



Isabel Cristina Morais Garcia

Influência de diferentes variedades de arroz carolino no seu comportamento em cozedura

Orientador: Marta Henriques

Coorientador: Fátima Machado

Coimbra, 2017



Isabel Cristina Morais Garcia

Influência de diferentes variedades de arroz carolino no seu comportamento em cozedura

Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em Engenharia Alimentar.

Orientador: Marta Henriques

Coorientador: Fátima Machado

Coimbra, 2017

Agradecimentos

Gostaria de agradecer e dedicar algumas palavras a todas as pessoas que durante este meu percurso me acompanharam e me ajudaram, direta ou indiretamente, por forma a conseguir chegar até aqui.

Agradeço aos meus pais por me terem sempre apoiado e terem contribuído para a pessoa que hoje sou, através dos ensinamentos que me deram ao longo da vida.

Agradeço ao meu marido e aos meus filhos, por todo o apoio que me deram e pela paciência que tiveram em me aturar.

Agradeço à empresa Ernesto Morgado, por me ter dado a possibilidade de estagiar e por toda a abertura e integração que me deram na empresa.

Agradeço à minha orientadora externa, Dr^a Fátima Machado por toda a orientação que me deu, pela disponibilidade, paciência e pelos conhecimentos partilhados.

Agradeço ao Eng^o João Simões, pela disponibilidade e transmissão de alguns conhecimentos.

Agradeço à Eng^a Marisa e Eng^a Stefani por todas as horas que passamos juntas, pela simpatia, amizade e pela grande ajuda que me deram na execução da parte prática.

Agradeço às técnicas do Laboratório, D. Ermelinda e D. Paula, pela ajuda e orientação que me deram, assim como aos restantes funcionários que se disponibilizaram para as provas de análise sensorial.

Agradeço à minha orientadora interna, Professora Marta Henriques por estar sempre disponível para esclarecimento de dúvidas e pelas orientações e ensinamentos que me deu.

Agradeço à minha colega de curso e amiga Helena Carrelhas por mais uma vez me acompanhar nesta etapa, e por estar sempre disponível para trocarmos ideias e dúvidas.

Agradeço ao meu diretor Dr. Joaquim Carraco e à minha colega de trabalho Florbela Leite por todo o apoio que me deram.

Por último, agradeço a todos os meus amigos, que compreenderam a minha ausência durante este tempo.

Resumo

O arroz comercial longo A do tipo carolino tem larga tradição de cultivo em Portugal. Entre as diferentes variedades de arroz tipo carolino cultivadas pelos orizicultores portugueses destaca-se a variedade Ariete.

Este trabalho comporta um estudo com oito variedades de arroz carolino, entre as quais se destaca a variedade Ariete Mondego como referência. Pretende-se verificar se entre as variedades estudadas (Euro, Opal, Luna e Ceres provenientes do Mondego e Ariete, Teti e Presto provenientes do Sado) alguma apresenta características semelhantes a esta. Acresce ainda que a variedade Ceres é a primeira variedade portuguesa de arroz carolino inscrita este ano, no catálogo nacional de variedades.

Este estudo permitiu verificar a existência de uma correlação negativa entre a humidade do arroz e o seu rendimento industrial (RI).

As variedades que se revelaram mais semelhantes ao arroz Ariete Mondego (M01), ao nível dos teores de amilose e dos resultados da análise sensorial, foram as variedades Opal (M03), Ceres (M05) e Presto (S03).

De realçar que entre as variedades Ariete do Mondego e Ariete do Sado os resultados foram distintos. No caso do teor de amilose a variedade do Mondego apresentou valores mais elevados, e relativamente à absorção de água (WAI) verificaram-se diferenças significativas entre estas duas amostras.

Apesar das variedades em estudo pertencerem todas ao mesmo tipo comercial de arroz, carolino longo A, em que as indicações de cozedura são iguais, no que diz respeito à proporção água:arroz, verificou-se que nem todas as amostras se comportaram da mesma forma. Estas variações são influenciadas pelas características físico-químicas, condições climatéricas e zona geográfica de cultivo.

Palavras chave: Arroz (*Oryza sativa*); Ariete; amilose; textura; análise sensorial; absorção de água.

Abstract

The commercial rice (long A - carolino type) has great cultivation tradition in Portugal. Nowadays it stills the most produced rice type.

