológica muito importante para definir adequadamente o uso da farinha de arroz como ingrediente em produtos sem glúten (MARIOTTI *et al.*, 2009).

Sendo uma molécula linear, a amilose tem uma maior aptidão de estabelecer ligações com o hidrogénio. Porém, tem uma tendência superior para a retrogradação do que a molécula de amilopectina que, por seu turno, possui muitas ramificações. Neste sentido, a capacidade de ligação com o hidrogénio e de retrogradação da amilose, podem evitar, por sua vez, a desintegração do grão durante a cozedura. O gel de amido torna-se cada vez mais opaco, isto à medida que a retrogradação ocorre, e com uma consistência que permite, por seu turno, ser cortado com uma faca. Com o tempo, o gel tem tendência a ficar semelhante a borracha, e tende a perder água. A este fenómeno dá-se o nome de sinérese (DENARDIN, 2008). Existe diferenças de retrogradação entre variedades com efeito na sinérese, e com impacto nas refeições prontas a comer, pelo que é feita uma seleção previa da variedade (CORREA *et al.* 2013).

3.2.2.2.3. Métodos de Análises das Propriedades Físicas do Amido

A qualidade sensorial afeta, em larga escala, o valor comercial do arroz no mercado. A qualidade sensorial do arroz tem sido avaliada pela avaliação da preferência sensorial e ajuste de uma serie de apreciações das propriedades físico-químicas. Recorrendo a várias metodologias, e com auxílio de vários equipamentos que avaliam, por sua vez, os comportamentos reológicos das suspensões e géis formados, pode-se avaliar o perfil de viscosidade das suspensões de farinha ou do amido de arroz, em água aquecida (CORREA *et al.*, 2013).

O perfil de viscosidade, um dos fenómenos reológicos estudados, pode ser determinado através da utilização do *Rapid Visco Analyser* (RVA Newport, Austrália) – Analisador Rápido de Viscosidade, conectado a um computador equipado com o *Thermocline Software* (Newport Scientific). O RVA possui um sistema rotacional e um

ciclo de aquecimento e arrefecimento. A análise realiza-se em pouco tempo, tendo em conta a origem da amostra, e com uma pequena quantidade de amostra. Em suma, o RVA engloba um programa que controla, por seu turno, o processo de mistura, de aquecimento e arrefecimento rápido das amostras, isto durante a formação da pasta e gelatinização da mesma (NEWPORT SCIENTIFIC, 1998).

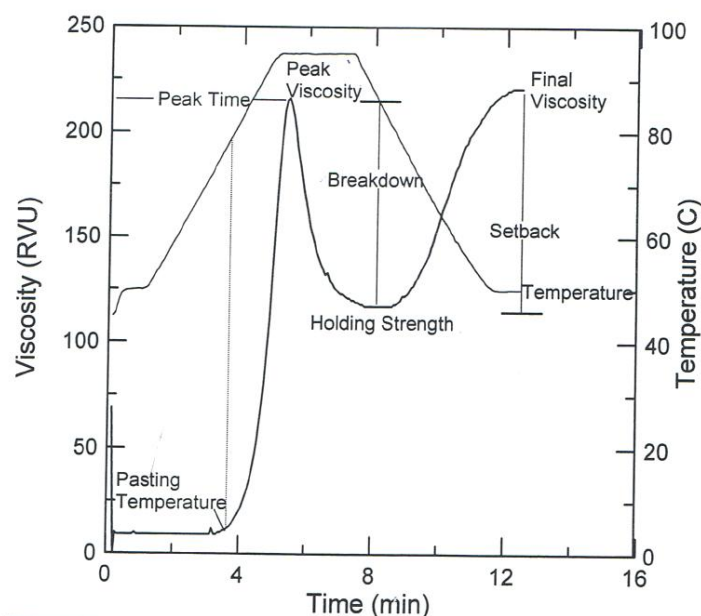


Figura 6 - Perfil do Analisador Rápido de Viscosidade (RVA)

(Fonte NEWPORT SCIENTIFIC, 1998)

A resistência ao processamento e formação da pasta, propriedades do arroz, são determinadas com a utilização do Analisador Rápido de Viscosidade (RVA) que medem, por seu turno, as mudanças de viscosidade ao longo das variações dos perfis de temperatura (Figura 6). As particularidades de viscosidade são determinadas a partir de três parâmetros do perfil da curva da pasta, nomeadamente: o pico de viscosidade (*peak viscosity*), que se caracteriza por ser a viscosidade máxima ocorrida durante o processo de aquecimento; a viscosidade mínima (*trough viscosity*), corresponde à viscosidade mínima

depois do pico; e a viscosidade final (*final viscosity*), viscosidade no momento final da análise. Para além dos três parâmetros mencionados, o programa regista também o início da temperatura da formação da pasta (*pasting temperature*), bem como o tempo em que decorre a viscosidade máxima (*peak time*) (NEWPORT SCIENTIFIC, 1998).

Partindo dos três parâmetros referidos no parágrafo anterior, que se delimita os restantes parâmetros, especificamente: a quebra de viscosidade (*breakdown viscosity* = pico de viscosidade – viscosidade mínima); e a retrogradação (*setback viscosity* = viscosidade final – pico de viscosidade). Todos os parâmetros do RVA são expressados ou em centipoise (cP) ou em *Rapid Visco Units* (RVU³) (NEWPORT SCIENTIFIC, 1998).

3.2.2.3. Qualidade de Processamento e Culinária

A lei da oferta e da procura no mercado é válida para todo o tipo de alimentos, incluindo o arroz. Quanto maior for a oferta de arroz no mercado maior será a procura para arroz diferenciado e de maior qualidade. Deste modo, a aceitação e a preferência dos consumidores quanto aos tipos culinários são, por seu turno, de extrema importância para a correta classificação do arroz. Os consumidores possuem uma grande diversidade de comportamento quanto às preferências de tipos culinários de arroz. Alguns preferem arroz cozido seco, outros preferem grãos soltos depois de cozido, e ainda há os que dão preferência a arroz cozido húmido e fácil de mastigar. Contudo, estes critérios dependem muito das inúmeras receitas culinárias a realizar e da textura pretendida.

Os indicadores de qualidade do arroz são as propriedades físicas do grão cru, nomeadamente: o comprimento, a largura, a translucidez, o grau de descasque, a cor e a

³ 1 RVU = 12 cP

idade do arroz descascado. A qualidade do arroz cozido é de extrema importância para os consumidores, tal como já se referiu anteriormente, e depende, por seu turno, da variedade, do sistema de cultivo, práticas pós-colheita e do método culinário (PERDON *et al.* 2001).

É a garantia de qualidade junto do consumidor que torna necessário a constituição de lotes homogêneos para cada tipo culinário e a classificação das variedades de acordo com os parâmetros de qualidade tais como a biometria, cor do grão, teor de amilose e outros critérios relacionados com a textura, aroma e sabor do arroz cozido (BRITES, 2009).

O critério de qualidade do consumidor baseia-se nas propriedades físico-químicas que dependem, por seu turno, da composição química do grão, nomeadamente, o conteúdo de amilose. O teor de amilose do amido do arroz é o maior agente da composição química correlacionada com a qualidade do arroz para consumo. O teor de amilose encontra-se diretamente relacionado com a expansão de volume e absorção de água durante a cozedura, bem como a dureza do arroz cozido (JULIANO, 1993). Isto é, no caso do arroz carolino (japónica) que tem um teor de amilose inferior que o arroz agulha (índica), absorve facilmente a água de cozedura o que, por seu turno, aumenta consequentemente o seu volume e a textura final do arroz cozido é, em grosso modo, menos firme.

3.2.2.3.1. Textura

A textura é uma propriedade muito complexa que se caracteriza num conjunto de propriedades físicas com implicações sensoriais que derivam da estrutura do alimento que, por sua vez, é determinada pela composição química. É através dos sentidos que se tem percepção desta característica, bem como através da sensação do tato. Deste modo, a textura dos alimentos é uma propriedade sensorial que pode ser quantificada se reduzirmos a

componente mecânica, através da utilização de métodos físicos simples para a medição da resistência que o alimento contrapõe à deformação provocada pela ação de uma força.

Segundo Brites (2009), a textura final do arroz cozido é determinada pelo tempo de cozedura, temperatura e quantidade de água, uma vez que a quantidade de água absorvida pelo arroz durante a cozedura varia com a variedade de arroz, o tempo e a técnica culinária utilizada. A relação amilose/amilopectina do amido é um dos fatores que determinam a textura do arroz cozido (BECKER *et al.* 1991).

Através da reologia podemos estudar a textura. É uma ciência que estuda o escoamento e deformação dos materiais quando são sujeitos a tensões, mais propriamente, no domínio da psicorreologia, que estabelece, por seu turno, relações entre os resultados da análise sensorial e das medidas instrumentais destes parâmetros (SOUSA, 2001).

O texturómetro é o aparelho que está divulgado para medir a textura dos alimentos. É operado com sondas de extrusão e compressão para determinar, respetivamente, a consistência (firmeza) e adesividade do arroz depois de cozido (BRITES, 2009). A firmeza do arroz avaliada pelo texturómetro é, por seu turno, equivalente à força (em kg/cm²) necessária para a extrusão do arroz através das perfurações da sonda a uma determinada velocidade.

3.2.3. Qualidade Nutricional do Arroz na Alimentação Humana

Para a avaliação da qualidade do arroz é fundamental saber qual a sua composição nutricional. O arroz possui uma elevada quantidade de hidratos de carbono (principalmente amido), sendo ainda rico em proteínas, ferro, tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2) e fósforo. O teor de proteína no arroz é relativamente mais baixo que noutros cereais

(Quadro 1). O arroz também possui, por seu turno, baixo teor em fibras mas, fornece ligeiramente mais calorias que o trigo, isto graças ao maior teor de hidratos de carbono.

Quadro 1 - Composição Nutricional dos Cereais.

Tipo de Cereais	Água (%)	Energia (kcal)	Hidratos de Carbono (%)	Gordura (%)	Proteína (%)	Tiamina (µg/100g)	Riboflavina (µg/100g)	Niacina (mg/100g)
Arroz	11,9	364	79,7	0,6	7,2	66	21	1,6
Aveia	11,3	388	70	7,5	11,2	500	150	1
Centeio	11,4	319	73	1,9	11	410	160	1,3
Cevada	10,9	332	73	1,8	11	460	120	5,5
Milho	11,9	356	73	4,3	9,5	450	110	2
Trigo Duro	13,0	332	70	2	13,8	450	130	5,4
Trigo Mole	13,1	333	74	1,9	10,5	380	80	4,3

(Fonte: Adaptado de Ferreira, 1994)

A constituição do grão varia, essencialmente, do endosperma para a camada aleurona e pericarpo. Logo, os grãos de arroz descascados, com diferentes graus de descasque, variam as suas propriedades nutricionais e sensoriais (ROY *et al.*, 2008).

O teor de proteína do arroz é mais elevado no pericarpo e diminui, progressivamente, em relação ao centro. Já o teor de amido, este aumenta da superfície para o centro do arroz descascado. O endosperma e a sêmea contêm, por seu turno, elevado teor proteico, vitaminas e, por isso, a remoção do endosperma e da sêmea do arroz integral, durante o descasque e branqueamento, produz, em grosso modo, um alimento com poucos nutrientes, comparando, por sua vez, o arroz branqueado ao integral (WALTER *et al.*, 2008).

O arroz é um cereal isento de colesterol e as suas proteínas são de baixo valor biológico, uma vez que, são pobres em aminoácidos essenciais e não possuem glúten. É assim, um alimento quase completo, faltando-lhe apenas algumas vitaminas – A, C e D –

sendo ainda limitado em alguns aminoácidos, tais como a lisina mas a proteína do arroz, segundo alguns autores, é uma das proteínas dos cereais que possui maior teor em lisina, tendo, por seu turno, um valor nutricional mais elevado que os restantes cereais (WALTER *et al.*, 2008).

Com valores mais elevados, temos as vitaminas, isto no arroz integral em relação ao arroz branqueado. Essas encontram-se, essencialmente, na camada aleurona e no embrião. O arroz branqueado perde a maior parte das vitaminas, nomeadamente, tiamina, riboflavina e niacina, durante o descasque. Por outro lado, o arroz vaporizado possui teores de vitaminas mais elevados que o arroz branqueado, isto porque, o processo de vaporização, faz com que as vitaminas migrem das camadas de aleurona e gérmen para o endosperma amiláceo (WALTER *et al.*, 2008).

Apesar de existir uma grande variabilidade nas coleções de germoplasma (BRITES, 2013), nomeadamente ao nível dos antioxidantes e fitoquímicos localizados no pericarpo do grão (sêmea), existe pouca variabilidade no valor nutricional das variedades mais cultivadas. O arroz integral compreende levemente maior teor proteico, de gordura, de vitaminas e de minerais, do que o arroz branqueado (Quadro 2). Já no arroz branqueado, as designações de classe ou de tipo comercial, estão relacionadas com as características biométricas, bem como de apresentação, pelo que os seus teores nutricionais não apresentam grande variação (BRITES, 2009).

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE UMA COLEÇÃO DE GERMOPLASMA DE ARROZ

Quadro 2- Composição Nutricional do Arroz Integral e Branqueado.

Tipo de Arroz	Energia (Kcal)	Proteína (%)	Gordura (%)	Hidratos de Carbono (%)	Água (%)	Tiamina (µg/100g)	Riboflavina (µg/100g)	Niacina (mg/100g)
Arroz Integral cru	357	7,6	1,5	77,6	12,9	330	50	4,6
Arroz Branqueado cru	364	7,2	0,6	79,7	11,9	66	21	1,61
Arroz branqueado cozido	109	2	0,1	24,2	73,6	-	-	-

(Fonte: Brites, 2009)

IV. DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

4.1.MATERIAL

Para o presente estudo constaram 3 ensaios do ano agrícola de 2012: i) *ensaio de avaliação agronómica 1* – 102 amostras: 25 linhas avançadas e 9 testemunhas (variedades comerciais: Ariete, Sprint, Ellebi, Scirocco, Dardo, Albatros, Ronaldo, Eurosis e Gládio), com três repetições (34x3); ii) *ensaio de avaliação agronómica 2* – 102 amostras: 25 linhas avançadas e 9 testemunhas (as mesmas variedades comerciais do primeiro ensaio), também com três repetições (34x3); iii) *progenitores* – 71 amostras, do bloco de cruzamentos do Programa Nacional de Melhoramento Genético de Arroz (INIAV). E ainda outras 4 testemunhas (variedades comerciais Ariete, Ulisse, Ronaldo e Teti) das quais 3 são provenientes da lezíria ribatejana, e 1 é uma nova variedade comercial, totalizando, por seu turno, 279 amostras de arroz paddy. As amostras foram recolhidas no COTArroz e posteriormente limpas para possível análise. Numa primeira fase utilizaram-se todas as amostras referenciadas e este material designou-se por coleção global onde se determinou o peso de mil grãos e a biometria do grão em paddy.

Para a segunda fase, apenas se utilizaram as seguintes amostras: a) *ensaio de avaliação agronómica 1* – 34 amostras: 25 linhas avançadas e 9 testemunhas (variedades comerciais: Ariete, Sprint, Ellebi, Scirocco, Dardo, Albatros, Ronaldo, Eurosis e Gládio); b) *ensaio de avaliação agronómica 2* – 34 amostras: 25 linhas avançadas e 9 testemunhas

(variedades comerciais: Ariete, Sprint, Ellebi, Scirocco, Dardo, Albatros, Ronaldo, Eurosis e Gládio); amostras do bloco de cruzamentos do Programa Nacional de Melhoramento Genético de Arroz. E ainda as 4 testemunhas provenientes de agricultores da lezíria ribatejana – variedades Ariete, Ronaldo, Ulisse e Teti. Assim houve um total de 72 amostras de arroz branqueado para esta fase, material designado por sub-colecção na qual se determinou o rendimento industrial, a biometria do arroz branqueado, a colorimetria, a amilose, o teor de humidade e a viscosidade.

Procedeu-se à recolha de panículas dos vários genótipos e variedades em estudo, no COTArroz, em Salvaterra de Magos. Posteriormente, realizou-se a debulha das mesmas, limpando-se convenientemente cada amostra, numa tarara presente no laboratório do COTArroz, pesando-se ainda cada amostra de arroz paddy e contabilizando-se a quantidade de cada elemento em estudo.

4.2.MÉTODOS

Para a realização da componente experimental foram necessários doze meses, dos quais oito meses para a execução do tratamento de resultados, e em simultâneo a redação da dissertação (Quadro 3).

Quadro 3 - Cronograma das atividades desenvolvidas.

	2012		2013											
	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Pesquisa bibliográfica														
Trabalho experimental														
Tratamento de resultados														

4.2.1. Determinação de parâmetros físicos do grão de arroz paddy

4.2.1.1. Massa de mil grãos de arroz paddy

Com o auxílio de um contador de grãos da marca Pfeuffer (Figura 7), procedeu-se à contagem de mil grãos, seguindo a Norma ISO 520:2012 (E), das amostras de arroz paddy dos dois Ensaios de Avaliação Agronômica e dos Progenitores Masculinos e Femininos (Programa de Melhoramento Genético do Arroz), sendo de seguida pesadas e identificadas. Preparou-se uma quantidade de cada amostra em análise, colocando-a de seguida no contador que, por seu turno, contabilizou os mil grãos. Após a contagem procedeu-se à pesagem, registando-se a massa de mil grãos de cada amostra em estudo.



Figura 7 – Contador de grãos Pfeuffer.

Fonte: laboratório INIAV

Nesta fase procedeu-se ainda à preparação de 50g de cada amostra, para avaliação posterior da biometria.

4.2.1.2. Biometria de arroz paddy

A biometria, análise de imagem, foi feita através de um aparelho S21 (Figura 8), mais concretamente, um analisador estatístico de arroz, a qual foi determinada de acordo com a Norma ISO:11746:2011 (E). Este aparelho tem como objetivo a análise das amostras de arroz bem como o fornecimento de informações detalhadas dessa amostra e, por seu turno, os detalhes de cada grão individualmente nomeadamente o comprimento e largura do grão. Para além da biometria, este equipamento também permite determinar a brancura que pode ser usada como uma medida da quantidade de processamento do arroz para otimizar o processo de moagem.

Foi feita uma seleção apropriada de cada fotografia através da eliminação dos grãos de arroz com sinais de doença e imperfeições. O processamento foi feito com base em filtros de comprimento e de largura, tendo-se procedido ao armazenamento dos dados de cada amostra (Figura 8).

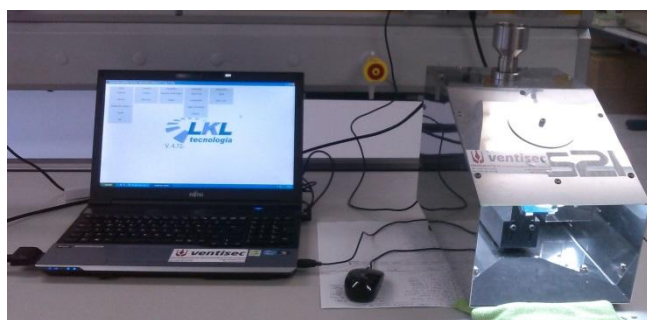


Figura 8 - Analisador estatístico S21.

Fonte: Laboratório INIAV, Oeiras.

Após a análise de imagem, definiu-se a sub-coleção que prosseguiu com as restantes análises a qual consistiu em apenas uma repetição de cada um dos dois ensaios de avaliação agronómica (68 amostras). Determinação de parâmetros físicos do grão de arroz

branqueado, análise de biometria, comprimento, largura, brancura vítrea e total, e área gessada.

4.2.1.3. Rendimento Industrial

Para o descasque e branqueamento das amostras dos dois ensaios de avaliação agronómica, seguiu-se a Norma ISO 6646:2011 (E), que especifica um método laboratorial para a determinação do rendimento ao descasque obtido a partir de arroz em casca, podendo ser vaporizado, e para determinação do rendimento ao branqueamento que poderá, por sua vez, ser obtido partindo do arroz em casca ou em película.

Este processo consistiu em descascar cada amostra de arroz paddy e branqueá-la numa máquina específica de laboratório (marca Suzuki) que descasca, branqueia e separa o arroz dos subprodutos resultantes (casca, sêmea e trincas) (Figura 9). O tempo utilizado foi cerca de 1 minuto e 6 segundos, para todas as amostras em estudo.

De cada amostra descascada, pesou-se e reservou-se as sêmeas, as cascas, as trincas e os grãos inteiros que, por seu turno, são parâmetros importantes para a determinação do rendimento industrial. No total foram descascadas cerca de 72 amostras, das quais 68 correspondem aos dois ensaios de avaliação agronómica, 3 são provenientes de agricultores da lezíria ribatejana e uma é uma nova variedade comercial.



Figura 9 - Descascadora e Branqueadora de arroz paddy.

Fonte: Laboratório do Centro Operativo e Tecnológico do Arroz.

No processo de descasque do arroz paddy, a casca é removida do grão, por ação mecânica, resultando deste processo o arroz em película (integral). De seguida ocorre o branqueamento, também por ação mecânica, no qual a película do arroz integral é removida (sêmea), resultando no arroz branqueado. Durante esta fase, muitos grãos são partidos, devido à ação mecânica, resultando nas trincas. Estas foram convenientemente contabilizadas (trincas gradas e trincas miúdas). Com os dados dos pesos das diferentes frações, casca, sêmea e trinca, bem como dos grãos de arroz branqueados inteiros, determinou-se o rendimento industrial.

Tratando-se de ensaios em que a quantidade de amostra disponível para análises é escassa, utilizaram-se apenas 100g de arroz paddy que foi colocado no descascador, obteve-se uma quantidade de casca, sêmea, e de arroz branqueado (grãos inteiros e trincas). A partir destas quantidades calculou-se o rendimento industrial do arroz paddy que contempla os rendimentos ao descasque, ao branqueamento e o de grãos inteiros. O **rendimento ao descasque** foi calculado através da diferença de pesos entre a quantidade

de amostra de arroz paddy descascada e a casca obtida, $RD = 100 - \text{Peso Casca}$, sendo apresentado em percentagem.

O **rendimento ao branqueamento** foi determinado com base na quantidade de arroz branqueado obtido, $RB = \text{Peso Grãos Branqueados}$, apresentado em percentagem.

Por ultimo, o **rendimento de grãos inteiros**, determinou-se através do peso de grãos de arroz branqueado inteiros, isto é, $RI = \text{Peso grãos inteiros}$, sendo também apresentado em percentagem.

Os rendimentos ao branqueamento (RB) e de grãos inteiros (RI) foram ainda referidos a 100g de arroz em película do seguinte modo:

$$RB = \frac{\text{Peso Grãos branqueados}}{RD} \times 100$$

$$RI = \frac{\text{Peso Grãos inteiros}}{RD} \times 100$$

4.2.1.4. Biometria de arroz branqueado

Procedeu-se à análise da biometria do arroz branqueado, análise de imagem, seguindo a Norma ISO 11746:2011 (E). O critério usado é semelhante ao do arroz paddy, com a diferença dos filtros utilizados, que nesta etapa foram quatro, nomeadamente: comprimento, largura, brancura vítrea e brancura total. Tal como se referiu, a metodologia do processo foi a mesma, utilizando o mesmo aparelho S21 (analisador estatístico de arroz).

Através deste equipamento foi possível analisar para além da biometria o aspeto das diversas amostras em estudo, nomeadamente, a brancura, a percentagem de grãos gessados bem como a percentagem de área gessada. Graças à ligação de um computador ao sistema digital de captação de imagens, as imagens dos grãos foram automaticamente enviadas a um *software* que, por seu turno, as analisa individualmente (Suzuki Software, 2012).

Colocou-se cerca de 50g de amostra na tremonha do aparelho, abrindo-se a mesma quando se iniciava a captação das fotografias no *software* instalado no computador, ligando o vibrador do aparelho que, por seu turno, facilita o encaminhamento dos grãos de arroz ao longo da rampa, por forma a haver uma captação de imagens mais homogénea. Terminada a captação, desliga-se o vibrador e fecha-se a tremonha do analisador estatístico S21.

Por cada amostra, o aparelho captou mais de mil fotografias. Estas são ordenadas por comprimento e procede-se à eliminação das imagens sem interesse para a análise, nomeadamente, possíveis grãos defeituosos. De seguida ordenaram-se as fotografias por largura, por forma a se estabelecer o mesmo critério de seleção. Terminada a orientação das fotografias e mantendo as que efetivamente interessavam para a análise, aplicaram-se diversos filtros, nomeadamente: comprimento, largura, brancura total e brancura vítrea. O objetivo da geração destes relatórios foi o de se obter uma gama de valores admissível para posterior análise estatística. Esses relatórios foram obtidos em PDF, tendo sido posteriormente exportados para o Excel.xls.

4.2.1.5. Determinação da cor

Outro parâmetro físico relevante consta na determinação da cor através do aparelho *Rice Whiteness Tester C-600* (Figura 10) (Kett – Science of Sensing, EUA). Este aparelho tem como funcionalidade a leitura do grau de brancura de cada amostra de arroz, tendo em conta um valor standart (cerca de 84,6).

Através do *design* avançado do KETT C600, os testes são mais rápidos e mais precisos (repetibilidade). O C600 exige uma pegada muito menor, menor consumo de energia e manutenção mínima. O mesmo permite o fornecimento de inúmeras medições consistentes, sendo simples de usar. A amostra de arroz é colocada na célula de amostra, coloca-se a célula para o C600 e o valor é apresentado em grande LED. Inclui um padrão ótico para verificar o C600 e faz ajustamento automático para mudanças no ambiente, nomeadamente saída de fonte de luz, e instrumento.



Figura 10 – Colorímetro - *Rice Whiteness Tester*.

Fonte: Laboratório do Centro Operativo e Tecnológico do Arroz.

Foram feitas duas leituras por amostra, determinando-se, de seguida a média das mesmas. Colocou-se uma porção de amostra no acessório do equipamento, fechando-se

com cuidado, para que a amostra ficasse distribuída de forma homogênea no acessório. De seguida colocou-se o mesmo no aparelho, na posição vertical, determinando-se as duas leituras. Este procedimento foi idêntico para as restantes amostras. Foram analisadas as 68 amostras dos ensaios de avaliação agronómica (1 e 2) e as 4 variedades comerciais, totalizando cerca de 72 amostras analisadas. Uma vez que se efetuaram duas leituras por amostra, foram realizadas cerca de 144 leituras do grau de brancura.

4.2.2. Determinação de parâmetros químicos e reológicos do grão de arroz branqueado

4.2.2.1. Amilose

Para se determinar o teor de amilose, na farinha de arroz, utilizou-se o método colorimétrico em meio ácido com iodo, uma vez que a molécula de amilose apresenta uma elevada afinidade com o iodo.

Primeiro procedeu-se à pesagem de cada amostra, previamente moída, até um máximo de 0,1005 g, para um balão de erlenmeyer de 100 ml, adicionando-se de seguida 1,0 ml de etanol a 95% e 9,0 ml de hidróxido de sódio 1 mol/L, agitando-se de seguida, convenientemente, cada amostra. Por amostra pesaram-se duas repetições. Cada amostra ficou em repouso durante cerca de 12 horas, por forma a haver reação dos reagentes com a farinha de arroz (Figura 11 – a). Preparou-se ainda o ensaio em branco, com cerca de 1,0 ml de etanol a 95% (v/v) e 9,0 ml de hidróxido de sódio 1 mol/L, sem a amostra.

Após 12 horas, perfez-se o volume dos balões e adicionaram-se os restantes reagentes, em cada tubo (dois por balão): 5,0 ml de água destilada; 0,5 ml de solução de

cada balão erlenmeyer; 0,10 ml de ácido acético; 0,20 ml de solução de iodo e cerca de 4,20 ml de água destilada, por forma a perfazer um volume de 10,0 ml em cada tubo de ensaio (Figura 11– b). O ensaio em branco apresentou uma cor amarela (Figura 11 – d).

Após a adição dos restantes reagentes, constatou-se que as soluções dos vários tubos de ensaio ganharam cor. As amostras do tipo *japónica* ganharam uma tonalidade mais próxima do castanho, enquanto as amostras do tipo *indica* apresentaram uma tonalidade mais azulada (Figura 11 – c).

De seguida procedeu-se à leitura da absorvância no espectrofotómetro Hitachi, modelo U-2010 (Figura 12), com comprimento de onda de 720 nm, com uma leitura, por cada repetição, em duplicado. A determinação da amilose foi efetuada a partir da equação da curva de calibração do método de rotina, segundo a Norma ISO 6647 – 2: 2006.

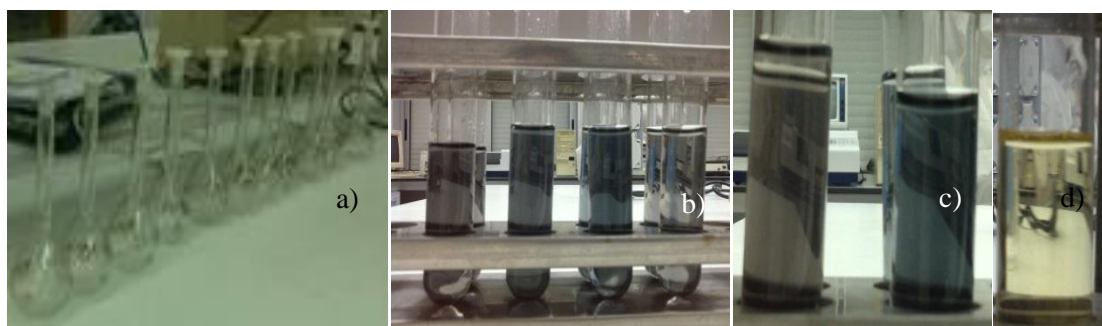


Figura 11 - Determinação da amilose por colorimetria: a) balões com farinha de arroz, etanol e hidróxido de sódio; b) tubos de ensaio com solução e totalidade dos reagentes – diferentes cores tendo em conta o teor de amilose; c) amostra japónica (esquerda) e indica (direita); d) ensaio em branco.



Figura 12 – Espectrofotômetro Hitachi, modelo U-2010.

Fonte: Laboratório INIAV, Oeiras.

4.2.2.2. Viscosidade

A análise de viscosidade foi feita no viscosímetro RVA (*Rapid Visco Analyser*, Newport Scientific Instruments, Austrália) (Figura 13), seguindo-se o método AACC 61-02:1999. Inicialmente pesaram-se 3 g de farinha de arroz (base húmida), colocando-se de seguida num copo de alumínio com cerca de 25 ml de água destilada previamente pesada. Seguidamente colocou-se uma hélice de plástico no copo e colocou-se o mesmo no RVA. As análises de viscosidade foram feitas com um ciclo de aquecimento de 95°C seguido de arrefecimento a 50°C, de acordo com a norma referida anteriormente. As amostras foram agitadas pela rotação da hélice a cerca de 960 rpm durante os primeiros 10 s do teste, sendo depois a rotação constante até ao final do teste, cerca de 160 rpm. Cada teste teve uma duração de 12 min e 30 s, no qual se registaram os seguintes parâmetros: a temperatura inicial da formação da pasta, o pico de viscosidade, a viscosidade mínima, a viscosidade final, o enfraquecimento (*breakdown*) e, por último, a retrogradação (*setback*). Todas as análises foram realizadas em duplicado e os parâmetros do RVA foram expressos em centipoise (cP).



Figura 13 - Rapid Visco Analyser.

Fonte: Laboratório INIAV, Oeiras.

V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para tratamento estatístico dos dados em estudo utilizou-se o programa *IBM SPSS Statistics* 20. Foi feita uma análise de correlação a todas as variáveis do presente estudo, nomeadamente: peso de mil grãos, comprimento de arroz paddy, comprimento de arroz branqueado, largura de arroz paddy, largura de arroz branqueado, razão comprimento/largura em paddy e em branqueado, brancura total, brancura vítrea, área gessada, cor, amilose (matéria seca), pico de viscosidade, viscosidade mínima, enfraquecimento, viscosidade final, retrogradação, e consistência da pasta quente. Fizeram-se ainda análises de regressão linear por forma a determinar modelos estimativos, nomeadamente: estimativa da biometria do grão de arroz branqueado em função do grão paddy e ainda a estimativa do rendimento industrial em função dos parâmetros físicos.

Através do método de Análise de Componentes Principais – ACP ou PCA (*Principal Component Analysis*) procedeu-se à análise de dados de modo a visar a sua redução, eliminando as possíveis sobreposições e, por seu turno, a determinação das configurações representativas de dados adequadas, através de combinações lineares de variáveis, designadas por componentes principais. Essas componentes serão usadas, desse modo, como índices ou indicadores que resumem, por seu turno, a informação disponível nas variáveis originais (MAROCO, 2003).

A Análise de Componentes Principais (ACP) é uma técnica de análise exploratória multivariada que transforma um conjunto de variáveis correlacionadas num conjunto

menor de variáveis independentes, combinações lineares das variáveis originais, denominadas por “componentes principais”. Deste modo, a ACP caracteriza-se por ser uma prática que permite resumir a informação de várias variáveis correlacionadas, numa ou mais componentes principais (combinações lineares independentes) que representam, por seu turno, a maioria da informação presente nas variáveis originais (MAROCO, 2003).

O estudo e a interpretação da estrutura da variância-covariância de um dado fenómeno medido (massa de mil grãos, biometria, cor, amilose e perfis de viscosidade), entre as amostras, e entre amostras e variáveis, é um dos grandes objetivos da Análise de Componentes Principais (MAROCO, 2003).

5.1.RESULTADOS DA COLEÇÃO GLOBAL

5.1.1. Peso de Mil Grãos em paddy

5.1.1.1.Resultados dos Ensaios de Avaliação Agronómica

A Figura 14 apresenta o peso de mil grãos das amostras do primeiro ensaio de avaliação agronómica, nomeadamente as linhas avançadas e testemunhas. Verificou-se que 13 linhas avançadas se encontram acima da média (29,78 g), bem como 3 testemunhas - o Scirocco, o Ronaldo e o Ariete. Estas testemunhas são do tipo Carolino.

As linhas avançadas OP 1202, OP 1002, OP 1201, OP1203, OP1204, OP1207, OP 1222, OP1109, OP 1212, OP 1226, OP 1116, OP 1210 e OP 1117 apresentaram um peso de mil grãos superior às restantes. A linha avançada com maior peso de mil grãos, OP 1202, obteve cerca de 37,70g, seguida da OP 1002 com 36,14g, e da OP 1201 com 35,58g. A linha avançada com menor peso de mil grãos foi a OP 1001, com cerca de 22,81 g. As

testemunhas Scirocco, Ronaldo e Ariete, obtiveram um peso de mil grãos de 35,86g, 30,33g e 29,86g, respectivamente.

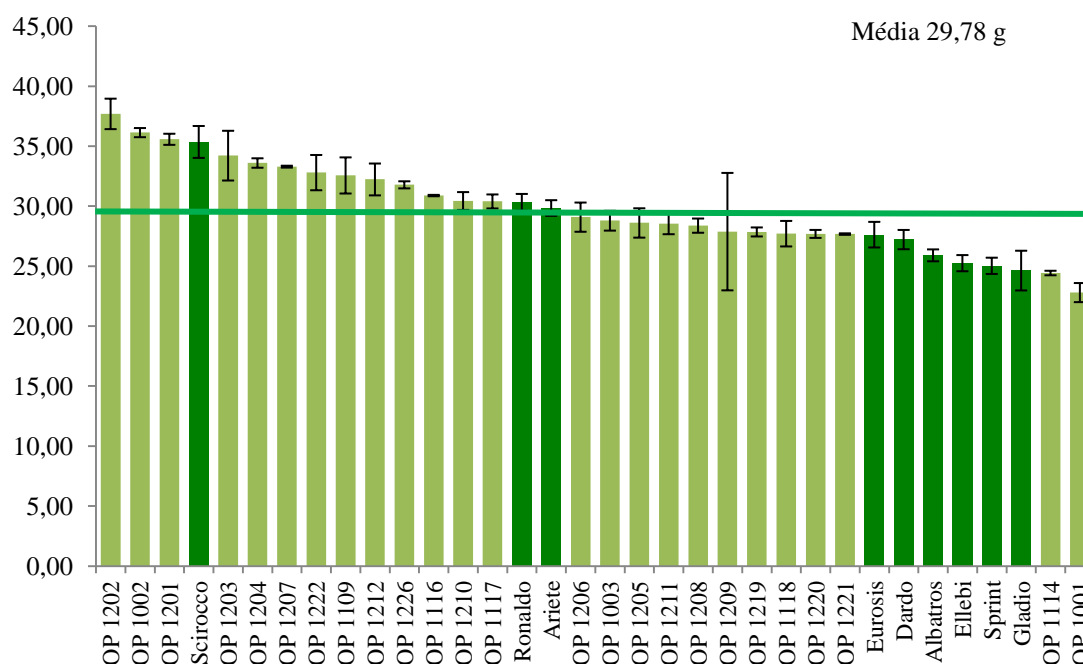


Figura 14 - Peso de mil grãos das testemunhas e linhas avançados do ensaio de avaliação agronômica 1.

Na Figura 15, onde está representado o peso de mil grãos das amostras do segundo ensaio de avaliação agronômica, constatou-se que cerca de 13 linhas avançadas e 3 testemunhas contêm peso de mil grãos acima da média (29,87 g). As testemunhas com maior peso do grão são as mesmas que as do primeiro ensaio de avaliação agronômica, nomeadamente: Scirocco, o Ronaldo e o Ariete.

As linhas avançadas com peso de mil grãos acima da média, por ordem decrescente, são: OP 1112, OP 1229, OP 1230, OP 1102, OP 1224, OP 1216, OP 1120, OP 1227, OP

1105, OP 1006, OP 1228 e OP 1004. A OP 1112 obteve um peso de mil grãos de 35,73g, seguida da OP 1229 com 35,51g e da OP 1230 com 35,80g. A linha avançada com menor peso de mil grãos foi a OP 1225 com 24,68g. A variedade testemunha com maior PMG foi o Scirocco com cerca de 37,42g, seguido do Ronaldo com 32,67g e do Ariete com 29,82g.

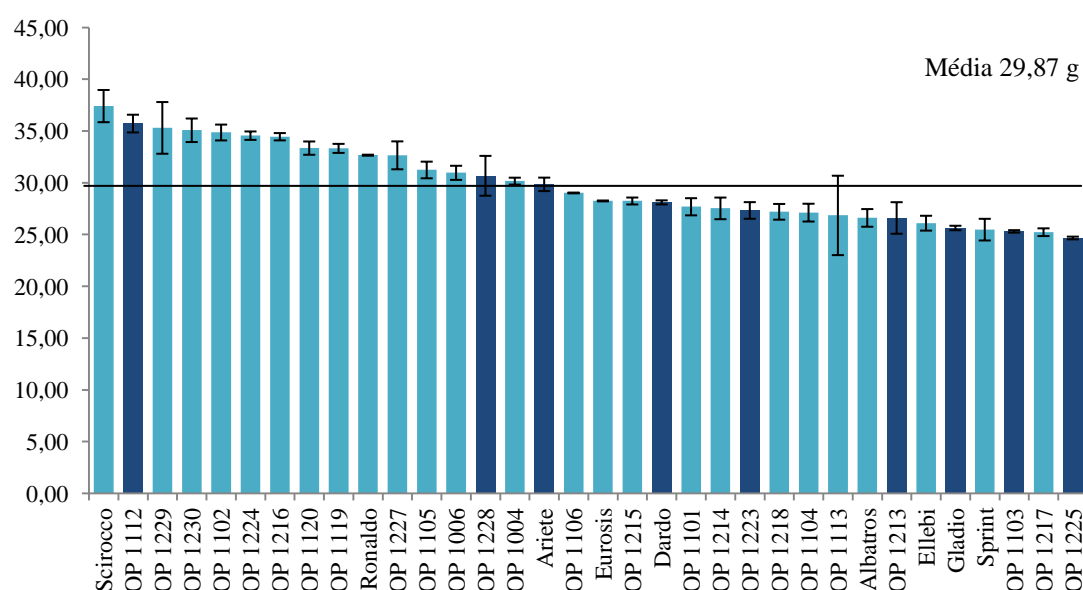


Figura 15 - Peso de mil grãos das linhas avançadas e das testemunhas do ensaio de avaliação agrônômica 2.