This work includes a study with 8 carolino rice varieties (Euro, Opal, Luna and Ceres from Mondego and Ariete, Teti and Presto from Sado) and the main purpose was to verify if the tested varieties present similar characteristics to the Ariete Mondego variety stands as reference. As mentioned, the study also includes the Ceres variety, which is the first Portuguese carolino rice variety to be registered in the national varieties catalogue.

The results allowed to verify a negative correlation between the humidity of the rice and the process yield.

The varieties that showed similar characteristics to Ariete Mondego (M01) were the Opal (M03), Ceres (M05) and Presto (S03) varieties, with respect to the amylose content and sensorial analysis.

It should be noted that differences were found between Ariete from Mondego and Ariete from Sado. They presented different levels of amylose and water absorption. It was found that the amylose content of the variety from Mondego was higher, that is also supported by previous studies.

Although, all the studied rice varieties belong to the same commercial type (long A - carolino type) in which the cooking indications (ratio of water:rice) were the same, it was verified that they behave differently. These variations are influenced by the physicochemical characteristics of each variety, the environmental conditions and geographical areas of cultivation, among others.

Keywords: Rice (*Oryza sativa*); Ariete; amylose; texture; sensorial analysis; water absorption.

Índice Geral

Agradecimentos.....	I
Resumo	II
Abstract.....	III
Índice Geral.....	IV
Índice de Figuras	VI
Índice de Tabelas	VIII
Lista de Abreviaturas	IX
I. Introdução.....	1
I.1. Enquadramento geral do trabalho e objetivos.....	1
I.2. Apresentação da entidade onde decorreu o estágio	2
II. Estado da arte	5
II.1. O arroz.....	5
II.1.1 A cultura.....	6
II.1.2 Designações comerciais do arroz.....	10
II.1.3 Produção e consumo de arroz	12
II.1.4 Amido.....	15
II.1.5 Composição química e nutricional.....	17
II.1.6 Variedades de arroz em Portugal	19
II.1.7 Certificação da qualidade do “Arroz Carolino do Baixo Mondego”	20
II.2. Rendimento industrial	22
II.3. Qualidade do arroz	23
II.4 Cozedura do arroz.....	24
III. Material e Métodos	26
III.1. Humidade.....	28

III.2. Rendimento industrial	28
III.3. Análise de absorção da água	29
III.3.1. Absorção de água do amido nativo	29
III.3.2. Absorção de água pelo arroz gelatinizado.....	30
III.3.3. Absorção de água do arroz totalmente cozido.....	31
III.4. Determinação do teor de Amilose.....	32
III.5. Processo de cozedura do arroz.....	33
III.6. Análise de textura	34
III.7. Análise Sensorial	37
III.8. Tratamento Estatístico.....	39
IV. Resultados e Discussão	41
IV.1. Caracterização industrial das variedades	41
IV.1.1 Correlação entre o teor de humidade e o rendimento industrial.....	44
IV.2. Absorção de água	45
IV.3. Teor de Amilose das variedades de arroz	47
IV.4. Análise do Perfil de Textura (TPA)	50
IV.5. Análise Sensorial.....	52
Conclusões	54
Referências Bibliográficas	56
Anexos.....	60
ANEXO 1 – Maiores produtores mundiais de arroz (2016/2017).....	61
ANEXO 2 – Jornal Oficial da União Europeia (2015/C 25/08).....	62
ANEXO 3 – Curva de calibração da amilose.....	63
ANEXO 4 – Ficha de Prova (Teste Triangular).....	64
ANEXO 5 – Tabela para análise dos resultados do Teste Triangular (ISO 2004)	65

Índice de Figuras

Figura 1 - Empresa Ernesto Morgado, S.A. (Ernesto Morgado, 2017)	2
Figura 2 - Gama Pato Real Natural. (Ernesto Morgado, 2017)	3
Figura 3 - Gama Pato Real Arroz Pronto. (Ernesto Morgado, 2017)	3
Figura 4 - Gama Pato Real Refeições Completas. (Ernesto Morgado, 2017)	4
Figura 5 - Morfologia da planta do arroz. (Wikiwand, 2017)	7
Figura 6 - Planta do arroz (foto do autor)	7
Figura 7 - Estrutura do grão de arroz. (Adaptado de Encyclopaedia Britannica, Inc, 2017)	8
Figura 8 - Canteiros para a sementeira de arroz (foto do autor)	9
Figura 9 - Arroz paddy (A), arroz integral (B) e arroz branqueado (C) (foto do autor)...	10
Figura 10 - Produção e superfície mundial de arroz <i>paddy</i> . (FAO, 2017).....	13
Figura 11 - Zonas de produção de arroz em Portugal.	14
Figura 12 - Estrutura do amido. Amilose (A) e amilopectina (B).	15
Figura 13 - Distribuição regional das áreas de produção de arroz Longo A – carolino e Longo B -Agulha, em 2017. (Adaptado de IFAP, 2017).....	19
Figura 14 – Distribuição (%) das variedades de arroz cultivadas em Portugal em 2017. (Adaptado de IFAP, 2017)	20
Figura 15 - Características dos grãos de arroz após separação dos grãos inteiros, trincas e defeitos. (Foto do autor).....	22
Figura 16 - Equipamento laboratorial para descasque e branqueamento de arroz. (1-Tarara; 2-Descascador; 3-Branqueador; 4-Trior).....	27
Figura 17 - Amostras branqueadas	27
Figura 18 - Medidor de humidade relativa (Marca Wile 55)	28
Figura 19 - Arroz recolhido após branqueamento	29

Figura 20 - Amostra de arroz sob agitação (20 h) à temperatura ambiente.....	30
Figura 21 - Fases do teste de absorção de água com gelatinização à temperatura de 100°C (20 min.) Legenda: A- processo de cozedura com excesso de água; B- Filtração; C- Pesagem do arroz escorrido.	31
Figura 22 - Moinho, Perten LM3100 (A); Amostra triturada (B).....	32
Figura 23 - Amostras para leitura da absorvância e o branco à direita.....	33
Figura 24 - Espectrofotómetro, T60 UV - PG Instruments.....	33
Figura 25 - Gráfico geral da análise do perfil de textura TPA.	34
Figura 26 - Amostra de arroz disposta no cilindro.....	36
Figura 27 - Texturómetro, Brookfield USA	37
Figura 28 - Amostras de arroz cozinhadas e codificadas.....	38
Figura 29 - Prova triangular	39
Figura 30 - Valores médios de humidade em diferentes variedades de arroz carolino. 42	
Figura 31 - Valores médios de trinca em diferentes variedades de arroz carolino.....	43
Figura 32 - Valores médios de gessados/verdes em diferentes variedades de arroz carolino	43
Figura 33 - Correlação entre a humidade do arroz e o rendimento industrial	45
Figura 34 - Valores médios de WAI em diferentes variedades de arroz carolino.	46
Figura 35- Valores médios de WCAI em diferentes variedades de arroz carolino.....	46
Figura 36 - Correlação entre WAI e WCAI.....	47
Figura 37 - Valores médios de amilose em diferentes variedades de arroz carolino. ...	48
Figura 38 - Correlação entre WAI e o conteúdo de amilose.	49
Figura 39 - Correlação entre WCAI e percentagem de amilose.	50
Figura 40 - Comportamento geral das amostras no ensaio de dupla compressão (TPA).	51
Figura 41 - Soluções padrão de arroz	63

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Composição em macronutrientes do arroz integral e carolino branqueado cru e carolino branqueado cozinhado. Valores por 100 g da parte edível.	17
Tabela 2 - Composição em micronutrientes do arroz integral e carolino branqueado cru e carolino branqueado cozinhado. Valores por 100 g da parte edível.....	18
Tabela 3 - Identificação e codificação das amostras de arroz	26
Tabela 4 - Definições e unidades do Sistema Internacional dos parâmetros da textura	35
Tabela 5 - Caracterização industrial das amostras	41
Tabela 6 - Valores da textura obtidos no texturómetro.....	51
Tabela 7 - Resultados da 1ª fase das provas com 15 provadores (N=15)	52
Tabela 8 - Resultados da 2ª fase das provas com 19 provadores (N=19)	53

Lista de Abreviaturas

GPP	Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral
IFAP	Instituto de Financiamento da Agricultura e Pescas, I.P
IGP	Indicação Geográfica Protegida
JOUE	Jornal Oficial da União Europeia
RI	Rendimento industrial
SGS	Société Générale de Surveillance
TPA	Texture Profile Analysis (Análise de Perfil de Textura)
WAI	Water Absorption Index (Índice de Absorção da Água)
WBI	Water Binding Index (Índice de Ligação da Água)
WCAI	Water Cooking Absorption Index (Índice de absorção da água em cozedura)

I. Introdução

A presente dissertação faz parte integrante do Estágio Profissionalizante do Mestrado em Engenharia Alimentar da Escola Superior Agrária de Coimbra – Instituto Politécnico de Coimbra, tendo sido desenvolvida na empresa Ernesto Morgado, S.A. entre Fevereiro e Julho de 2017.