5.1.1.2. Resultados dos progenitores masculinos e femininos do Programa Nacional de Melhoramento Genético de Arroz

Relativamente aos progenitores masculinos constatou-se que no parâmetro de qualidade física peso de mil grãos (Figura 16), o progenitor com maior peso foi o número 110 (43,69g - *Banata 8 x Estrela A 785/93*), seguido do número 124 (38,65g - *Fani*). Dos

progenitores com menor peso de mil grãos constam o número 101 (19,52g - A 1033 - 2 - 2 - 1) e o 140 (21,25g - PB-10 (Mg)).

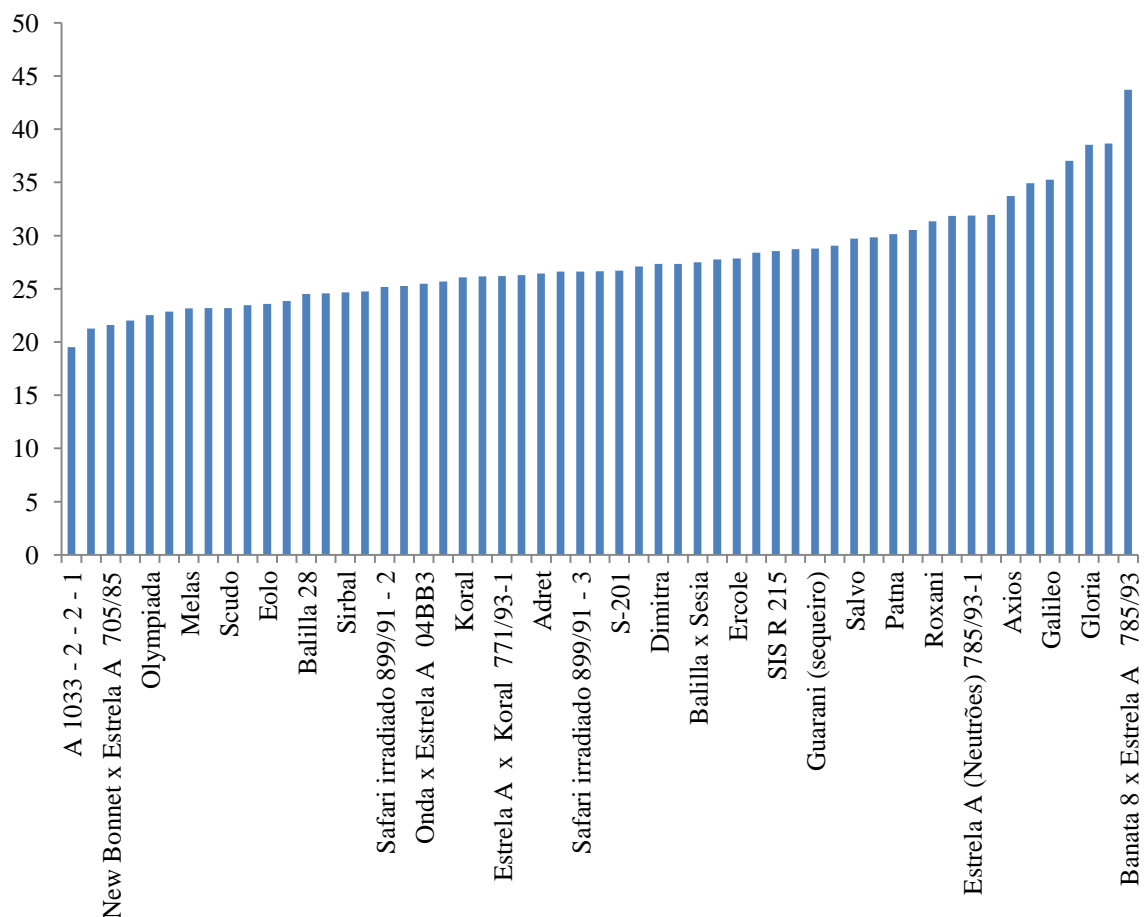


Figura 16 – Peso de mil grãos dos progenitores masculinos, por ordem crescente, do Programa de Melhoramento Genético de Arroz do ano de 2012.

Relativamente aos progenitores femininos (Figura 17) verificou-se que o progenitor Bianca (36,28g) apresentou maior peso de mil grãos, em relação aos restantes progenitores femininos, seguido do progenitor Strella (32,5g). Os progenitores com menor peso de mil grãos foram o Gládio (22,48g) e o VB-7 (21,58g).

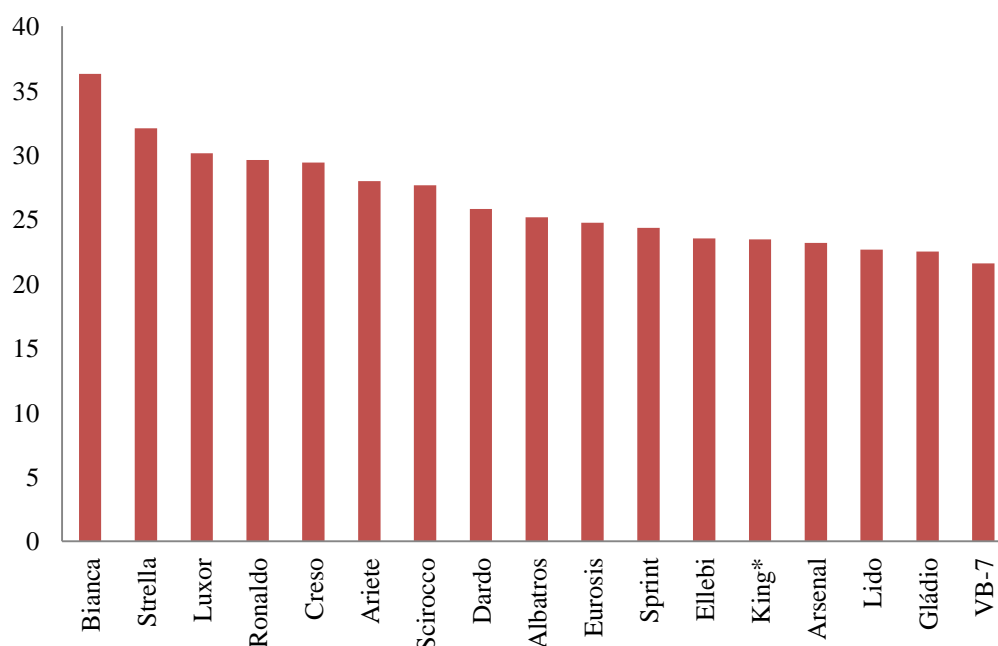


Figura 17 – Peso de mil grãos dos progenitores femininos, por ordem decrescente, do Programa de Melhoramento Genético de Arroz do ano de 2012.

5.1.2. Biometria em paddy dos progenitores femininos e masculinos do Programa Nacional de Melhoramento Genético do Arroz

Quanto aos dados de biometria dos progenitores femininos (Figura 18), constatou-se que o progenitor feminino com maior comprimento foi o Gládio (9,24mm), seguido do Strella (9,17mm). Contrariamente, os progenitores femininos com menor comprimento foram o Lido (8,01mm) e o King (7,44mm). Relativamente à largura, o comportamento das amostras não foi semelhante, pelo que a amostra com maior largura foi o progenitor feminino o Lido (3,07mm), seguido do Strella (2,96mm), sendo os progenitores com menor largura o Ellebi (2,24mm) e o Sprint (2,22mm).

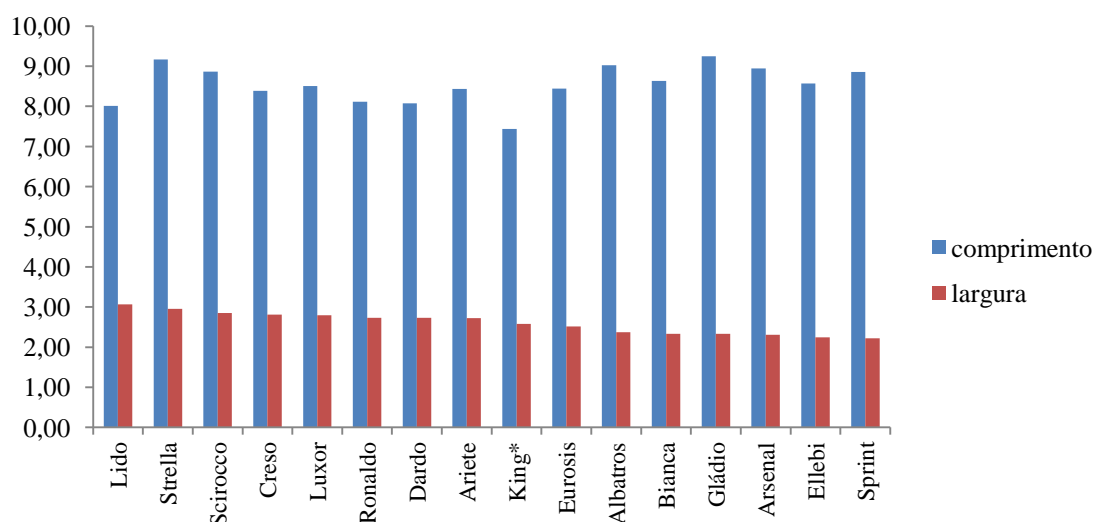


Figura 18 – Biometria em paddy dos progenitores femininos do Programa Nacional de Melhoramento Genético de Arroz do ano de 2012.

Relativamente à biometria em paddy dos progenitores masculinos (Figura 19) registou-se que a amostra com menor comprimento foi o *Balilla 28* (6,53mm) seguido do *SP 55* (6,55mm), pelo que as amostras com maior comprimento foram: *A 1052-1-3-1* (10,40mm) e *Banata 8 x Estrela A* (10,53mm).

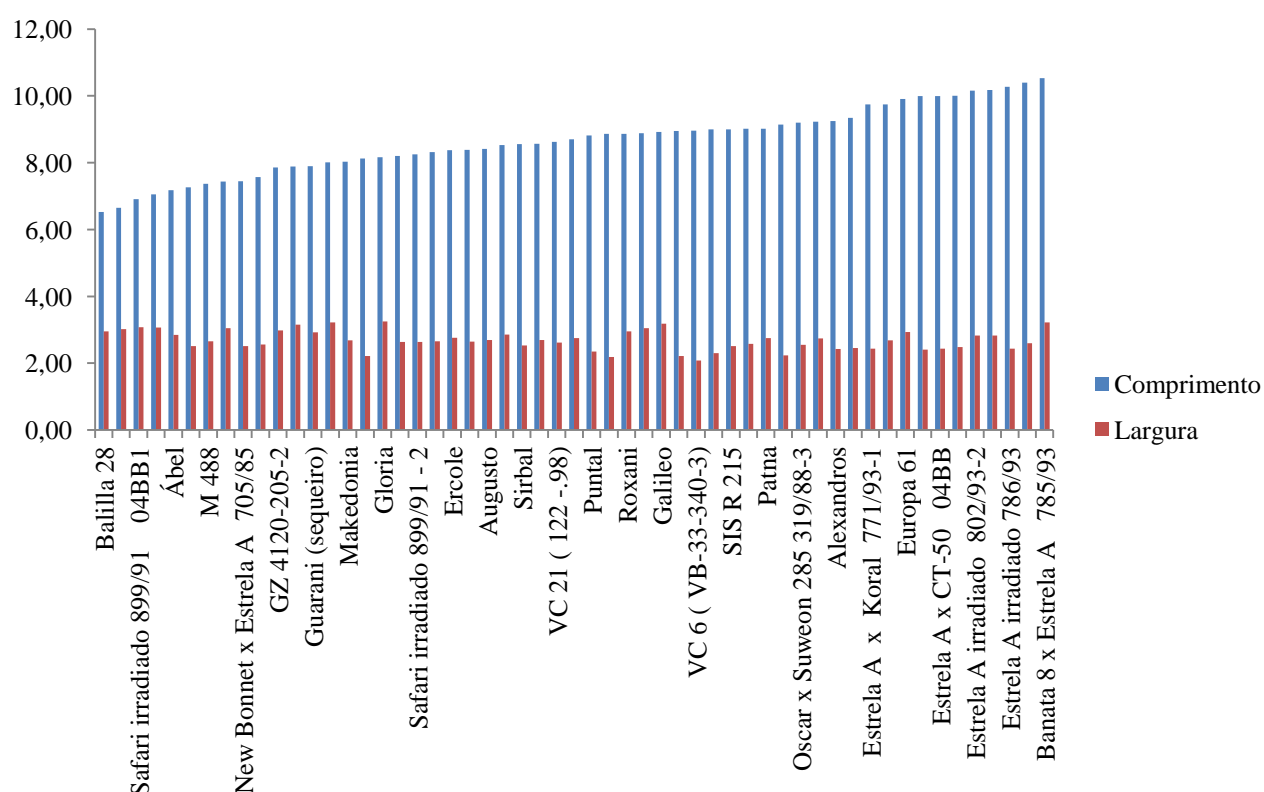


Figura 19 – Biometria em paddy dos progenitores masculinos do Programa Nacional de Melhoramento Genético de Arroz do ano de 2012.

5.2.RESULTADOS DA SUBCOLEÇÃO

Na subcoleção que corresponde aos materiais dos ensaios de avaliação agronômica comparou-se a biometria no grão paddy e do grão branqueado (Figura 20). Os genótipos encontram-se ordenados por ordem decrescente de valores de biometria em paddy, podendo verificar-se que a linha avançada OP 1002 (10,84 mm), apresenta maior comprimento em paddy e em branqueado, seguida da OP 1204 (9,71 mm) e da OP 1207 (9,59 mm). A linha avançada com menor comprimento foi a OP 1219 (8,14 mm). Quanto às testemunhas verificou-se que o Albatros (9,13 mm) apresentou maior comprimento em relação às restantes testemunhas, seguido do Sprint (9,11 mm) e do Scirocco (9,08 mm). O

Dardo foi a testemunha que apresentou menor comprimento em paddy (8,11 mm) e em branqueado (5,63 mm).

Nessa mesma figura é possível observar-se que existe uma diferença considerável de tamanho entre o grão paddy e o grão branqueado, diferença essa resultante do processo de descasque e branqueamento. Dos genótipos com maior comprimento de grão branqueado, destacam-se OP 1002 (7,11 mm), OP 1202 (6,31 mm), a OP 1205 (6,26 mm) e a OP 1207 (6,26 mm). As linhas avançadas com menor comprimento branqueado foram as OP 1219 (5,55 mm) e a OP 1209 (5,46 mm).

Relativamente às variedades constatou-se que o Ellebi (6,47 mm), o Sprint (6,34 mm) e o Albatros (6,22 mm) obtiveram maior comprimento em branqueado. Por outro lado, o Dardo (5,63 mm) obteve valores de comprimento, quer em paddy quer em branqueado, bastante inferiores em relação às restantes testemunhas em estudo.

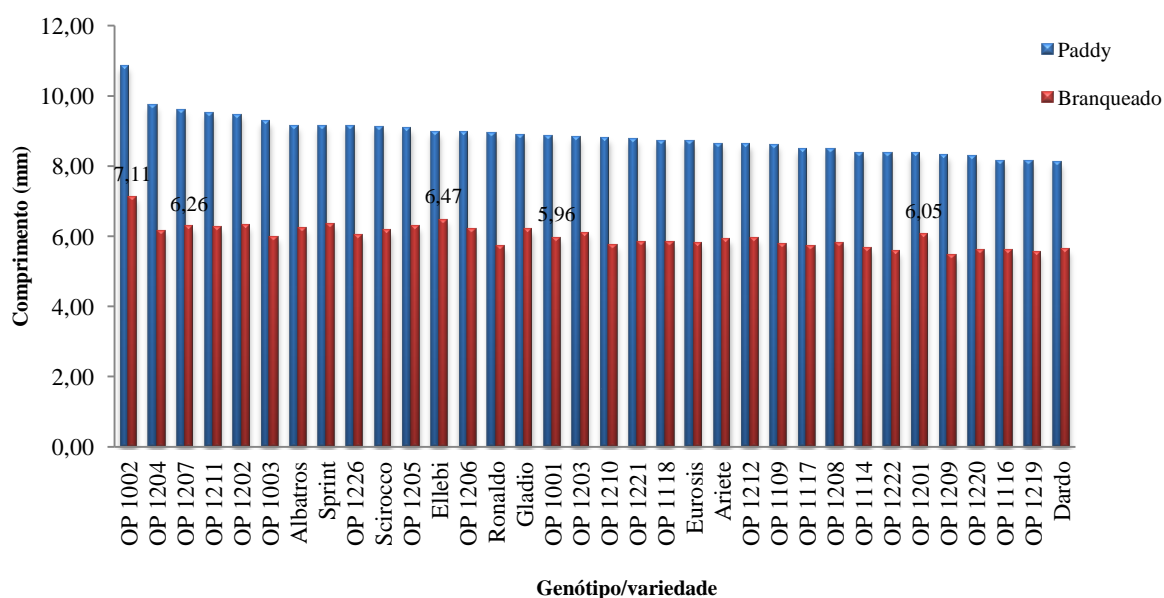


Figura 20 - Biometria em paddy e branqueado das linhas avançadas e das testemunhas do primeiro ensaio de avaliação agronómica. Filtro do comprimento.

Relativamente à largura dos grãos de arroz paddy do primeiro ensaio de avaliação agronómica, os valores encontram-se na Figura 21. Na mesma podemos verificar que as linhas avançadas com uma largura maior foram: OP 1207 (3,16 mm), a OP 1201 (3,13 mm), a OP 1222 (3,12 mm) e a OP 1220 (3,10 mm). Os genótipos com menor largura foram: OP 1219 (2,69 mm) e OP 1001 (2,61mm).

Quanto às testemunhas verificou-se que as variedades: Scirocco (2,98 mm), Sprint (2,95 mm) e Eurosis (2,95 mm), obtiveram maiores larguras de grão paddy comparativamente às restantes testemunhas. O Gládio (2,57 mm) foi a testemunha com menor largura.

Quanto à largura dos grãos branqueados, observou-se que o comportamento das linhas avançadas e das testemunhas não foi semelhante ao encontrado em paddy. Verificou-se que os genótipos com maior largura foram: OP 1116 (2,57 mm), OP 1202 (2,47 mm), OP 1222 (2,47 mm) e OP 1201 (2,44 mm). Relativamente às testemunhas, as que demonstraram maior largura foram: o Scirocco (2,43 mm), o Ronaldo (2,42 mm) e o Dardo (2,33 mm). A linha avançada com menor largura foi o genótipo OP 1001 (1,95 mm), e para as testemunhas, o Ellebi (1,94 mm).

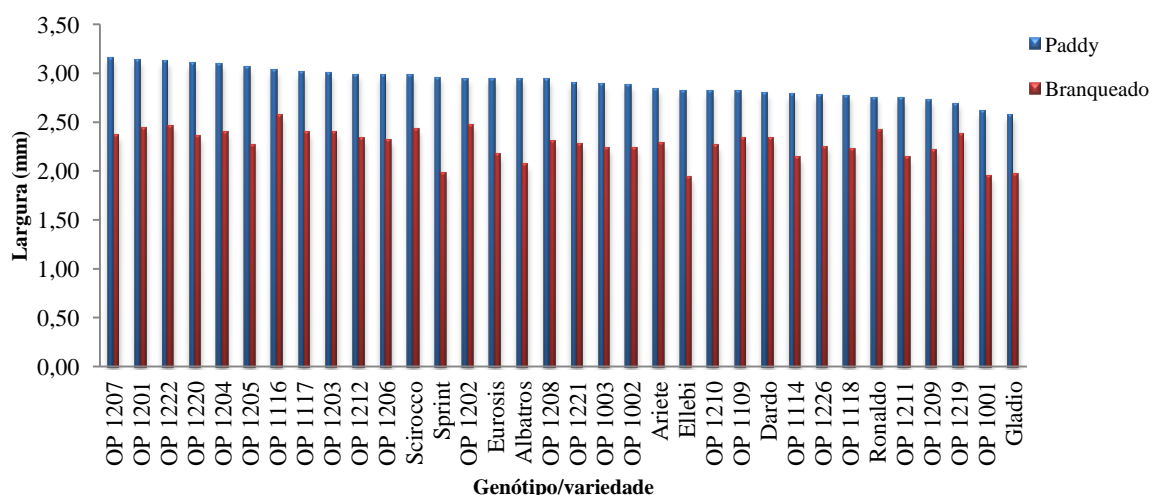


Figura 21 - Biometria de amostras paddy vs branqueado do primeiro ensaio de avaliação agronômica. Filtro da largura.

Relativamente ao segundo ensaio de avaliação agronômica, na

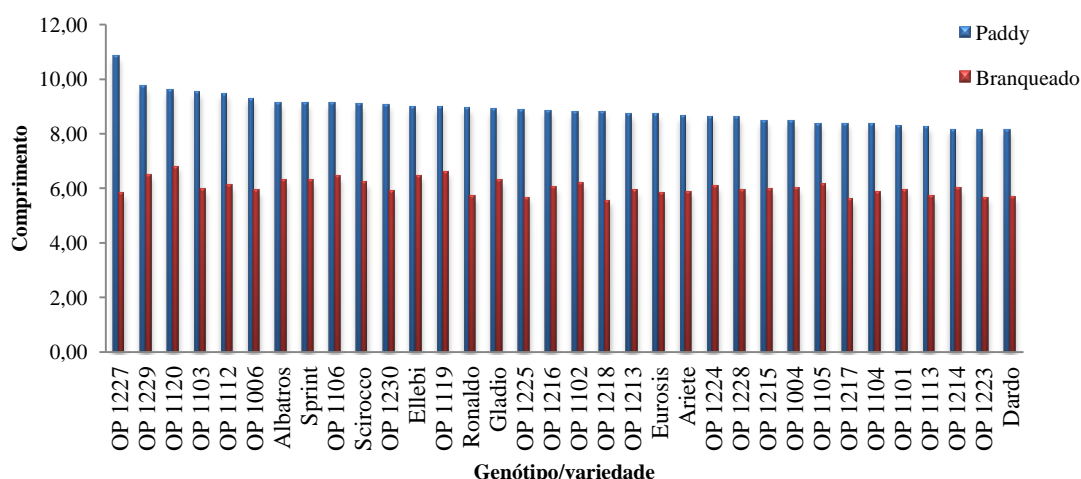


Figura 22 encontram-se representados os valores do comprimento do grão de arroz paddy e do grão de arroz branqueado dos vários genótipos em estudo e das testemunhas. Na mesma podemos verificar que as linhas avançadas que obtiveram maiores valores de comprimento em grão paddy foram os seguintes genótipos: OP 1227 (10,84 mm), a OP 1229 (9,71 mm), a OP 1120 (9,59), e a OP 1103 (9,51 mm). O genótipo OP 1223 (8,14 mm) foi a linha avançada com menor comprimento. Nos grãos branqueados o mesmo não se verifica, constatando-se que a o genótipo OP 1120 (6,70 mm), OP 1119 (6,60 mm) e OP 1229 (6,50

mm), obtiveram maior comprimento e que OP 1218 (5,54 mm) obteve menor comprimento em branqueado.

As variedades que obtiveram maior comprimento em paddy foram Albatros (9,13 mm), Sprint (9,11 mm) e Scirocco (9,08 mm). A testemunha com valor menos significativo foi o Dardo (8,11 mm). No comprimento dos grãos branqueados, verificaram-se diferenças, pelo que o Ellebi (6,47 mm), o Sprint (6,29 mm) e o Albatros (6,28 mm) apresentaram comprimento maior em relação às outras testemunhas em estudo. O Dardo (5,67 mm) foi a única testemunha que obteve a mesma posição no gráfico quer em paddy quer em branqueado.

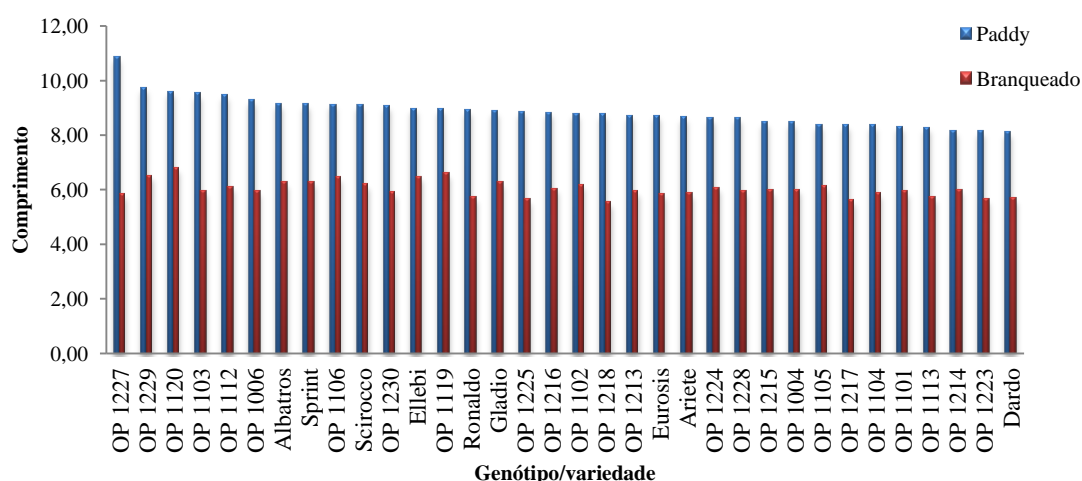


Figura 22 - Biometria das amostras paddy e branqueadas do segundo ensaio de avaliação agronómica. Filtro do comprimento.

Relativamente ao filtro da largura apresentado na Figura 23 (genótipos ordenados por ordem decrescente para os valores de grão branqueado), é possível constatar que as linhas avançadas com maior destaque para os grãos paddy são: OP 1114 (3,13 mm), OP 1217 (3,12 mm), OP 1113 (3,10 mm) e OP 1229 (3,09 mm). A linha avançada com menor destaque foi o genótipo OP 1225 (2,61 mm). Relativamente aos grãos branqueados, o mesmo não se verifica, pelo que: a OP 1230 (2,50 mm), a OP 1004 (2,46 mm), a OP 1112

(2,41 mm) e a OP 1227 (2,39 mm); são as linhas avançadas com maior largura. Já a OP 1113 (2,05 mm) apresentou uma menor largura em relação às restantes linhas avançadas em estudo.

Em relação às testemunhas, as variedades com melhor comportamento de largura em grão paddy foram: o Scirocco (2,98 mm), o Sprint (2,95 mm) e o Eurosis (2,94 mm); sendo que a variedade com menor largura foi o Gládio (2,57 mm), fato que não se verificou nas figuras anteriores. Nos grãos branqueados, constatou-se que as testemunhas: Ronaldo (2,46 mm), Scirocco (2,45 mm) e Dardo (2,34 mm); apresentaram comprimentos superiores em relação às restantes testemunhas. O Ellebi (1,93 mm) foi a testemunha com largura menor, em relação às restantes testemunhas em análise.

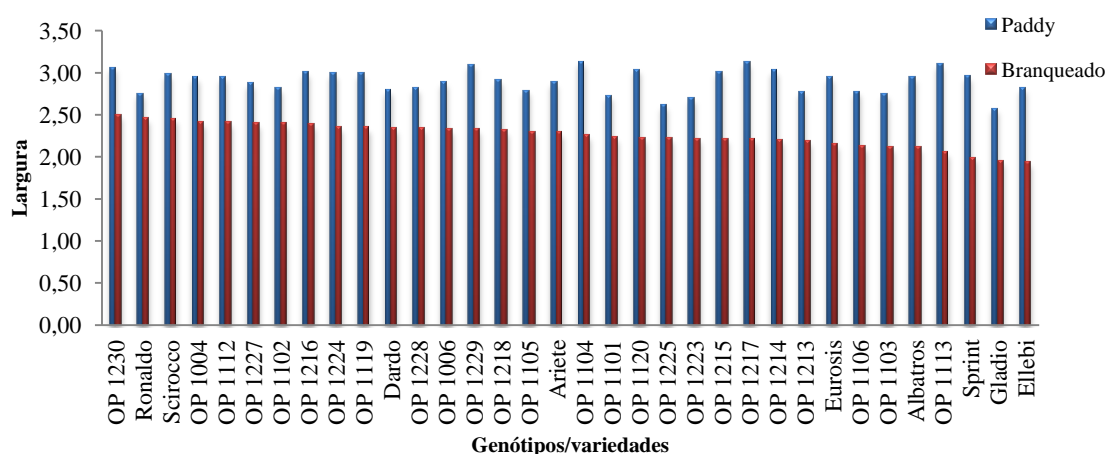


Figura 23 - Biometria das amostras em paddy e branqueadas do segundo ensaio de avaliação agronómica. Filtro da largura.

Um outro parâmetro físico determinado foi o rendimento industrial. Neste incidiram os valores dos grãos inteiros bem como dos subprodutos obtidos após o processo de descasque, nomeadamente, da casca e do branqueado.

Na Figura 24 estão representados os valores do rendimento ao descasque, e dos rendimentos de branqueamento e de inteiros partindo do grão em película das amostras do primeiro ensaio de avaliação agronómica. Nela podemos verificar que as testemunhas têm um rendimento de grãos inteiros superior às linhas avançadas, sendo as mais representativas o Dardo, o Ellebi, o Sprint e o Albatros. Quanto às linhas avançadas verificou-se que os genótipos: OP 1205, OP1226 e OP1206; têm um bom comportamento de rendimento de grãos inteiros. O Ariete foi a testemunha com menor rendimento de grãos inteiros, em relação às restantes testemunhas. A OP 1116 foi a linha avançada com menor rendimento de inteiros.

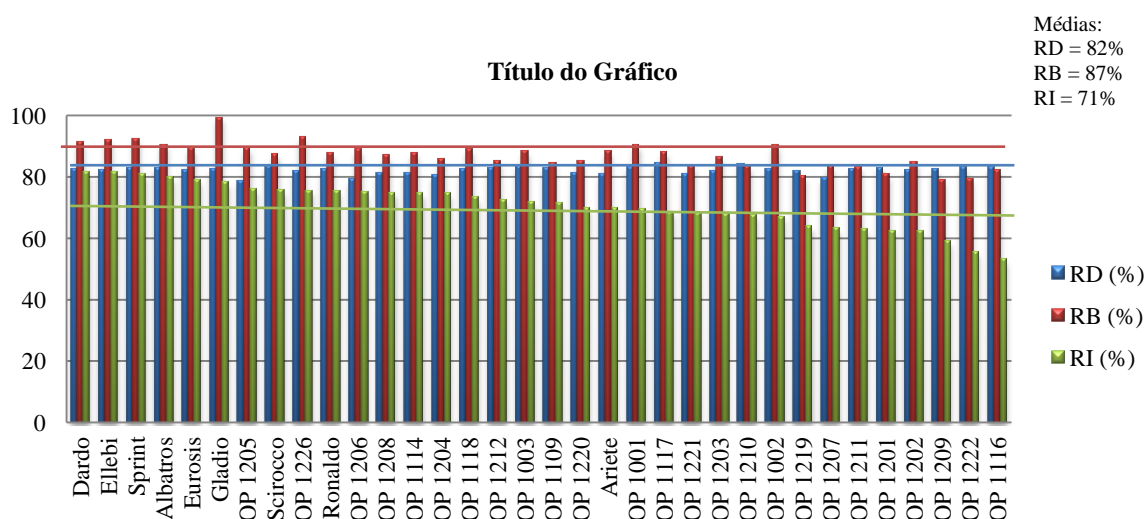


Figura 24 - Rendimento industrial das linhas avançadas e das testemunhas em estudo, do primeiro ensaio de avaliação agronómica.

Relativamente ao segundo ensaio de avaliação agronómica (Figura 25) verificou-se que as testemunhas com melhor comportamento em rendimento de grãos inteiros foram o Dardo, o Ellebi, o Albatros e o Ronaldo. As linhas avançadas com bom rendimento de inteiros foram os genótipos: OP 1003, OP 1204 e OP 1211. A OP 1209 foi a que teve menor rendimento de inteiros.

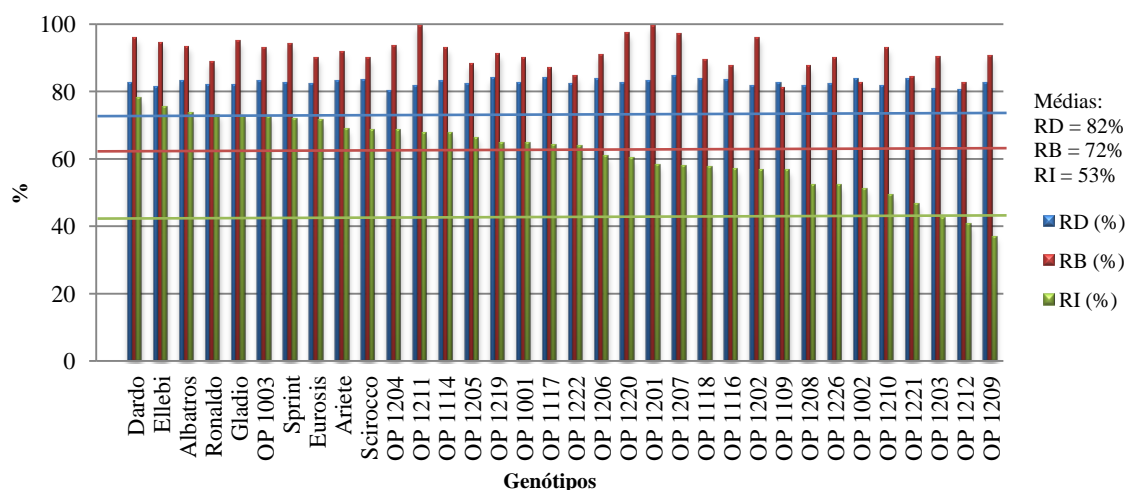


Figura 25 - Rendimento industrial das linhas avançadas e testemunhas do segundo ensaio de avaliação agronômica.

Os resultados obtidos para as quantidades de grãos inteiros e de trincas, das linhas avançadas e testemunhas, do primeiro ensaio de avaliação agronômica, encontram-se representados na Figura 26. Verifica-se que os dados obtidos seguem a mesma tendência que os dados do rendimento industrial, relativamente às testemunhas, sendo as que revelaram maior quantidade de grãos as seguintes: Dardo, Sprint, Ellebi e Albatros. As linhas avançadas com maior quantidade de grãos inteiros foram: OP 1226, OP 1208 e OP 1114. A OP 1116 foi a que obteve menor quantidade de grãos inteiros e, proporcionalmente, maior quantidade de trincas.

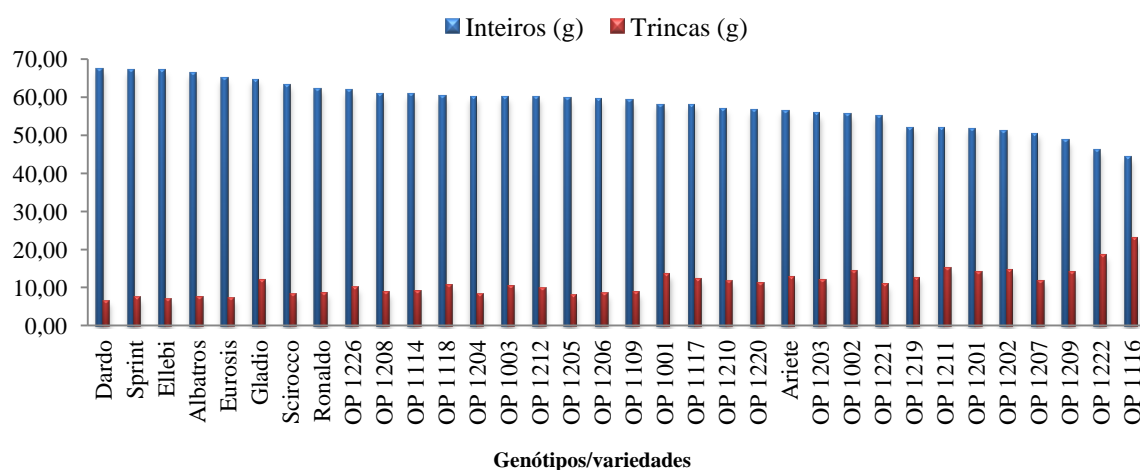


Figura 26 - Quantidade de grãos inteiros e de trincas dos elementos em estudo do primeiro ensaio de avaliação agronômica.

A Figura 27 representa a quantidade de trincas e de grãos inteiros das amostras do segundo ensaio de avaliação agronômica. Nesta é possível verificar que o Dardo, o Ellebi, o Albatros e o Ronaldo, foram as testemunhas com maior quantidade de grãos inteiros. Relativamente às linhas avançadas, verificou-se que a OP1114, OP1211, OP1205 e OP1219, foram as que obtiveram maior quantidade de grãos inteiros após o descasque. A OP1209 foi a que obteve uma menor quantidade de inteiros e, conseqüentemente, uma maior quantidade de trincas.

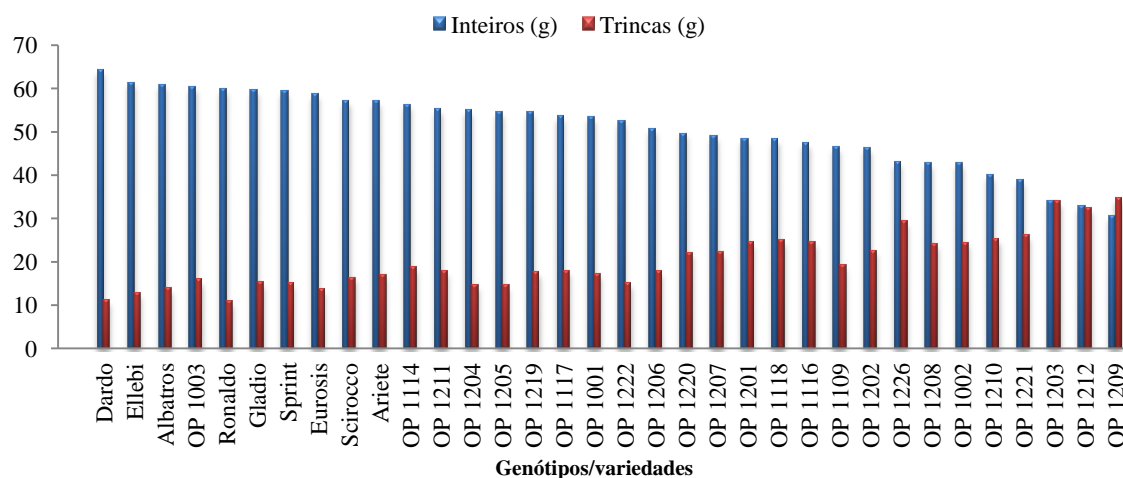


Figura 27 – Quantidade de trincas e de grãos inteiros das amostras do segundo ensaio de avaliação agronômica.

5.2.1. Determinação da Correlação Entre Parâmetros Físicos do Grão de Arroz Paddy e Arroz Branqueado

Calcularam-se as correlações entre os parâmetros físicos do grão de arroz paddy e arroz branqueado (Quadro 18, Cap. VIII -Anexos), nomeadamente, o comprimento, a largura, a brancura total e vítrea, a cor, a área gessada e o rendimento industrial, que abrange o rendimento ao descasque, rendimento do grão branqueado e rendimento de grãos inteiros.

Analisando o quadro de correlação (Quadro 18, Cap. VIII -Anexos), pode constatar-se que o comprimento do arroz paddy (CP) está correlacionado com o comprimento de arroz branqueado (CB; 0,63), o que significa que se pode inferir o comprimento do grão branqueado através dos dados do grão paddy. Constata-se que o peso de mil grãos (PMG) se encontra correlacionado com a largura de arroz paddy (LP; 0,38) e com a largura do arroz branqueado (LB; 0,56), indicando que existe uma relação direta positiva entre a largura do grão e o peso de mil grãos.