I.1. Enquadramento geral do trabalho e objetivos

O arroz (*Oryza sativa L.*) é um cereal de grande importância na alimentação da população mundial. Portugal é o país da União Europeia com maior consumo *per capita* de arroz, cerca de 16 kg/ano, com tradições vincadas de produção e consumo de arroz carolino nas regiões do Baixo Mondego, Tejo e Sado, fazendo parte de diversos pratos gastronómicos com história.

Atualmente, devido à globalização e alterações de hábitos de consumo, o mercado oferece uma panóplia de diferentes tipos comerciais de arroz, estando ao alcance do consumidor arroz com características específicas para a confeção dos mais variados pratos, tais como sushi, risoto, arroz branco solto, entre outros. Na gastronomia tradicional portuguesa destacam-se alguns pratos como o arroz de marisco, de tomate, de lampreia, de sardinha, arroz doce, que só têm êxito se forem confeccionados com arroz longo - tipo carolino, por ser um arroz que absorve os sabores devido atribuído normalmente ao seu teor de amilose.

Ainda hoje, o arroz com maior tradição de cultivo em Portugal é o arroz comercial longo A do tipo carolino. Entre as diferentes variedades de arroz tipo carolino cultivadas pelos orizicultores portugueses, destaca-se a variedade Ariete cultivada à cerca de 30 anos. Esta apresenta boas características quer ao nível dos rendimentos de produção e na indústria, assim como ao nível da gastronomia, fazendo parte das variedades para a IGP do arroz carolino do Baixo Mondego.

Anualmente são efetuados ensaios de novas variedades e de melhoramento genético com vista à introdução e substituição de variedades que satisfaçam tanto os produtores e os industriais.

Este trabalho comporta um estudo com oito variedades de arroz carolino: Ariete, Euro, Opal, Luna e Ceres provenientes do Mondego e Ariete, Teti e Presto provenientes do Sado. Destaca-se a variedade Ariete Mondego como referência e pretende-se verificar se entre as outras variedades estudadas alguma apresenta características semelhantes a esta. Inclui também a variedade Ceres, primeira variedade portuguesa de arroz carolino inscrita no presente ano no catálogo nacional de variedades. As principais etapas deste estudo foram:

- Determinação do rendimento industrial e percentagem de subproduto (trincas) por variedade de arroz carolino;
- Avaliação das características físico-químicas (índices de absorção de água, teor de amilose e textura) dos diferentes tipos de arroz;
- Caracterização das propriedades sensoriais das variedades de arroz após cozedura.

I.2. Apresentação da entidade onde decorreu o estágio

Toda a componente prática da presente dissertação de Mestrado, nomeadamente as análises instrumentais e sensoriais foram realizadas no laboratório da empresa Ernesto Morgado, S.A. (Figura 1), localizada em Alqueidão, concelho da Figueira da Foz no distrito de Coimbra.



Figura 1 - Empresa Ernesto Morgado, S.A. (Ernesto Morgado, 2017)

A empresa Ernesto Morgado S.A. é a mais antiga indústria de arroz em Portugal, tendo sido fundada em 1920, pertencendo à mesma família há 3 gerações. A empresa ocupa o quarto lugar no mercado nacional de arroz, com uma quota de perto de 10%.

Desde 2006, a Ernesto Morgado S.A. opera uma das fábricas de arroz tecnologicamente mais avançadas do mundo. Possui uma capacidade de produção de arroz branqueado de 40.000 ton/ano. Para além de manter a tradição na moagem do arroz, também produz refeições prontas a comer, procurando equilibrar os valores de uma empresa familiar e profissional, com uma visão inovadora.

Usando arroz *paddy* (em casca) cultivado localmente e arroz integral importado, a Ernesto Morgado produz e vende arroz sob a marca Pato Real Natural (Figura 2), bem como sob outras marcas privadas.



Figura 2 - Gama Pato Real Natural. (Ernesto Morgado, 2017)

Como produtos inovadores, a empresa dispõe do arroz pronto (Figura 3) e das refeições completas e prontas-a-comer esterilizadas à base de arroz Carolino (Vale Mondego) e Basmati (Himalaias - Índia) (Figura 4).



Figura 3 - Gama Pato Real Arroz Pronto. (Ernesto Morgado, 2017)



Figura 4 - Gama Pato Real Refeições Completas. (Ernesto Morgado, 2017)

A empresa valoriza também diversos subprodutos do arroz, tais como as trincas de arroz (fragmento de grão cujo comprimento é igual ou inferior a três quartos do comprimento médio do grão inteiro) que são incorporadas em indústrias de alimentação infantil ou alimentação animal, e a casca, um produto de baixo valor que pode ser usado em camas para animais ou para a incorporação no fabrico de *pellets*.

A empresa tem implementado um Sistema de Gestão da Qualidade Integrado, certificado pela SGS, Qualidade (ISO 9001), Ambiente (ISO 14001) e Segurança Alimentar (ISO 22000).

II. Estado da arte

II.1. O arroz

O Arroz (*Oryza Sativa L.*) constitui a base da alimentação de mais de metade da população mundial, sendo uma das mais importantes culturas cerealíferas para os asiáticos onde chega a representar 90% da alimentação. No entanto, também no ocidente, o consumo de arroz tem vindo a aumentar significativamente (Orthoefer, 2005; Mendes, 2005). Mendes (2005) refere que o arroz é o cereal em que a Organização das Nações Unidas (ONU) deposita toda a esperança para matar a fome no mundo. Passo a citar "...constitui a última esperança para nutrir cerca de 850 milhões de homens, mulheres e crianças que sofrem de fome crónica e ainda assegura a subsistência de outros 2.000 mil milhões de pessoas nos países em desenvolvimento".

Apesar de ser cultivado em várias regiões do mundo afirma-se que a sua origem é a zona pré-himalaiana do sudoeste da Ásia. Só depois da expedição de Alexandre Magno à Índia é que o arroz foi conhecido na Europa, mas só mais tarde é que os árabes o trouxeram para a Península Ibérica (Silva, 1969).

Em Portugal, as primeiras referências à produção de arroz surgem no reinado do D. Dinis, época em que a lavoura se firma e desenvolve (Silva, 1969). Mais tarde no reinado de D. José, no século XVIII, a produção de arroz foi incentivada, mas a definitiva expansão da cultura ocorreu apenas em 1909, começando o cultivo de diferentes variedades. O arroz assumiu um papel importante na alimentação dos portugueses a partir de 1921 (Brites et al., 2006).

Atualmente todos os anos são desenvolvidas, novas variedades de arroz, sendo melhoradas em termos agronómicos e nutricionais, tendo em conta as preferências dos consumidores (Sun et al., 2011). A seleção de variedades, permite a obtenção espécies com as características tecnológicas, comerciais e alimentícias desejadas. De entre as características tecnológicas incluem-se o aumento do rendimento produtivo, melhorando a cariopse do arroz paddy, que tem tendência para partir durante o processo. As características comerciais (tipo comercial) englobam o agrupamento de variedades com uniformidade de tamanho, aspeto, forma e resistência à cozedura.

Quanto às características alimentícias, inclui-se a 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.

Os critérios de seleção com vista ao melhoramento têm em conta a 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, aliado à preferência dos consumidores.

II.1.1 A cultura

A espécie *Oriza sativa L.* é um cereal proveniente de uma planta herbácea da família das gramíneas (*Poaceae*) e da classe das monocotiledóneas. É uma planta anual, embora nalgumas regiões tropicais, com condições climáticas favoráveis, possa crescer como planta perene. Em Portugal, o arroz é cultivado em condições de alagamento quase permanente.

O sistema radicular da planta é constituído por raízes finas, longas e fibrosas que permitem a sua rápida fixação ao solo. Das raízes surgem numerosas hastes formadas por uma série de nós e entrenós. O caule é um colmo, com nós bem marcados, correspondentes a tabiques internos e externos revestidos pelas bainhas das folhas que os envolvem (Figura 5). Cada planta possui vários colmos cujo número depende do seu grau de afilhamento. A planta é caracterizada pelas folhas longas e finas, com múltiplas inflorescências na extremidade, a panícula (Figura 6). Cada panícula pode conter entre 70 a 300 sementes que dão origem aos grãos de arroz.