É importante salientar a correlação que existe entre o peso de mil grãos e: a brancura total (Bt; 0,52), a área gessada (AG; 0,51) e a cor (C; 0,42). Verificou-se ainda que a brancura total se encontra positivamente correlacionada com a largura do grão branqueado (0,63).

O peso de mil grãos foi obtido com grão paddy, as correlações obtidas significam que grãos mais largos são mais pesados, gessados e brancos. Contudo, contrariamente, obtiveram-se correlações negativas entre o peso de mil grãos e o rendimento industrial,

indicando que os grãos paddy mais pesados têm maiores percas no descasque e branqueamento. As correlações positivas e significativas encontradas entre a cor e a largura do grão branqueado (0,65), a brancura total (0,82) e a área gessada (0,77) reforçam o que foi referido no parágrafo anterior.

Constatou-se ainda que correlação mais próxima de 1 foi a verificada para a relação entre a brancura total e a área gessada (0,99), o que é expectável dado que são dois parâmetros da cor medidos pelo equipamento S21 revela.

5.2.2. Determinação de um modelo estimativo da biometria do grão de arroz branqueado função da biometria do grão de arroz paddy

Com a análise de regressão linear, pretendeu-se obter um modelo estimativo da biometria do grão de arroz branqueado em função da biometria do grão de arroz paddy. O termo “regressão linear” define um vasto conjunto de técnicas estatísticas usadas para modelar a relação entre variáveis e predizer o valor de uma variável dependente (ou de resposta) a partir de um conjunto de variáveis independentes (ou preditoras). Para estabelecer este modelo, foram determinadas duas hipóteses, das quais: *H0 – Não é possível estimar a biometria do grão de arroz branqueado em função da biometria do grão de arroz paddy; H1 – É possível estimar a biometria do grão de arroz branqueado em função da biometria do grão de arroz paddy.* Para tal realizaram-se duas regressões lineares simples para a biometria, uma para o comprimento e outra para a largura.

Inicialmente fez-se a regressão linear simples relativa ao comprimento do arroz, seguido da largura. Para esta regressão linear estipularam-se duas hipóteses: *H0 – Não é possível estimar o comprimento do grão de arroz branqueado em função do comprimento*

do grão de arroz paddy; H1 – É possível estimar o comprimento do grão de arroz branqueado em função do comprimento do grão de arroz paddy.

O primeiro output corresponde ao quadro sumário do modelo da regressão linear estandardizada (Quadro 4), no qual constam os coeficientes de correlação múltipla (R), de determinação (R^2), e o de determinação ajustado (R^2_{ai}). Sendo $R^2 = 0,394$, pode afirmar-se que 39,4% da variabilidade total nas amostras é explicada pela variável independente presente no modelo de regressão linear ajustado, ou seja pelo comprimento do grão de arroz paddy. No mesmo quadro temos ainda a estatística de Durbin-Watson (d), onde podemos verificar o valor de estatística $d = 1,856$ (suficientemente afastado de 2).

Quadro 4 – Sumário do modelo de estimativa do comprimento do grão branqueado em função do comprimento do grão paddy.

Sumário do Modelo de regressão linear^{ab}

Modelo	Coefficiente de correlação R	Coefficiente de determinação R^2	Coefficiente de determinação ajustado R^2_{ai}	Erro padrão da estimativa	Teste Durbin-Watson
1	0,628	0,394	0,385	0,250	1,856

a) Variável independente: Comprimento Paddy

b) Variável Dependente: Comprimento Branqueado

No quadro da ANOVA da regressão estandardizada (Quadro 5), observa-se um valor de $F = 42,9$ com 1 e 66 graus de liberdade. Nesta situação o modelo é altamente significativo, pelo que podemos rejeitar H_0 em favor de H_1 , ou seja, é possível determinar o comprimento do grão de arroz branqueado em função do comprimento do grão de arroz paddy.

Quadro 5 – ANOVA da regressão simples de estimativa do comprimento arroz branqueado em função do comprimento do arroz paddy.

ANOVA da regressão ^a					
Fonte de Variação	Soma dos quadrados	g.l.	Quadrados Médios	F	Nível de significância
1 Regressão	2,672	1	2,672	42,898	0,000 ^b
Residual	4,111	66	0,062		

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE UMA COLEÇÃO DE GERMOPLASMA DE ARROZ

Total	6,782	67		
-------	-------	----	--	--

a) Variável Dependente: Comprimento arroz branqueado

b) Preditores: (Constante), Comprimento arroz paddy

Os valores apresentados no quadro dos coeficientes (Quadro 6) mostram que as variáveis independentes apresentam magnitudes diferentes. A análise dos valores absolutos dos coeficientes de regressão estandardizados permite verificar que a variável comprimento do grão de arroz paddy apresenta uma elevada contribuição relativa (0,628) para explicar o comportamento das amostras, afetando-as significativamente ($p < \alpha = 0,05$).

Quadro 6 – Coeficientes do modelo de estimativa do comprimento do arroz branqueado em função do comprimento do arroz paddy.

Coeficientes ^a					
Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes Padronizados	t	Nível de significância
	B	Erro padrão	Beta		
1 (Constante)	2,761	0,495		05,574	0,000
Comprimento Paddy	0,366	0,056	0,628	6,550	0,000

a) Variável Dependente: Comprimento Branqueado

O quadro dos resíduos (Quadro 7) identifica a existência de *outliers* e/ou casos influentes, isto é, existem pelo menos 5 desvios-padrão abaixo da média dos outros resíduos, com um *Student Deleted Residual* de $-4,77$, tal como se verifica nos valores dos mínimos e máximos dos resíduos.

Quadro 7 - Estatísticas residuais da regressão linear de modelização da estimativa do comprimento do arroz branqueado em função do comprimento do arroz paddy.

Estatísticas dos Resíduos					
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Standart	N
Valor Estimado	5,73	6,73	6,00	,200	68
Valor Estimado Padrão	-1,365	3,635	,000	1,000	68
Erro padrão da estimativa	,030	,115	,040	,015	68
Valor Estimado Ajustado	5,73	6,97	6,00	,209	68
Resíduo	-,916	,565	,000	,248	68
Resíduo padronizado	-3,670	2,265	,000	,993	68
Stud. Residual	-4,134	2,283	-,004	1,033	68
Deleted Residual	-1,162	,574	-,002	,269	68
Stud. Deleted Residual	-4,766	2,361	-,011	1,080	68
Mahal. Distance	,000	13,213	,985	2,248	68

Cook's Distance	,000	2,298	,049	,281	68
Centered Leverage Value	,000	,197	,015	,034	68

a) Variável Dependente: Comprimento Branqueado

No gráfico de probabilidade normal (Figura 28) é possível verificar que a maioria dos pontos se aproxima da diagonal principal, podendo assim concluir-se que os resíduos apresentam aproximadamente, distribuição normal.

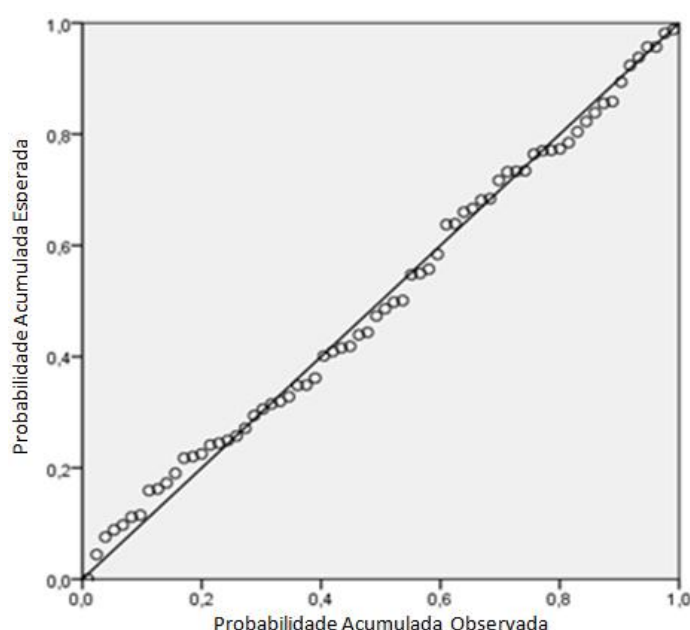


Figura 28 – Gráfico de probabilidade normal dos resíduos da regressão. Variável dependente Comprimento Branqueado.

No gráfico seguinte (Figura 29) é apresentada a dispersão dos resíduos, no qual se constata que estes se distribuem de forma aleatória em torno do zero. Verifica-se que é aparente a presença de *outliers*, nomeadamente, o ponto com *standardized deleted residual* próximo de -4 e com valor estimado ajustado próximo de 4, e outro ponto com *standardized deleted residual* próximo de 1 e com valor estimado ajustado próximo de 4. Estes *outliers* são observações extremas que apresentam resíduos consideravelmente superiores, em valor absoluto, aos resíduos das outras observações, ou seja, mais de dois

desvios-padrão relativos à média. O local onde se encontram os *outliers* determina a severidade da sua influência sobre a estimação dos coeficientes de regressão.

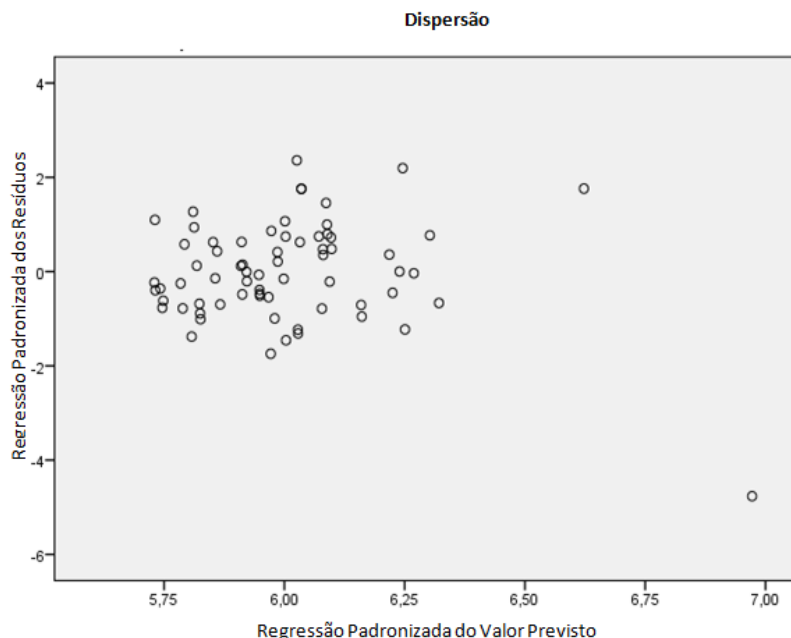


Figura 29 – Gráfico de dispersão dos resíduos do modelo de estimativa do comprimento do grão de arroz branqueado em função do grão de arroz paddy.

Seguidamente realizou-se a regressão linear por forma a determinar um modelo estimativo da largura do grão de arroz branqueado em função da largura do grão paddy. As hipóteses escolhidas para este modelo foram as seguintes: H_0 – Não é possível estimar a largura do grão de arroz branqueado em função do grão de arroz paddy; H_1 – É possível estimar a largura do grão de arroz branqueado em função da largura do grão de arroz paddy.

Seguindo este pressuposto, calculou-se a regressão linear simples considerando a largura do grão de arroz branqueado como variável dependente e a largura do grão de arroz paddy como variável independente. Analisando o primeiro output obtido (Quadro 8) é possível verificar que se obteve um coeficiente de determinação (R^2) de 0,160, revelando

que cerca de 16,0% da variabilidade total das amostras é explicada pela largura do grão em paddy. No mesmo quadro consta ainda a estatística de Durbin-Watson (d), a qual apresenta o valor de estatística $d = 1,600$ (suficientemente afastado de 2).

Quadro 8 – Sumário do modelo de estimativa da largura do grão branqueado em função da largura do grão paddy.

Sumário do Modelo de Regressão Linear^{ab}

Modelo	Coefficiente correlação R	Coefficiente de determinação R ²	Coefficiente de determinação ajustado R ² _{aj}	Erro padrão da estimativa	Teste Durbin-Watson
1	0,400 ^a	0,160	0,147	0,138	1,600

a) Variável independente: Largura Paddy

b) Variável Dependente: Largura Branqueado

O segundo output apresenta a análise de variância da regressão estandarizada (Quadro 9), podemos verificar que temos um valor de $F = 12,5$ com 1 a 66 graus de liberdade. Nesta situação o modelo é altamente significativo, uma vez que se obteve uma significância de 0,001. Assim, é possível rejeitar a hipótese H0 e aceitar a hipótese H1.

Quadro 9 – ANOVA da regressão linear da modelização da largura grão branqueado em função da largura do grão paddy.

ANOVA da regressão^a

Fonte de Variação	Soma dos quadrados	g. l.	Quadrados médios	F	Nível de significância
1 Regressão	0,240	1	0,240	12,535	0,001 ^b
Residual	1,262	66	0,019		
Total	1,501	67			

a) Variável Dependente: Largura Branqueado

b) Preditores: (Constante), Largura Paddy

No quadro dos coeficientes (Quadro 10) pode verificar-se que as variáveis independentes apresentam magnitudes diferentes. A análise dos valores absolutos dos coeficientes de regressão estandarizados permite constatar que a variável largura do grão de arroz paddy tem uma contribuição relativa para explicar o comportamento das amostras.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE UMA COLEÇÃO DE GERMOPLASMA DE ARROZ

Observa-se que, para $\alpha = 0,05$, a variável independente (0,400) afeta significativamente as amostras ($p < \alpha = 0,05$).

Quadro 10 – Coeficientes da regressão linear do modelo estimativo da largura de arroz branqueado em função da largura do arroz paddy.

Coeficientes ^a					
Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Nível de significância
	B	Erro padrão	Beta		
1 (Constante)	1,077	0,335		3,212	0,002
Largura Paddy	0,409	0,116	0,400	3,540	0,001

a) Variável Dependente: Largura Branqueado

O quadro dos resíduos (Quadro 11) identifica a existência de casos influentes e/ou *outliers*, isto é, existem pelo menos 2 desvios-padrão abaixo da média dos outros resíduos, com um *Student Deleted Residual* de $-2,298$, tal como se verifica nos valores dos mínimos e máximos dos resíduos.

Quadro 11 – Estatísticas residuais da regressão linear da estimativa da largura do grão branqueado em função do grão paddy.

Estatísticas Residuais ^a					
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Standart	N
Valor estimado	2,13	2,37	2,26	,060	68
Valor estimado padrão	-2,240	1,799	,000	1,000	68
Erro padrão da estimativa	,017	,041	,023	,006	68
Valor Estimado Ajustado	2,14	2,37	2,26	,059	68
Resíduo	-,305	,257	,000	,137	68
Resíduo Std.	-2,208	1,856	,000	,993	68
Stud. Residual	-2,227	1,884	-,001	1,008	68
Deleted Residual	-,310	,264	,000	,141	68
Stud. Deleted Residual	-2,298	1,922	-,006	1,022	68
Mahal. Distance	,002	5,018	,985	1,162	68
Cook's Distance	,000	,109	,016	,024	68
Centered Leverage Value	,000	,075	,015	,017	68

a) Variável Dependente: Largura Branqueado

Foram obtidos dois gráficos, dos quais, no primeiro, de probabilidade normal (Figura 30), se verifica que a maioria dos pontos se aproximam da diagonal principal, concluindo

que os resíduos apresentam uma distribuição normal, no segundo gráfico (Figura 31) encontra-se a dispersão dos resíduos.

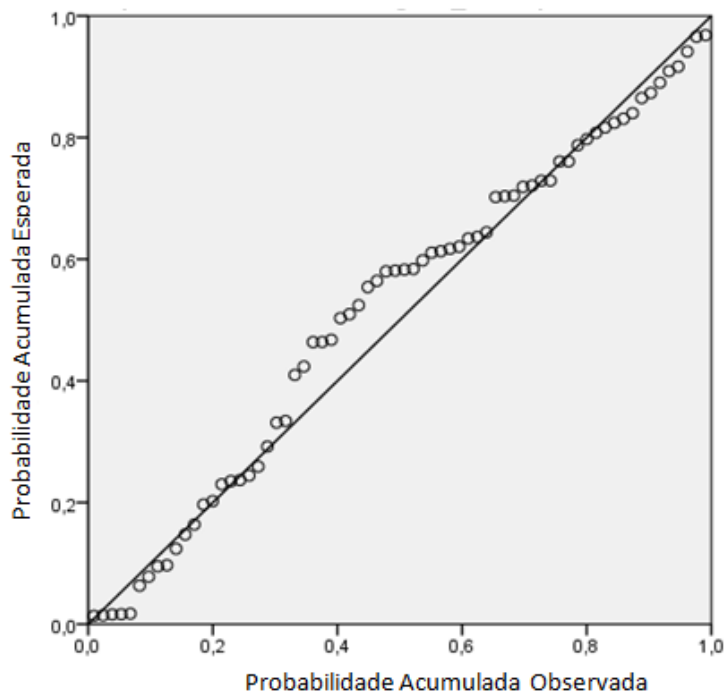


Figura 30 – Gráfico de probabilidade normal. Variável dependente Largura Branqueado.

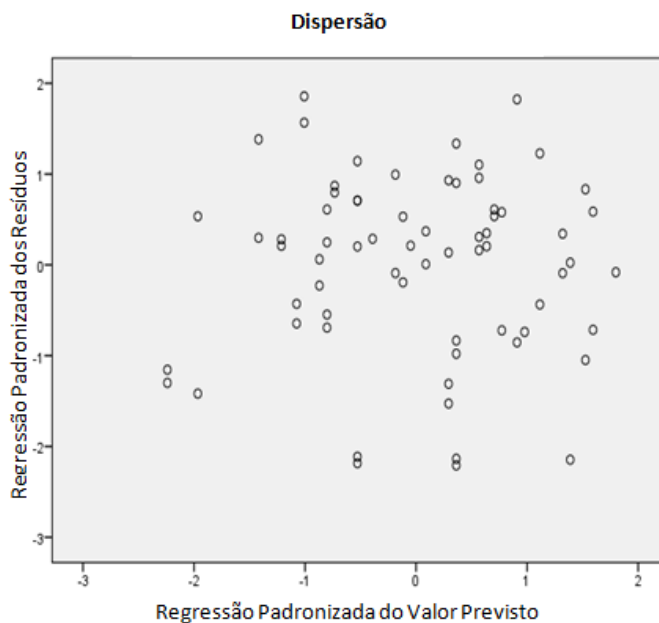


Figura 31 – Gráfico de dispersão dos resíduos.

De acordo com os dados anteriores, torna-se possível rejeitar a hipótese H_0 – Não é possível estimar a biometria do grão de arroz branqueado em função da biometria do grão

de arroz paddy; e aceitar a hipótese $H1$ – É possível estimar a biometria do grão de arroz branqueado em função da biometria do grão de arroz paddy.

5.2.3. Modelização do rendimento industrial em função dos parâmetros físicos do grão

Para se obter o modelo do rendimento industrial em função dos parâmetros físicos do grão, realizou-se a regressão linear. Nesta situação considerou-se o rendimento industrial como variável dependente e os parâmetros físicos como variáveis independentes, nomeadamente: o peso de mil grãos, o comprimento do grão branqueado, a largura do grão branqueado e a brancura total.

No quadro sumário do modelo da regressão linear estandardizada (Quadro 12) são apresentados os coeficientes de correlação múltipla (R), de determinação (R^2), e de determinação ajustado (R^2_{ai}). Sendo $R^2 = 0,264$, sendo possível afirmar que 26,4% da variabilidade total nas amostras é explicada pelas variáveis independentes presentes no modelo de regressão linear ajustado. No mesmo quadro apresenta-se ainda a estatística de Durbin-Watson (d), sendo o valor de estatística $d = 1,312$ (suficientemente afastado de 2).

No quadro da ANOVA da regressão estandardizada (Quadro 13), observa-se que o valor de $F = 5,645$ com 4 a 63 graus de liberdade. Dado que se obteve um nível de significância de 0,001, é possível rejeitar $H0$ – *Os parâmetros físicos não influenciam o rendimento industrial* e aceitar a $H1$ – *Os parâmetros físicos influenciam o rendimento industrial.*

Quadro 12 – Sumário do modelo da regressão linear, da estimativa do rendimento industrial em função dos parâmetros físicos.

Sumário do Modelo da Regressão Linear ^{ab}					
Modelo	Coeficiente correlação R	Coeficiente determinaçã o R ²	Coeficiente determinação ajustado R ² _{aj}	Erro padrão da estimativa	Teste Durbin-Watson
1	0,514 ^a	0,264	0,217	1,02113	1,312

a) Variáveis independentes: Brancura Total, Comprimento Branqueado, Peso Mil Grãos, Largura Branqueado

b) Variável dependente: Rendimento ao descasque

Quadro 13 – ANOVA da regressão linear, da modelização do rendimento industrial em função dos parâmetros físicos.

ANOVA da Regressão ^a					
Fonte de variação	Soma dos quadrados	g. l.	Quadrados médios	F	Nível de significância
Regressão	23,544	4	5,886	5,645	0,001 ^b
1 Resíduo	65,691	63	1,043		
Total	89,235	67			

a) Variável dependente: Rendimento ao descasque

b) Variáveis independentes: Brancura Total, Comprimento Branqueado, Peso Mil Grãos, Largura Branqueado

O quadro dos coeficientes (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**Quadro 14) mostra que as variáveis independentes apresentam magnitudes diferentes. A análise dos valores absolutos dos coeficientes de regressão estandardizados permite verificar que as variáveis largura do grão branqueado (0,284) e brancura total (0,168) apresentam as maiores contribuições relativas para explicar o comportamento das amostras. É possível constatar que, para $\alpha = 0,05$, a variável peso de mil grãos ($p = 0,00$) afeta significativamente as amostras ($p < \alpha = 0,05$).

Quadro 14 – Coeficientes de regressão linear da modelização do rendimento industrial em função dos parâmetros físicos.

Coeficientes^a

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE UMA COLEÇÃO DE GERMOPLASMA DE ARROZ

Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Nível de significância
	B	Erro padrão	Beta		
(Constante)	76,271	5,524		13,808	,000
1 Peso_Mil_Grãos	-,216	,047	-,685	-4,588	,000
Largura_Branqueado	2,191	1,179	,284	1,859	,068
Comprimento_Branqueado	,414	,462	,114	,896	,373
Brancura_Total	,035	,032	,168	1,096	,277

a. Variável dependente: Rd

O quadro dos resíduos (Quadro 15) identifica a existência de casos influentes e/ou *outliers*, isto é, existem pelo menos 2 desvios-padrão abaixo da média dos outros resíduos, com um *Deleted Residual* de - 2,308, tal como se verifica nos valores dos mínimos e máximos dos resíduos.

Quadro 15 – Estatísticas residuais da regressão linear de modelização do rendimento industrial em função dos parâmetros físicos.

Estatísticas dos Resíduos ^a					
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio standart	N
Valor Estimado	80,9105	83,6785	82,2647	,59280	68
Valor Estimado padrão	-2,284	2,385	,000	1,000	68
Erro padrão da estimativa	,147	,517	,267	,072	68
Valor Estimado Ajustado	80,8548	83,7429	82,2661	,60275	68
Resíduo	-2,19884	2,31386	,00000	,99018	68
Resíduo padronizado	-2,153	2,266	,000	,970	68
Stud. Residual	-2,233	2,410	-,001	1,006	68
Deleted Residual	-2,36445	2,61731	-,00143	1,06720	68
Stud. Deleted Residual	-2,308	2,509	,001	1,022	68
Mahal. Distance	,404	16,164	3,941	2,722	68
Cook's Distance	,000	,152	,016	,027	68
Centered Leverage Value	,006	,241	,059	,041	68

a) Variável Dependente: Rendimento ao descasque

No gráfico de probabilidade normal (Figura 32) abaixo representado, observa-se que a maioria dos pontos se aproxima da diagonal principal, concluindo que os resíduos apresentam, aproximadamente uma distribuição normal. No gráfico de dispersão de resíduos (Figura 33) constata-se que estes se distribuem de forma aleatória em torno do zero. É possível ainda averiguar que é aparente a presença de *outliers* que se caracterizam por ser um conjunto de observações extremas que apresentam resíduos consideravelmente superiores, em valor absoluto, aos resíduos das outras observações, ou seja, mais de dois desvios-padrão relativos à média.

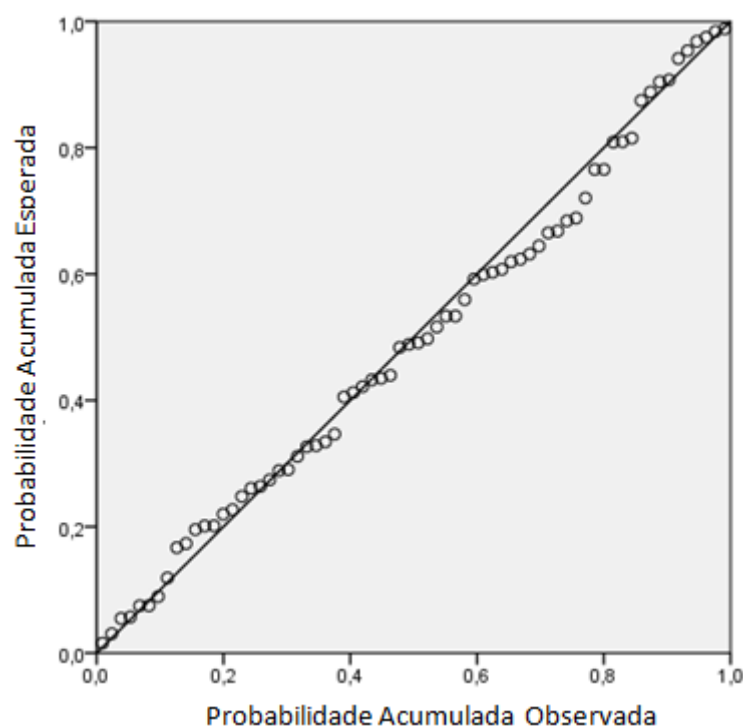


Figura 32 – Gráfico de probabilidade normal. Variável dependente Rendimento ao descasque.

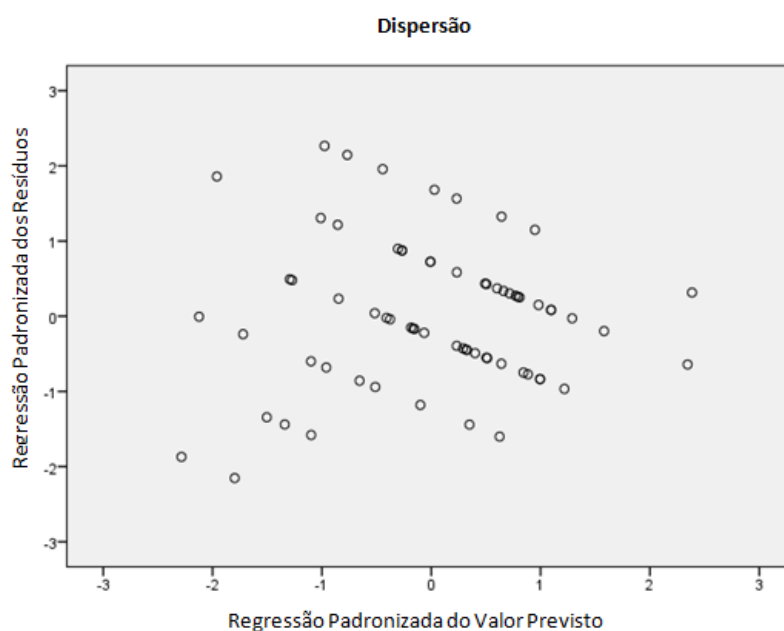


Figura 33 – Gráfico de dispersão de resíduos.

5.2.4. Determinação das correlações entre os parâmetros da cor do grão de arroz branqueado

Procedeu-se à correlação entre os parâmetros da cor do grão de arroz branqueado (Quadro 16). Os valores apresentados no quadro abaixo mostram que a área gessada tem uma correlação mais elevada com a brancura total (0,99) e com a cor (0,77), parâmetro, que por sua vez, se encontra correlacionado positivamente com a brancura total (0,82).

Quadro 16 – Correlação entre os parâmetros da cor do grão de arroz branqueado.

		BT	BV	AG	C
BT	Correlação de Pearson	1	-,342**	,990**	,819**
	Sig. (2-tailed)		,004	,000	,000
	N	68	68	68	68
BV	Correlação de Pearson	-,342**	1	-,423**	-,048
	Sig. (2-tailed)	,004		,000	,698
	N	68	68	68	68
AG	Correlação de Pearson	,990**	-,423**	1	,765**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000
	N	68	68	68	68
C	Correlação de Pearson	,819**	-,048	,765**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,698	,000	
	N	68	68	68	68

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

BT – Brancura Total; BV – Brancura Vítrea; AG – Área Gessada; C – Cor.

5.2.5. Identificação de diferentes tipos culinários de arroz considerando os parâmetros físico-químicos do grão

Analisando os com as médias dos parâmetros de qualidade física e química das amostras em estudo (Quadro 19 – Cap. VIII. Anexos), podemos identificar os vários tipos culinários. Consideram-se do tipo *índica* (agulha) as amostras com as seguintes características: teor de amilose superior a 22%, pico de viscosidade inferior a 2500cP, e retrogradação superior a 750cP. Para o tipo *japonico* (carolino) as amostras com um teor de amilose compreendido entre os 12% e os 17%, pico de viscosidade superior a 3000cP, e retrogradação inferior a 500cP. Há ainda amostras que apresentem um comportamento

intermédio, no qual a amilose tem que estar compreendida entre os 17 e os 22% de amilose, um pico de viscosidade entre os 2500 e os 3000cP (BRITES, 2012).

Na Figura 34 encontram-se representados os três tipos culinários das linhas avançadas e das variedades do primeiro ensaio de avaliação agronómica. Nessa figura consta um gráfico no qual podemos verificar que cerca de 79% das amostras apresentam comportamento culinário de carolino, 18% das amostras apresentam comportamento de agulha, e cerca de 3% apresentam comportamento intermédio.

Algumas das amostras que apresentam comportamento de carolino são as seguintes linhas avançadas – OP 1120, OP 1202, OP 1203, OP 1222, OP 1212, OP 1229, OP 1230, OP 1119, OP 1113 e OP 1217; variedades – Ariete, Ronaldo, Albatros e Eurosis. Relativamente às linhas avançadas com comportamento culinário de agulha: OP 1209, OP 1001, OP 1004, OP 1223 e OP 1213; e variedades Sprint e Gládio. Por último, as amostras com comportamento intermédio foram as linhas avançadas OP 1205, OP 1206 e OP 1207.

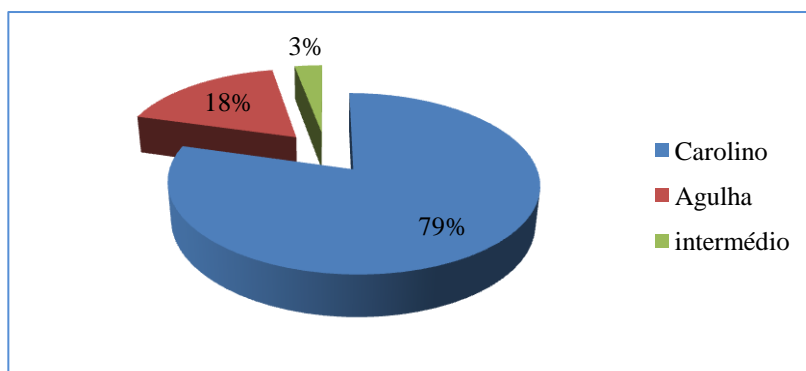


Figura 34 – Tipos culinários do Ensaio de Avaliação Agronómica.

5.2.6. Análise de Componentes Principais

Para resumir a informação presente nas variáveis originais em componentes principais, usou-se uma CATPCA com o método de uniformização da variável principal. Usou-se como critério de retenção das componentes a regra do *eigenvalue* superior a 1, em conciliação com o *Screen plot*. A consistência interna de cada componente foi medida com o α de Cronbach. Este coeficiente é a forma de estimar a confiabilidade, medindo a correlação entre as variáveis, sendo calculado a partir da variância.

As variáveis utilizadas para a análise de componentes principais, foram as seguintes: peso de mil grãos, comprimento arroz branqueado, largura de arroz branqueado, cor, rendimento de grãos inteiros, amilose, pico de viscosidade e viscosidade final. As amostras analisadas foram as constituintes dos dois ensaios de avaliação agronômica, cerca de 68 amostras, mais concretamente, 50 linhas avançadas e 18 testemunhas – variedades comerciais.

De acordo com a regra de *eigenvalue* (valor próprio) superior a 1, foi possível resumir a informação relacional entre as variáveis em duas componentes principais (combinações lineares independentes) que explicam 64,00% da variância total das variáveis originais. No Quadro 17 destacam-se os “pesos de cada variável” em cada componente, a percentagem de variância explicada e a consistência interna.

Quadro 17 - Componentes principais extraídas da Análise de Componentes Principais, com os respetivos *eigenvalues* (valor próprio), % de variância explicada, α de Cronbach, pesos de cada variável. As duas componentes explicam cerca de 64,00% da variância total.

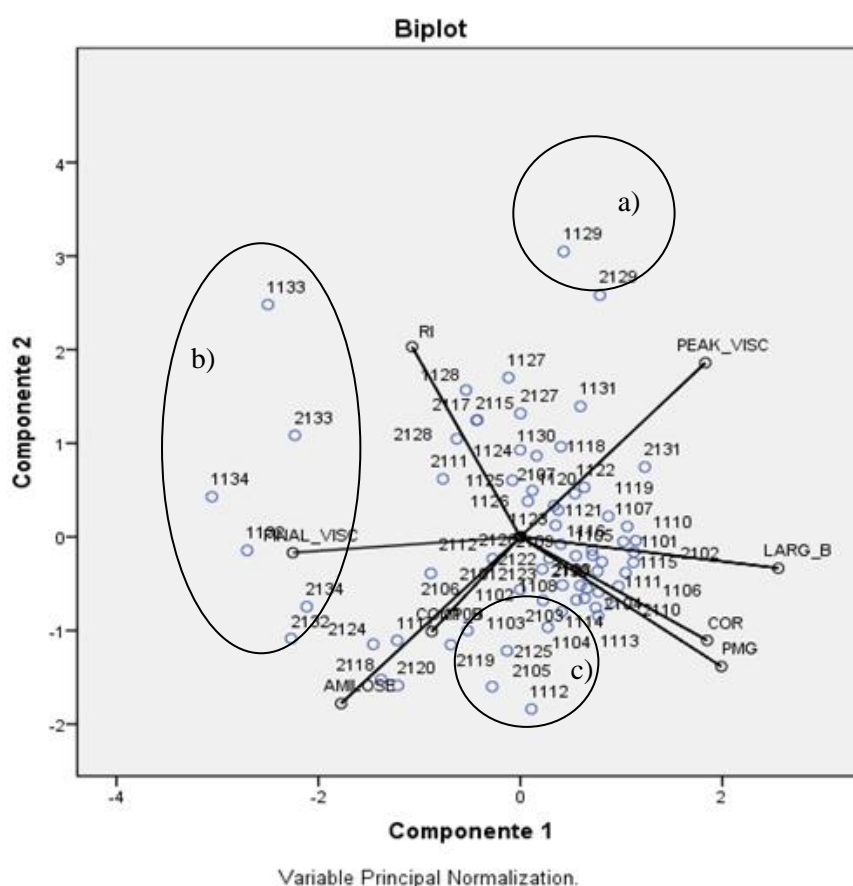
Variáveis	Componentes	
	1 Qualidade	2 Grãos inteiros

Peso Mil Grãos	0,69	-0,41
Comprimento arroz branqueado	-0,31	-0,35
Largura arroz branqueado	0,89	-0,12
Cor	0,64	-0,38
Rendimento grãos inteiros	-0,37	0,71
Amilose	-0,62	-0,62
Pico Viscosidade	0,64	0,65
Viscosidade Final	-0,78	-0,06
Valor Próprio	3,31	1,81
Variância Explicada	41,3%	22,7%
α Cronbach	0,80	0,51

Tendo em conta os pesos de cada variável em cada componente, é possível nomear a primeira componente como a componente da “qualidade”, já que os parâmetros de qualidade física e química apresentam maior peso: o peso de mil grãos (0,69), a largura do arroz branqueado (0,89), a cor (0,64), o pico de viscosidade (0,64), que são muito elevados nesta componente. Por outro lado, o rendimento de grãos inteiros tem um peso mais elevado na segunda componente, tal como o pico de viscosidade (pouco diferente do seu posicionamento na primeira componente), podendo ser designada, por seu turno, por “grãos inteiros”.

A Figura 35 ilustra o posicionamento de cada amostra no mapa bidimensional das duas componentes retidas e a sua posição relativa às variáveis originais. Na mesma é possível verificar três situações: a) as amostras 1129 e 2129, duas testemunhas (Dardo) dos ensaios de avaliação agronómica com maior representatividade na segunda componente (3,05), logo com maior número de grãos inteiros (83% no primeiro ensaio e 81% no segundo ensaio) e pico de viscosidade (4158cp no primeiro ensaio e 3931cp no segundo ensaio) superior às restantes amostras em análise, apresentando um valor inferior na primeira componente (0,43). Apesar de ser um valor muito inferior na primeira

componente, dá a indicação ainda que a largura do arroz Dardo branqueado (2,33 mm no primeiro ensaio e 2,34 mm no segundo ensaio) é relativamente mais baixa que outras amostras em estudo, tendo em conta que é uma variedade *japónica* (carolino), cujo teor de amilose foi 11,4% no primeiro ensaio e 10,3% no segundo ensaio, não esquecendo ainda o peso de mil grãos de 25,91 g no primeiro ensaio e 28,12 g no segundo ensaio, isto devido ao fato da posição da amostra em relação às variáveis referidas.



Legenda: ○ Amostras; – Variáveis originais; PMG – Peso de mil grãos; COMP_B – Comprimento arroz branqueado; LARG_B – Largura de arroz branqueado; COR – Cor (KETT); AMILOSE – Amilose; PEAK_VISC – Pico de viscosidade; FINAL_VISC – Viscosidade final.

Figura 35 – Posicionamento de cada amostra no mapa bidimensional definido pelas duas componentes principais retidas e a sua posição relativa às variáveis originais.

Na situação b) verificou-se que as amostras 1133 (Ellebi), 2133 (Ellebi) e 1134 (Gládio), apresentam maior destaque na segunda componente em relação às restantes.

Observa-se no gráfico que o 1133 tem um valor na segunda componente (2,48) superior às amostras mencionadas, podendo ser resultado do número de grãos inteiros (84%), e o seu pico de viscosidade (3281 cp) bastante inferior à amostra mencionada na situação anterior. O seu posicionamento na segunda componente é negativo (-2,50), o que poderá ser o reflexo do respetivo peso de mil grãos (24,44 g), da cor (36,6), e do valor da viscosidade final (3792 cp). Apresenta ainda um teor de amilose bastante elevado (19,1%).

A amostra 2133 (Ellebi) tem também um bom posicionamento na segunda componente (1,09), o que poderá ser reflexo da sua percentagem de grãos inteiros (81%), apesar de ligeiramente mais baixo que a amostra análoga expressa anteriormente, e um pico de viscosidade (3931) bastante superior à mesma. Relativamente ao seu posicionamento na primeira componente é também negativo (-2,23), devido ao fato de conter uma viscosidade final (3630 cp) superior à do primeiro ensaio, bem como a cor (37,3) e o peso de mil grãos (26,11g). A largura do grão branqueado foi ligeiramente diferente nos dois ensaios (1133 – 1,94 mm; 2133 – 1,93 mm). Quanto ao teor de amilose (20,9%), a amostra 2133 apresentou teor ligeiramente superior à 1133.