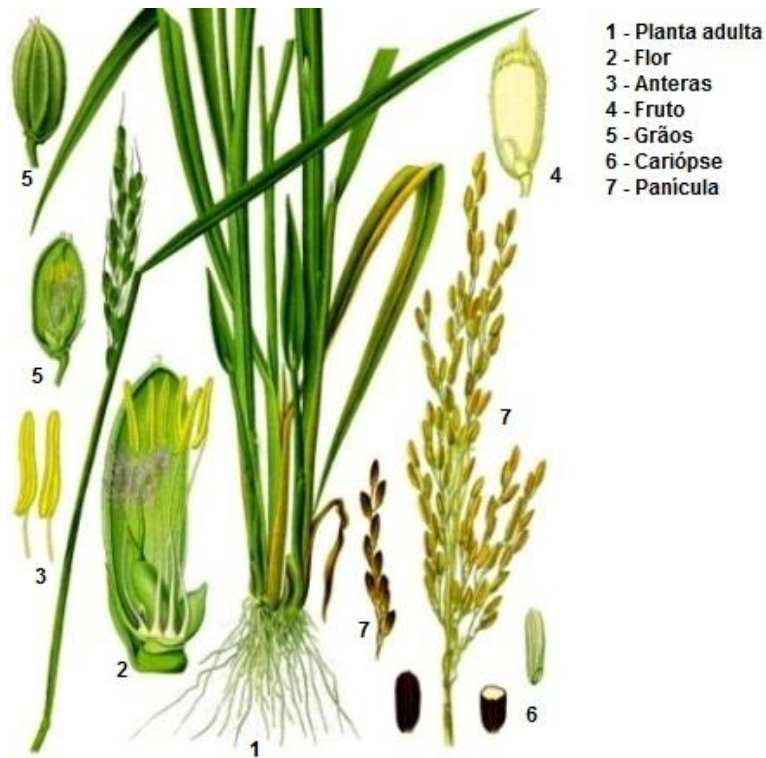


Figura 5 - Morfologia da planta do arroz. (Wikiwand, 2017)



Figura 6 - Planta do arroz (foto do autor)

O grão de arroz é um fruto denominado cariópse que possui quatro camadas principais: casca, película, endosperma e embrião. A casca corresponde a cerca de 20% do peso do grão. A camada de aleurona (película ou farelo) representa 5-8% da massa do arroz integral. O embrião ou gérmen localiza-se no lado ventral na base do grão, é rico em proteínas e lípidos, e representa 2-3% do grão integral. O endosperma forma a

maior parte do grão (89-94% do arroz integral) e é constituído por células ricas em amido com alguns corpos proteicos (Juliano, 1993) (Figura 7).

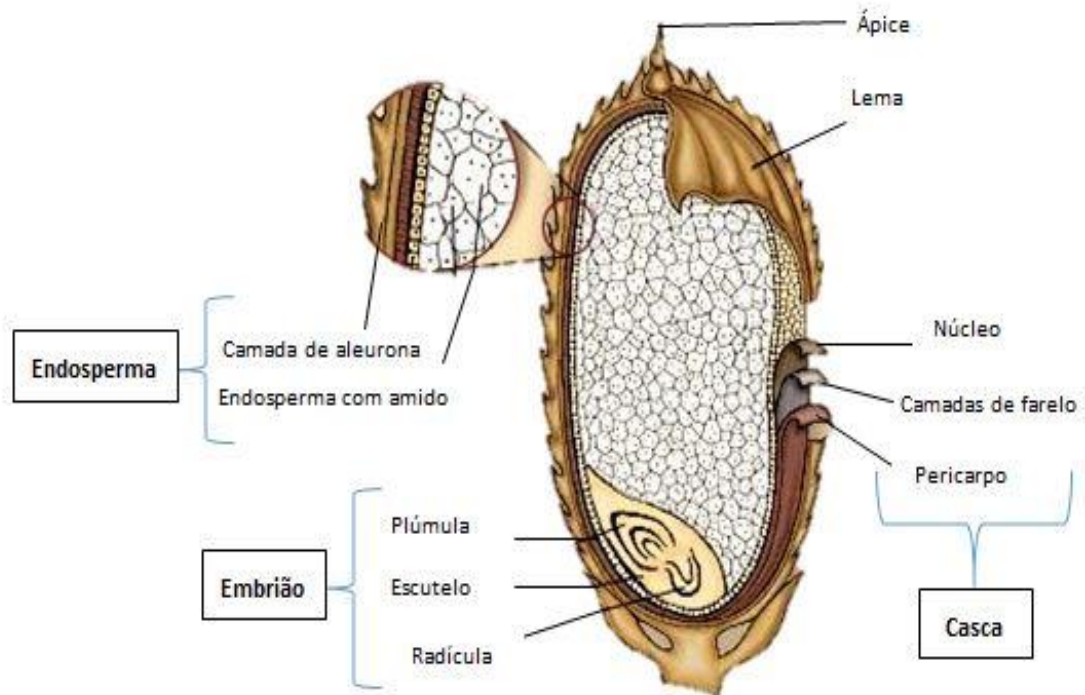


Figura 7 - Estrutura do grão de arroz. (Adaptado de Encyclopaedia Britannica, Inc, 2017)

O arroz é uma planta bem adaptada a zonas quentes e húmidas e ao ambiente aquático. O ciclo cultural do arroz pode ser dividido em três fases principais: plântula, vegetativa e produtiva. A duração das fases depende da época de sementeira, região de cultivo, das variedades e condições de fertilidade dos solos (Chang e Bardenas, 1965).

A cultura do arroz pode ser desenvolvida em sequeiro ou em regadio, sendo que 85% da produção mundial faz-se por alagamento. A produção de arroz em Portugal efetua-se em condições de regadio (Figura 8), tratando-se de uma cultura mecanizada, desde a preparação do terreno, sementeira, tratamentos fitofarmacêuticos até à colheita.



Figura 8 - Canteiros para a sementeira de arroz (foto do autor)

A colheita do arroz efetua-se quando o teor de humidade das panículas se situa entre os 18% e 22%. O arroz pode ser transportado para a indústria já seco (redução de humidade para próximo dos 13%) ou verde. O teor de humidade do arroz no momento da colheita e as condições climáticas durante o período que a antecede, com flutuações de humidade dos grãos ainda no campo, influenciam bastante o comportamento do grão durante o processo de transformação até obtenção de arroz descascado.

Na chegada à indústria é realizada uma pesagem do arroz e faz-se o respetivo registo de todos os seus parâmetros, sendo também realizadas análises à humidade, ao comprimento dos grãos, aos grãos danificados, despontados, verdes, vermelhos, amarelos, fendidos, deformados, trincas, impurezas, entre outros.

Após secagem para valores de humidade próximos de 13%, os grãos de arroz com casca (denominados *paddy*) seguem para o descasque, cujo objetivo é remover a casca e o farelo originando um grão branco e inteiro. Dependendo do grau de descasque do arroz *paddy* obtêm-se diferentes tipos de arroz: arroz integral e arroz branqueado (Figura 9). No arroz integral a casca é removida, mas o farelo e o gérmen mantêm-se intactos. O arroz branco é sujeito à remoção da casca e do farelo, através de um processo denominado branqueamento. O arroz passa pelos branqueadores, que possuem no seu interior pedras de esmeril que permitem separar a película e as camadas adjacentes, através da fricção que ocorre entre o grão e as pedras. Em seguida, passa pelos polidores que terminam de branquear e polir o grão (Chakraverty et al. 2003). Para ser comercializado o arroz tem que obedecer às características

referidas no anexo I do Decreto-Lei nº 62/2000 de 19 de Abril, em que o valor da humidade máxima admissível é de 14% +/- 0,3.



Figura 9 - Arroz *paddy* (A), arroz integral (B) e arroz branqueado (C) (foto do autor).

II.1.2 Designações comerciais do arroz

A comercialização do arroz obedece a um conjunto de características que estão regulamentadas no Decreto-Lei nº 62 de 2000 de 19 de Abril, que especifica os termos utilizados para caracterizar o arroz. Algumas das classificações mais importantes e que são necessárias neste trabalho, são a classificação quanto ao estado físico, quanto ao comprimento do grão, quanto ao tratamento ou até segundo a aptidão culinária.

Quanto ao estado físico, o arroz pode ser classificado em:

- **Arroz em casca (*paddy*)** – arroz envolvido pela casca após a debulha;
- **Arroz integral** – o arroz *paddy* em que apenas a casca foi removida;
- **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;
- **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 longos e de grãos médios, ou pelo menos uma parte no caso do arroz de grãos redondos, as em que podem substituir estrias brancas longitudinais em 10% dos grãos no máximo.

Quanto ao comprimento dos grãos, pode ser classificado em:

- **Arroz de grãos redondos** – cujos grãos tenham um comprimento inferior ou igual a 5,2 mm e cuja relação comprimento/largura seja inferior a 2;

- **Arroz de grãos médios** – cujos grãos tenham um comprimento superior a 5,2 mm e inferior ou igual a 6,0 mm e cuja relação comprimento/largura seja inferior a 3;
- **Arroz de grãos longos**
 - A – Arroz de grãos com um comprimento superior a 6,0 mm e cuja relação comprimento/largura seja superior a 2 e inferior a 3;
 - B – Arroz de grãos com um comprimento superior a 6,0 mm e relação comprimento/largura seja superior ou igual a 3.