Relativamente à outra variedade *índica* presente na situação b), o Gládio (1134), verificou-se que a sua posição na segunda componente (0,43) é superior em relação à amostra análoga presente no segundo ensaio de avaliação agronómica (2134 – -0,75). Poderá ser reflexo da sua percentagem de grãos inteiros (74%) e do seu pico de viscosidade (2421cp). Na primeira componente (-3,05) apresenta uma posição negativa, tal como a amostra do segundo ensaio (2134 – -2,12). Este posicionamento deve-se ao fato do elevado teor em amilose (28,5) comparativamente às restantes amostras em análise. Relativamente à cor (42,2), apresenta um teor superior, o que indica que o Ellebi (1133)

apresenta maior brancura. O Gládio apresenta, por seu turno, um peso de mil grãos (22,81 g) relativamente mais baixo que o Ellebi e tal como o que se constatou para a variedade Dardo, estando, por seu turno, relacionado com a biometria, nomeadamente a largura do arroz branqueado (1,97 mm), relativamente mais baixa nas variedades de tipo *índica* comparativamente às variedades do tipo japónica. A amostra 1134 (Gládio) apresentou ainda um valor de viscosidade final (3947 cp) relativamente mais elevado do que as amostras referidas anteriormente.

Na última situação do gráfico, a situação c), constata-se que existe um aglomerado de amostras, nomeadamente, linhas avançadas, na primeira componente. O que dá indicação de larguras de arroz branqueado, cor e peso de mil grãos satisfatórios em relação às restantes amostras em análise. O seu posicionamento relativo na segunda componente, indica baixa percentagem de grãos inteiros, baixos teores de viscosidade final e níveis de amilose intermédios.

Além das amostras analisadas, dos dois ensaios de avaliação agronómica, foram efetuadas em paralelo análises a outras variedades comerciais que também funcionaram como indicadores. Essas amostras foram: o Ariete, o Ronaldo, a Teti, e o Ulisse, produzidas em locais diferentes dos ensaios de avaliação agronómica. Relativamente ao número de grãos inteiros, o Ulisse teve uma percentagem de 78%, com um pico de viscosidade (3159cp), muito mais baixos que as testemunhas dos dois ensaios, mas superior a algumas linhas avançadas em análise, nomeadamente a 2120 (2415cp). Relativamente ao peso de mil grãos (35,36 g), o Ulisse foi uma boa referência, bem como para a cor (48,1), e o teor de amilose (16,0) e ainda para a viscosidade final (3251 cp).

Já a variedade Teti (uma nova variedade no mercado de sementes de arroz), foi feita uma análise a todos os parâmetros em estudo, tendo um peso de mil grãos (30,76 g) satisfatório, e baixo teor de amilose (11,7%). Quanto à viscosidade apresentou um comportamento característico dos mesmos, com um pico de viscosidade (3646 cp) e viscosidade final (3517 cp) dentro dos valores. Quanto à colorimetria (43,1), esta esteve dentro do valor mínimo estipulado para um bom branqueio (40). Outras variedades japônicas analisadas, foram o Ariete e o Ronaldo. Relativamente ao Ariete, verificou-se um rendimento de grãos inteiros (73%) satisfatório, mas foi superado pelo Ronaldo (84%). Ainda nos parâmetros de qualidade físicos, o *kett* no Ariete (42,9) foi bastante inferior à do Ronaldo (50,3), o que nos indica que quanto maior for o valor do *kett* maior será a brancura. No que diz respeito aos parâmetros de qualidade químicos: na amilose, o Ariete (16,2%) apresentou valores satisfatórios para tipo *japônico*, bem como o Ronaldo (15,2%); no pico de viscosidade, o Ronaldo (4078 cp) apresentou um valor bastante superior em relação ao Ariete (3369 cp); por último, a viscosidade final do Ariete (3356 cp) foi relativamente mais baixa que o Ronaldo (3502 cp), tal como era evidente, tendo em conta o pico de viscosidade.

Podemos ainda verificar que existem linhas que não apresentam coerência entre a biometria e os dados de amilose e viscosidade, ou seja, as análises demonstraram que algumas linhas avançadas apresentaram comportamento físico diferente do químico. No caso da OP 1205, OP 1206 e OP 1207 apresentaram um comportamento culinário intermédio, e biometria de longo A.

VI. CONCLUSÕES

Com a elaboração deste estudo, foi possível concluir que existe uma grande variabilidade de comportamentos em relação aos parâmetros físicos e químicos de qualidade do arroz paddy e branqueado. Tendo em conta os genótipos em estudo e as testemunhas utilizadas, é possível concluir que as linhas em processo avançado de melhoramento apresentam maioritariamente comportamento de arroz do tipo *japónica*, um fato satisfatório, dado que um dos grandes objetivos do Programa Nacional de Melhoramento Genético de Arroz é a obtenção de variedades desse tipo, ou seja, arroz carolino.

Numa primeira fase determinou-se o peso de mil grãos e a biometria do grão paddy correspondente à coleção global do presente estudo, que engloba as linhas avançadas e as testemunhas do primeiro e segundo ensaios de avaliação agronómica, bem como os progenitores masculinos e femininos do Programa Nacional de Melhoramento Genético de Arroz. Nessa primeira fase, da análise do peso de mil grãos identificaram-se:

- 4 Linhas avançadas promissoras com peso de mil grãos superior à média das testemunhas (>35,5g) : OP1202, OP1002, OP1201, OP1112;

-5 Progenitores com elevado peso de mil grãos (>35,5g): Banata 8 x Estrela A 785/93, Gloria, Galileo, Axios, Bianca.

Ainda na primeira fase e da análise da biometria do grão em paddy concluiu-se que grande parte do material que consta dos progenitores masculinos do Programa Nacional de

Melhoramento Genético do Arroz tem um comprimento inferior a 8,5 mm. Os valores obtidos são indicativos de grão do tipo médio a curtos e significativamente inferior aos das variedades comerciais (Gládio, Strella) incluídas no grupo dos progenitores femininos. Os valores obtidos para a largura do grão denotam pouca variabilidade.

Numa segunda fase, analisou-se os dados da subcoleção que corresponde a material proveniente dos dois ensaios de avaliação agronómica. O comprimento do grão paddy variou de 8,1 a 10,8 mm e o grão branqueado de 5,5 a 7,1 mm, redução de dimensões resultante do processo de descasque e de branqueamento.

A linha avançada OP 1002 foi a que apresentou maior comprimento em grão paddy e grão branqueado, seguida da OP 1204 e OP 1207 em grão branqueado também se destacaram OP 1202 e OP 1205. Relativamente às testemunhas, verificou-se que o Albatros apresentou maior comprimento em relação às restantes testemunhas em análise, seguido do Sprint e do Scirocco. O Dardo foi a testemunha que apresentou menor comprimento em paddy e em branqueado.

Com o descasque e branqueamento, pode-se concluir que houve variabilidade entre os quantitativos dos vários elementos em análise, nomeadamente, o teor em casca, em sêmea, em trincas e em grãos inteiros. Verificou-se que as testemunhas apresentaram um rendimento de grãos inteiros superior às linhas avançadas dado que o tempo de descasque e de branqueamento foi igual para todas as amostras em estudo.

Ainda em relação aos parâmetros físicos de qualidade, podemos concluir que para um mesmo tempo de branqueamento, genótipos com maior peso de mil grãos têm menores rendimentos ao descasque dado que esses parâmetros aparecem inversamente

correlacionados, provavelmente porque esses grãos perdem, relativamente aos restantes, maior peso no processo de descasque e branqueamento. Acrescidamente, o tempo de branqueamento influencia o grau de brancura, na medida em que, quanto mais tempo de branqueamento utilizado para branquear o grão, maior será o grau de brancura determinado no analisador estatístico S21 e maior será a cor da escala Kett. Foi estabelecido um valor mínimo (40) para a escala Kett, uma vez que quanto menor for o valor Kett, mais escura será a amostra, indicando que o tempo de branqueamento utilizado deveria ter sido superior. Este tempo influencia o rendimento industrial. As amostras com Kett inferior a 37 (Ellebi do primeiro e segundo ensaios) estão semi-branqueadas, aquelas com valores superiores a 50 (quais são OP 1219, OP 1220, OP 12014 e OP 1222) estão excessivamente branqueadas e para uma correta apreciação destas linhas uma análise posterior deve ser efetuada com o grau de branqueio ajustado.

Comprovou-se ainda que a escala Kett está altamente correlacionada com a brancura total e a área gessada obtidas com o analisador estatístico S21 estando estes 2 últimos parâmetros estreitamente relacionados (0,99), A cor encontra-se ainda correlacionada com a largura do grão branqueado (0,65), ou seja, grãos mais largos são mais brancos e mais gessados. Com o tratamento estatístico foi possível determinar um modelo estimativo da biometria do grão de arroz branqueado em função do grão paddy, tendo sido possível verificar a presença de outliers. Foi possível a modelização do rendimento industrial em função dos parâmetros físicos do grão.

Os resultados obtidos evidenciam ainda algumas amostras que apresentam comprimento do tipo *japónica* e qualidade química do tipo *índica*, e vice-versa, nomeadamente as OP 1121 e OP 1119, situação que causa alguma controversa e inviabiliza

a critérios de especificação. Amostras com maior pico de viscosidade apresentaram valores maiores de enfraquecimento da pasta, durante a análise de viscosidade e, por sua vez, valores de retrogradação mais baixos. As amostras do tipo *índica*, apresentam valores de retrogradação bastante superiores em relação às variedades do tipo *japónica*.

Com a análise de componentes principais foi possível relacionar o comportamento das amostras quanto aos parâmetros químicos de qualidade. Relativamente ao seu posicionamento, constatou-se que as que se encontram mais próximo de determinada variável possuem o valor desse mesmo parâmetro superior em relação às restantes amostras. O Gládio apresentou maior teor de amilose e maior valor final de viscosidade, em contrapartida o Dardo apresentou maior rendimento industrial e maior pico de viscosidade. Comprovou-se ainda que genótipos com maior comprimento do grão, apresentaram maiores teores de amilose.

Por último, as linhas avançadas com critério de carolino, e as quais se recomendaria para seleção seriam: OP 1202 e OP 1203. Estas duas linhas avançadas foram as que apresentaram maior homogeneidade dos vários critérios de análise em estudo.

VII.BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, A. S., MARQUES, P. (2013). A importância da cultura do arroz em Portugal e no Mundo. Seminário de Boas Práticas no Cultivo de Arroz por Alagamento, em Portugal. INIAV, Oeiras.
- BECKER, R.; HANNERS, G. D. (1991). Carbohydrate Composition of Cereal Grains – in: Handbook of Cereals Science and Technology, 471 – 476 pp. Ed. Klaus J. Lorenz and Karl Kulp.
- BRITES, C.; VARGUES, A.; GUERRA, M.; TRIGO, M. J.; CURADO, T.; GAMA, A.; CRUZ, T. (2005). Caracterização da Qualidade do Arroz Carolino do Vale Mondego, Oeiras.
- BRITES, C. M. (2012). Características diferenciadoras da qualidade Parâmetros de qualidade.
- BRITES, C. 2010. Arroz carolino - Um sabor português, reportagem no site CaféPortugal.
- BRITES C. 2009. Como avaliar a qualidade do arroz. Vida Rural 1746:36-38.
- BRITES C, Guerreiro M, Modesto ML, 2006. O arroz carolino: uma joia da nossa gastronomia, COTarroz, Salvaterra de Magos, 33p, ISBN 989-95133-O-X.
- BRITES C (2010). Relatório da participação no Congresso Internacional de Arroz (IRC2010, IRRC28 e simpósio da INQR), Hanoi Vietname e da visita aos laboratórios do Instituto Internacional de investigação em arroz- IRRI, Los Baños, Filipinas.
- BRITES C, OLIVEIRA J (2010). Categorizing rice cultivars grown in Portugal according to physicochemical grain parameters to define ‘carolino’ type. Proc. 3rd International Rice Congress, Hanoi, Vietname, poster 3985.
- BRITES C, CRUZ TR, SANTOS CA, GUERRA M, VARGUES A, BEIRÃO DA COSTA ML (2004). Physico-chemical characterization of varieties of rice of different cooking and eating qualities, in: Challenges and opportunities for sustainable rice-based production systems, pp235-238. Ed: Ferrero A & Vidotto F (eds) Edizioni Mercurio, Vercelli, Italy.

- CAMPOS, L. S. (2002). Entender Bioquímica, 258 – 335 pp. Escolar Editora, Lisboa, 3ª edição.
- CAPPA, C., LUCISANO, M., & MARIOTTI, M. (2013). Rheological properties of gels obtained from gluten-free raw materials during a short term aging. *LWT - Food Science and Technology*, 53(2), 464–472.
- CHAMPAGNE, E. (1996). Rice Starch Composition and Characteristics. American Association of Cereal Chemists. *Cereal Foods World*. 42 (11): 833 – 837 pp.
- CHAMPAGNE, E. (2004). Rice: Chemistry and Technology. AACCC.
- COPELAND, L.; BLAZEK, J.; SALMAN, H.; TANG, M. C. (2009). Form and Functionality of Starch. *Food Hydrocolloids* 23, 1527-1534 pp.
- CORREA, M. J., FERRERO, C., PUPPO, C., & BRITES, C. (2013). Rheological properties of rice–locust bean gum gels from different rice varieties. *Food Hydrocolloids*, 31(2), 383–391. doi:10.1016/j.foodhyd.2012.11.022
- COUTINHO, J. (2010). VI Jornadas Técnicas do Arroz: Programa Nacional de Melhoramento Genético do Arroz. INRB, I.P.
- DECRETO – LEI Nº 62/2000, 19 de Abril de 2000. Diário da República – I Série – a, nº93, 1689 – 1692pp.
- DENARDIN, C. C. (2008). Influência do Teor de Amilose e Beneficiamento do Arroz na Resposta Biológica de Ratos. Dissertação – Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
- FAO: RICE MARKET MONITER, January 2013, Volume XVI –Issue No.1. Disponível em: <http://www.fao.org/economic/est/publications/rice-publications/rice-market-monitor-rmm/en/>.
- FERREIRA, F. A. G. (1994). Nutrição Humana. Fundação Calouste Gulbekian. 2ª Edição, Lisboa, 826 – 837 pp.

- HASHEMI, F. S. G., RAFII, M. Y., ISMAIL, M. R., MAHMUD, T. M. M., RAHIM, H. A., ASFALIZA, R., LATIF, M. A. (2013). Biochemical, Genetic and Molecular Advances of Fragrance Characteristics in Rice. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 32(6), 445–457. doi:10.1080/07352689.2013.807716
- JANE, J.; KASEMSUWAN, T.; CHEN, J. F.; JULIANO, B. O. (1996). Phosphorus in Rice and Other Starch. American Association of Cereal Chemists. Cereal Food World. 41(11): 827-832pp.
- JAYAMANI P., NEGRÃO S, BRITES C, OLIVEIRA MM (2007). *Potential of Waxy gene microsatellite and single-nucleotide polymorphisms to develop japonica varieties with desired amylose levels in rice (Oryza sativa L.)*. Journal of Cereal Science 46:178–186.
- JIN-SONG, B. (2008). *Accurate Measurement of Pasting Temperature by Rapid Visco Analyser: a Case Study Using Rice Flour*. Rice Science, 15 (1): 69-72pp.
- JULIANO, B.O. (1993). *Rice in Human Nutrition. Biochemistry Unit Plant Breeding, Genetics and Biochemistry Division International Rice Research Institute*. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome.
- JULIANO, B.O. (1972). *The Rice Caryopses and its Composition, in: Rice Chemistry and Technology*. D. F. Houston. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesota, USA, pp 16 – 62.
- KETT. (2011). Instant Rice Whiteness Tester. Kett. US.
- LOOKHART, G. L. (1991). *Cereal Proteins: Composition of Their Major Fractions and Methods for Identification*. In: Handbook of Cereals Science and Technology, 445 – 446pp. Ed: Klaus J. Lorenz and Karl Kulp. U. S. Department of Agriculture. Manhattan, Kansas.
- LU, Z.-H., SASAKI, T., LI, Y.-Y., YOSHIHASHI, T., LI, L.-T., & KOHYAMA, K. (2009). Effect of amylose content and rice type on dynamic viscoelasticity of a composite rice starch gel. *Food Hydrocolloids*, 23(7), 1712–1719. doi:10.1016/j.foodhyd.2009.01.009

- MAÇÃS, B.; OLIVEIRA, M. (2007). Programa Nacional de Melhoramento Genético do Arroz. *COTArroz*.
- MAROCO, J. (2003). Análise estatística com utilização do SPSS – Análise de Componentes Principais: 229 - 250 pp. Edição Sílabo, 2ª edição, Lisboa.
- MEADOWS, F. (2002). Pasting Process in Rice Flour Using Rapid Visco Analyser Curves and First Derivates. *Cereal Chemistry* 79 (4): 559-562 pp.
- NEWPORT SCIENTIFIC. Application Manual for the Rapid Visco Analyser. Issued November 1998. Newport Scientific Pty. Ltd. Warriewood NSW 2102, Australia.
- PERDO, A.; SIEBENMORGEN, T.; MAUROMOUSTAKOS, A.; GRIFFIN, V.; JOHNSON, F. (2001). *Degree of Milling Effects on Rice Pasting Properties*. *Cereal Chemistry* 78 (2): 205 – 209pp.
- REBELO DA SILVA, L. Q. A. (2000). Manual de Fertilização das Culturas. INIA, Lisboa.
- ROY, P.; IJIRI, T.; OKADOME, H.; NEI, D.; ORIKASA, T.; NAKAMURA, N.; SHIINA, T. (2008). Effect of Processing Conditions on Overall Energy Consumption and Quality of Rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Food Engineering* 89: 343 – 348 pp.
- SAAVEDRA, M. (2010). *Universidade de Lisboa Instituto de Ciências Sociais “Uma Questão Nacional” Enredos da malária em Portugal, séculos XIX e XX*. Universidade de Lisboa, Instituto de Ciências Sociais.
- SCHALBROECK, J. J. (2001). Rice. *Oryza sativa* L., p. 57 – 77 in: *Corp Production in Tropical Africa*. Ed: Roman H. Raemaekers. Directorate General for International Co-operation Ministry of Foreign Affaires, External Trade and International Co-operation. Brussels, Belgium.
- SHARP, R. N. (1991). Rice: Production, Processing and Utilization. University of Arkansas, Fayetteville, Arkansas, p. 301 – 324 in: *Handbook of Cereal Science and Technology*. Ed: Klaus J. Lorenz and Karl Kulp.
- SILVA, M. V. (1969). Arroz. Fundação Calouste Gulbenkian.
- SILVA, M. V. (1971). Arroz. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

- SILVA, M. V. (1975). A Cultura do Arroz. Coleção Técnica Agrária. Clássica Editora, Lisboa.
- SIR. (2013). REGADIO E APROVEITAMENTOS HIDROAGRÍCOLAS. *DGADR*.
- SOUSA, I. (2001). A Reologia dos Produtos Alimentares, in: Reologia e suas Aplicações Industriais, p. 131 – 158. Instituto PIAGET.
- SUN, M.-M., ABDULA, S. E., LEE, H.-J., CHO, Y.-C., HAN, L.-Z., KOH, H.-J., & CHO, Y.-G. (2011). Molecular aspect of good eating quality formation in Japonica rice. *PloS one*, 6(4), e18385. doi:10.1371/journal.pone.0018385
- SUZUKI. (2012). Analisador estatístico de arroz.
- THOMAS, D. J.; ATWELL, W. A. (1999). Starches. Eagan Press Handbook Series. St. Paul, Minnesota, USA.
- WALTER, M., MARCHEZAN, E., & AVILA, L. A. D. (2008). Arroz : composição e características nutricionais, 1184–1192.
- WEBB, B. D.; STERMER, R. A.(1972). Criteria of Rice Quality, p. 102 – 120 in: Rice Chemistry and Technology. Ed: D. F. Houston. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesota, USA.
- WEBB, B. D. (1985). Criteria of Rice Quality in the United States, 403-442pp, in: Rice Chemistry and Technology B. O. Juliano. Ed. American Assotiation of Cereal Chemistry, St. Paul, Minnesota, USA.
- WU, A. C., MORELL, M. K., & GILBERT, R. G. (2013). A parameterized model of amylopectin synthesis provides key insights into the synthesis of granular starch. *PloS one*, 8(6).
- YANG, Y.; WAY, M. O.; WILSON, T. (2011). Morphology and Development of the Rice Plant. *Texas A&M AgriLIFE Research Center*.

Z.Y. JU, N.S. HETTIARACHCHY, N. R. (2001). Extraction , Denaturation and Hydrophobic Properties of Rice Flour Proteins. *Food Chemistry and Toxicology*, 66(2), 229–232.

VIII. ANEXOS



Figura 36 – Diversos aspetos da instalação da cultura: a) gradagem; b) nivelamento; c) sementeira de arroz; d) colheita do arroz.

Fonte: do autor

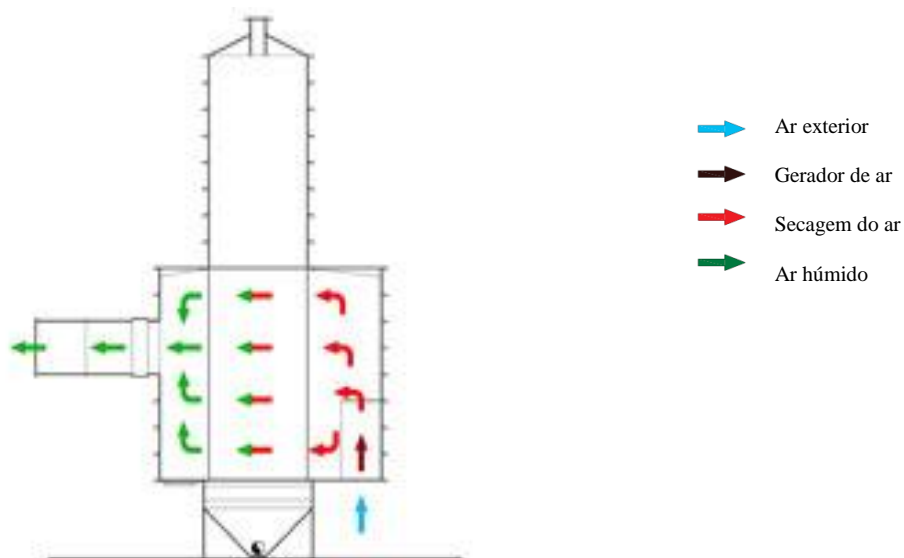


Figura 37 – a) Analisador DICKEY-john GAC 2100 AGRI. b) Circulação do ar no secador.

Fonte: a) <http://www.dickey-john.com/support/gac-2100-agri/>. b) <http://www.officineminute.it/>

Quadro 18 – Correlação entre parâmetros físicos do grão de arroz paddy e do grão de arroz branqueado.

		Correlations											
		PMG	CP	CB	LP	LB	Bt	Bv	AG	C	Rd	Rb	Ri
PMG	Pearson	1	,210	,111	,380**	,563**	,522**	,028	,506**	,415**	-,425**	-,378**	-,309*
	Correlation												
	Sig. (2-tailed)		,085	,368	,001	,000	,000	,820	,000	,000	,000	,001	,010
CP	N	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
	Pearson	,210	1	,628**	,043	-,040	-,116	,265*	-,136	-,118	,004	,085	,042
	Correlation												
CB	Sig. (2-tailed)	,085		,000	,727	,747	,344	,029	,270	,337	,972	,492	,736
	N	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
	Pearson	,111	,628**	1	,111	-,275*	-,347**	,188	-,333**	-,322**	-,098	,355**	,031
LP	Correlation												
	Sig. (2-tailed)	,368	,000		,368	,023	,004	,124	,005	,007	,425	,003	,803
	N	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
LB	Pearson	,380**	,043	,111	1	,400**	,207	-,036	,197	,201	-,164	-,187	-,181
	Correlation												
	Sig. (2-tailed)	,001	,727	,368		,001	,090	,768	,108	,099	,182	,127	,141
Bt	N	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
	Pearson	,563**	-,040	-,275*	,400**	1	,628**	,169	,584**	,653**	-,027	-,461**	-,316**
	Correlation												
Bv	Sig. (2-tailed)	,000	,747	,023	,001		,000	,167	,000	,000	,825	,000	,009
	N	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
	Pearson	,522**	-,116	-,347**	,207	,628**	1	-,342**	,990**	,819**	-,050	-,507**	-,456**
AG	Correlation												
	Sig. (2-tailed)	,000	,344	,004	,090	,000		,004	,000	,000	,683	,000	,000
	N	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
C	Pearson	,028	,265*	,188	-,036	,169	-,342**	1	-,423**	-,048	-,082	,056	,140
	Correlation												
	Sig. (2-tailed)	,820	,029	,124	,768	,167	,004		,000	,698	,506	,648	,254
Rd	N	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
	Pearson	,506**	-,136	-,333**	,197	,584**	,990**	-,423**	1	,765**	-,047	-,491**	-,456**
	Correlation												
Rb	Sig. (2-tailed)	,000	,270	,005	,108	,000	,000	,000		,000	,706	,000	,000
	N	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
	Pearson	,415**	-,118	-,322**	,201	,653**	,819**	-,048	,765**	1	,050	-,459**	-,243*
Ri	Correlation												
	Sig. (2-tailed)	,000	,337	,007	,099	,000	,000	,698	,000		,687	,000	,045
	N	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
Rb	Pearson	-,425**	,004	-,098	-,164	-,027	-,050	-,082	-,047	,050	1	,220	,023
	Correlation												
	Sig. (2-tailed)	,000	,972	,425	,182	,825	,683	,506	,706	,687		,072	,852
Ri	N	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
	Pearson	-,378**	,085	,355**	-,187	-,461**	-,507**	,056	-,491**	-,459**	,220	1	,294*
	Correlation												
Ri	Sig. (2-tailed)	,001	,492	,003	,127	,000	,000	,648	,000	,000	,072		,015
	N	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
	Pearson	-,309*	,042	,031	-,181	-,316**	-,456**	,140	-,456**	-,243*	,023	,294*	1
Ri	Correlation												
	Sig. (2-tailed)	,010	,736	,803	,141	,009	,000	,254	,000	,045	,852	,015	
	N	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE UMA COLEÇÃO DE GERMOPLASMA DE ARROZ

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

PMG – Peso de Mil Grãos; CP – Comprimento Paddy; CB – Comprimento Branqueado; LP – Largura Paddy; LB – Largura Branqueado; C/L P – Razão Comp/Larg Paddy; C/L B – Razão Comp/Larg Branqueado; BT – Bracura Total; BV – Brancura Vitrea; AG – Área Gessada; C – Cor; Rd – Rendimento ao descasque; Rb – Rendimento branqueado; Ri – Rendimento de inteiros.

Quadro 19 - Médias dos parâmetros de qualidade física e química das amostras do Ensaio de Avaliação Agronômica 2012.

Genótipo	PMG	CP	CB	LP	LB	C/L P	C/L B	BT	BV	AG	C	R _d	R _b	R _i	A	PV	VM	ENF	VF	RET	CPQ
OP 1204	37,7	9,7	6,2	3,1	2,4	3,1	2,6	146,8	128,0	35,4	46,7	81	69	60	11,1	3437	1474	1963	2840	-597	1366
OP 1205	36,1	9,1	6,3	3,1	2,3	3,0	2,8	140,6	127,2	25,0	41,6	79	70	60	18,5	2839	1480	1359	3183	344	1703
OP 1206	35,6	9,0	6,2	3,0	2,3	3,0	2,7	143,1	127,7	29,1	43,7	79	70	60	17,6	2847	1540	1307	3144	298	1604
OP 1207	35,4	9,6	6,3	3,2	2,4	3,0	2,7	146,1	125,8	35,7	42,6	80	66	51	17,6	2923	1560	1363	3166	243	1606
OP 1208	34,2	8,5	5,8	2,9	2,3	2,9	2,5	141,6	127,4	25,8	45,6	81	71	62	20,6	3261	1579	1682	2993	-268	1414
OP 1219	33,6	8,1	5,6	2,7	2,4	3,0	2,3	159,0	122,2	55,8	51,4	82	65	55	20,7	3345	1629	1717	3074	-271	1446
OP 1220	33,3	8,3	5,6	3,1	2,4	2,7	2,4	156,1	121,9	52,4	50,3	81	69	59	13,1	3445	1711	1734	3278	-167	1567
OP 1221	32,8	8,8	5,8	2,9	2,3	3,0	2,6	152,7	123,0	47,7	47,4	81	67	60	22,1	3213	1671	1542	3263	50	1592
OP 1209	32,6	8,3	5,5	2,7	2,2	3,1	2,5	147,9	124,8	39,7	43,8	82	65	50	25,6	3053	1770	1283	4044	991	2274
OP 1210	32,2	8,8	5,7	2,8	2,3	3,1	2,5	149,1	124,6	41,8	46,3	84	70	58	15,1	3750	1557	2193	2782	-968	1225
OP 1211	31,8	9,5	6,2	2,7	2,1	3,5	2,9	146,3	124,6	36,4	45,7	83	69	53	13,8	3732	1600	2133	2986	-747	1386
OP 1201	30,9	8,4	6,1	3,1	2,4	2,7	2,5	151,8	124,7	46,3	50,2	83	67	55	22,6	2830	1564	1266	3401	571	1837
OP 1202	30,4	9,5	6,3	3,0	2,5	3,2	2,6	147,8	129,7	37,3	48,5	82	70	53	22,0	3778	1690	2088	3123	-656	1433
OP 1203	30,4	8,8	6,1	3,0	2,4	2,9	2,6	146,9	129,0	36,1	48,3	82	70	58	21,0	3686	1710	1977	3096	-590	1387
OP 1222	30,9	8,4	5,6	3,1	2,5	2,7	2,3	154,9	121,8	48,5	51,5	83	66	47	17,9	3734	1726	2008	3237	-497	1511
OP 1212	28,8	8,6	6,0	3,0	2,3	2,9	2,6	147,4	126,3	36,7	49,2	83	71	60	16,6	3734	1879	1856	3301	-434	1422
OP 1001	29,1	8,9	6,0	2,6	2,0	3,4	3,1	142,2	127,7	28,0	43,5	83	75	61	20,8	1936	1139	797	3453	1517	2314
OP 1118	28,8	8,7	5,9	2,8	2,2	3,1	2,6	139,3	128,7	20,2	42,4	82	73	62	13,7	3949	1853	2096	3355	-594	1502
OP 1116	28,6	8,2	5,6	3,0	2,6	2,7	2,2	148,7	127,4	38,5	48,2	83	68	48	15,3	3795	1870	1925	3340	-455	1470
OP 1117	28,5	8,5	5,7	3,0	2,4	2,8	2,4	147,6	123,1	41,2	41,6	84	74	60	14,7	3170	1448	1722	2939	-231	1491
OP 1002	28,4	10,8	7,1	2,9	2,2	3,8	3,2	139,8	128,7	21,1	42,0	83	74	58	14,9	3773	1543	2231	3018	-755	1476
OP 1109	27,9	8,6	5,8	2,8	2,3	3,1	2,5	143,8	128,2	30,2	45,4	83	70	63	15,4	3585	1598	1988	3053	-532	1456
OP 1003	27,9	9,3	6,0	2,9	2,2	3,2	2,7	144,8	127,8	31,5	45,2	84	74	63	14,4	3745	1637	2109	3281	-465	1644
OP 1226	27,7	9,1	6,0	2,8	2,3	3,3	2,7	141,9	126,0	29,6	39,2	82	76	64	14,2	3250	1479	1771	3029	-221	1550
OP 1114	27,7	8,4	5,7	2,8	2,1	3,0	2,6	148,4	125,5	41,1	43,3	81	71	63	19,2	3190	1704	1486	3393	203	1689
Ariete	27,7	8,6	5,9	2,8	2,3	3,1	2,6	141,0	127,7	25,7	42,2	81	72	59	15,3	3667	1834	1833	3360	-307	1526
Eurosis	27,6	8,7	5,8	3,0	2,2	3,0	2,7	137,0	126,7	18,2	42,2	82	73	66	14,1	3884	1867	2018	3489	-395	1623
Albatros	27,2	9,1	6,2	2,9	2,1	3,1	3,0	137,0	124,5	20,7	41,9	83	75	69	11,6	3438	1945	1493	3287	-151	1343
Dardo	25,9	8,1	5,6	2,8	2,3	2,9	2,4	138,3	127,6	20,6	44,3	83	75	68	11,4	4158	1877	2281	3351	-808	1474
Scirocco	25,3	9,1	6,2	3,0	2,4	3,1	2,5	143,5	128,1	29,4	46,6	84	73	65	13,4	3516	1845	1671	3250	-266	1405
Ronaldo	25,0	8,9	5,7	2,8	2,4	3,2	2,4	147,7	127,3	37,3	48,3	83	72	64	17,7	3951	1820	2131	3182	-769	1362
Sprint	24,6	9,1	6,3	3,0	2,0	3,1	3,2	136,6	126,4	18,3	41,4	83	76	68	26,6	2579	1417	1162	3958	1380	2541
Ellebi	24,4	9,0	6,5	2,8	1,9	3,2	3,3	130,6	122,9	12,3	36,6	82	76	69	19,1	3281	1676	1605	3792	512	2117
Gladio	22,8	8,9	6,2	2,6	2,0	3,5	3,1	135,0	125,3	16,4	42,2	83	82	68	28,5	2678	1460	1218	3947	1269	2487

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE UMA COLEÇÃO DE GERMOPLASMA DE ARROZ

OP 1229	35,3	9,7	6,5	3,1	2,3	3,1	2,8	142,1	128,0	26,6	42,8	80	74	55	21,1	3632	1592	2040	2919	-713	1327
OP 1230	35,1	9,1	5,9	3,1	2,5	3,0	2,4	148,5	126,8	38,8	46,4	82	70	56	14,9	3605	1668	1937	2962	-643	1294
OP 1119	33,3	9,0	6,6	3,0	2,3	3,0	2,8	149,0	122,5	42,8	42,2	83	76	51	17,8	3220	1591	1630	3029	-191	1439
OP 1120	33,4	9,6	6,8	3,0	2,2	3,2	3,1	142,4	126,3	29,3	43,0	84	78	52	18,5	3393	1559	1835	2846	-547	1288
OP 1004	30,2	8,5	6,0	2,9	2,4	2,9	2,5	143,4	127,1	30,0	46,7	82	71	43	25,5	2981	1756	1225	3775	794	2019
OP 1223	27,3	8,1	5,7	2,7	2,2	3,0	2,6	139,1	127,2	22,5	41,4	84	75	56	20,9	2894	1829	1065	4103	1209	2274
OP 1113	26,9	8,3	5,7	3,1	2,1	2,7	2,8	146,0	123,8	35,9	42,9	82	79	50	15,1	3378	1599	1779	3150	-228	1551
OP 1218	27,2	8,8	5,5	2,9	2,3	3,0	2,4	151,4	124,5	41,8	47,6	83	69	40	19,7	3646	1626	2020	3149	-497	1523
OP 1101	27,7	8,3	5,9	2,7	2,2	3,1	2,7	147,7	124,5	38,9	43,6	82	71	34	14,4	3453	1576	1878	3165	-289	1589
OP 1102	34,9	8,8	6,2	2,8	2,4	3,1	2,6	146,1	127,4	35,0	44,0	81	71	45	18,2	3499	1640	1859	3037	-463	1397
OP 1103	25,3	9,5	5,9	2,7	2,1	3,5	2,8	141,2	126,1	27,0	39,7	82	80	56	18,9	3401	1690	1711	3379	-22	1689
OP 1104	27,1	8,4	5,9	3,1	2,3	2,7	2,6	137,6	126,5	20,2	39,2	83	82	49	23,2	3533	1630	1903	3318	-215	1688
OP 1112	35,7	9,5	6,1	3,0	2,4	3,2	2,5	148,2	126,5	38,7	45,2	82	77	47	19,1	3602	1624	1978	3076	-526	1452
OP 1216	34,5	8,8	6,0	3,0	2,4	2,9	2,5	148,4	126,5	39,6	45,3	81	71	36	13,8	3606	1620	1986	3042	-564	1423
OP 1217	25,2	8,4	5,6	3,1	2,2	2,7	2,5	140,3	125,9	26,4	39,0	82	62	60	14,8	3543	1708	1835	3533	-10	1825
OP 1224	34,6	8,6	6,1	3,0	2,4	2,9	2,6	148,2	127,0	39,2	46,4	80	61	38	21,7	3586	1633	1953	3068	-518	1435
OP 1225	24,7	8,9	5,6	2,6	2,2	3,4	2,5	139,5	125,8	25,2	39,7	82	68	59	15,6	3614	1738	1877	3524	-90	1787
OP 1213	26,6	8,7	5,9	2,8	2,2	3,1	2,7	140,1	125,8	25,6	42,3	83	71	52	27,1	2277	1404	874	3476	1199	2073
OP 1214	27,5	8,2	6,0	3,0	2,2	2,7	2,7	141,8	126,9	27,5	43,5	83	69	51	21,6	2619	1605	1014	3629	1011	2024
OP 1215	28,3	8,5	6,0	3,0	2,2	2,8	2,7	138,2	127,1	21,0	41,4	84	67	60	33,4	2415	1460	955	3543	1128	2083
OP 1227	32,7	10,8	5,8	2,9	2,4	3,8	2,4	148,1	126,3	38,2	46,1	84	62	50	17,6	3099	1775	1324	3515	416	1740
OP 1228	30,7	8,6	5,9	2,8	2,3	3,1	2,5	142,4	127,4	28,0	42,2	82	64	56	15,2	3245	1740	1505	3336	92	1597
OP 1006	31,0	9,3	5,9	2,9	2,3	3,2	2,5	142,4	127,6	27,5	42,0	83	76	61	21,6	3429	1779	1651	3336	-93	1558
OP 1106	29,0	9,1	6,5	2,8	2,1	3,3	3,1	139,7	125,6	25,6	38,5	82	72	44	23,8	3021	1829	1192	4129	1109	2301
OP 1105	31,3	8,4	6,1	2,8	2,3	3,0	2,7	148,6	124,3	41,8	43,3	83	75	58	23,2	3193	1686	1507	3429	236	1743
Ariete	29,9	8,6	5,9	2,9	2,3	3,0	2,6	139,3	127,2	22,9	42,0	83	75	59	19,1	3572	1770	1802	3282	-290	1512
Eurosis	28,3	8,7	5,8	3,0	2,2	3,0	2,7	134,4	125,9	15,2	38,9	82	71	61	11,2	3929	1904	2025	3406	-523	1503
Albatros	26,6	9,1	6,3	2,9	2,1	3,1	3,0	134,8	124,5	18,3	39,2	83	77	61	13,8	3489	1770	1719	3253	-236	1484
Dardo	28,1	8,1	5,7	2,8	2,3	2,9	2,4	137,7	127,3	20,2	42,6	82	76	67	10,3	3931	1782	2150	3239	-693	1457
Scirocco	37,4	9,1	6,2	3,0	2,5	3,1	2,5	143,4	127,2	31,0	45,2	83	74	58	13,1	3404	1935	1470	3310	-94	1376
Ronaldo	32,7	8,9	5,7	2,8	2,5	3,2	2,3	146,0	127,0	35,6	47,0	82	69	63	18,2	3989	1776	2214	3095	-894	1320
Sprint	25,5	9,1	6,3	3,0	2,0	3,1	3,2	139,2	126,7	24,0	42,2	82	77	60	26,2	2532	1446	1087	3730	1198	2284
Ellebi	26,1	9,0	6,5	2,8	1,9	3,2	3,3	134,3	125,1	16,4	37,3	81	76	62	20,9	3200	1640	1560	3630	431	1990
Gladio	25,6	8,9	6,3	2,6	2,0	3,5	3,2	139,2	127,3	22,9	42,6	82	77	60	23,9	2421	1377	1044	3712	1291	2335

PMG – Peso de Mil Grãos; CP – Comprimento Paddy; CB – Comprimento Branqueado; LP – Largura Paddy; LB – Largura Branqueado; C/L P – Razão Comp/Larg Paddy; C/L B – Razão Comp/Larg Branqueado; BT – Bracura Total; BV – Bracura Vitrea; AG – Área Gessada; C – Cor; A – Amilose; PV – Pico Viscosidade; VM – Viscosidade Máxima; ENF – Enfraquecimento; VF – Viscosidade Final; RET – Retrogradação; CPQ – Consistência da Pasta Quente.