Quanto ao tratamento a que o arroz foi sujeito podemos ter:

- **Arroz estufado ou vaporizado (*paraboiled*)** – arroz que em casca ou película e após imersão em água, vaporização e secagem é submetido a laboração industrial, para ser preparado para consumo, e cujo amido se encontra totalmente gelatinizado;
- **Arroz pré-cozido** – arroz que sofreu um tratamento físico permitindo a redução do tempo de cozedura de modo significativo;
- **Arroz glaciado** – arroz branqueado envolvido por uma película de glucose e talco, próprios para consumo humano;
- **Arroz matizado** – arroz branqueado envolvido por uma camada de óleo comestível, em conformidade com a Portaria 905/90, de 26 de Setembro.

No mercado, existem outras designações que agrupam o arroz segundo o tamanho do grão (longo, extralongo e agulha), segundo a aptidão culinária, ou o tipo de tratamento a que é submetido. Dessa forma podemos ter:

- **Agulha (variedade *Indica*)** – Arroz de grãos compridos e estreitos, cuja relação comprimento/largura seja igual ou superior a 3 – Longo B. Tem um teor de amilose intermédio a elevado, por isso, depois de cozido e arrefecido, a sua textura fica mais firme; coze com facilidade e o arroz continua solto e tem dificuldade em absorver a água de cozedura; bom para saladas e acompanhamentos.
- **Carolino (variedade *Japónica*)** – O grão cru é longo e mais arredondado (oblongo) do que o arroz agulha. A relação comprimento/largura é inferior a 3 – Longo A. Tem um teor de amilose inferior ao do arroz agulha e, por isso, depois

de cozido fica com uma textura menos firme; arroz característico da culinária tradicional portuguesa tem boa capacidade de absorver a água e liga-se bem aos condimentos adicionados.

- **Risotto/Carnaroli** – Risotto é o típico prato italiano que é confeccionado especialmente com as variedades italianas *arbóreo* e *carnaroli*, entre outras. Grão geralmente do tipo longo A, largo e com partes brancas, não cristalinas. São variedades japónicas com baixo teor de amilose, alta capacidade de absorção de água, ficando firme e cremoso após a cozedura.
- **Basmati** – É um arroz agulha muito fino, considerado de elevada qualidade que é produzido na Índia e Paquistão. Tem um aroma natural característico intenso e agradável, e os seus longos grãos, após cozedura, ficam secos e muito finos, com cor muito branca e devem-se expandir pelo menos para o dobro do seu comprimento inicial.
- **Gomoso, ceroso, glutinoso ou waxy** – Também conhecido por arroz doce pelo seu sabor delicioso, é típico da cozinha asiática. O seu nome vem de aglutinar e não de conter glúten. É caracterizado pelos seus grãos curtos e redondos, baços e brancos, contendo no máximo 1 a 2% de amilose. Tem um processo especial de cozedura, demolido algum tempo e cozinhado em vapor, fica viscoso e pegajoso depois de cozido.
- **Jasmine/Thai** – Tem origem na Tailândia e Vietname, é um arroz agulha com um aroma natural a jasmim, mas não é tão seco e expansivo quanto o basmati, pois tem uma textura mais gomosa. É muito usado na cozinha chinesa.
- **Arroz selvagem** – Não se trata na realidade de arroz, mas de sementes de uma erva aquática selvagem da América do Norte. Os “grãos” são longos, esguios e negros, ricos em vitaminas do complexo B (à exceção da vitamina B12). O arroz selvagem é muitas vezes utilizado em saladas e misturado com arroz basmati.

II.1.3 Produção e consumo de arroz

O arroz (*Oryza sativa* L.), depois do trigo, é o segundo cereal mais cultivado e consumido em todo o mundo. É considerado o mais importante tendo em conta a extensão de superfície cultivada e a quantidade de população que depende da sua colheita para a alimentação diária.

De acordo com a FAO, a produção de arroz tem vindo a aumentar ao longo dos últimos 10 anos (Figura 10), sendo produzidas anualmente mais de 700 milhões de toneladas de arroz. Para o ano 2017, prevê-se uma produção mundial de 758 milhões de toneladas (500.8 milhões de toneladas de arroz processado) (FAO, 2017). Na UE, por ano, produzem-se cerca de 3 milhões de toneladas de arroz paddy, numa área de 466.000 ha, com uma produtividade média de 6,4 ton/ha, um valor acima da média mundial (INIAV, 2017; Novarroz, 2017).



Figura 10 - Produção e superfície mundial de arroz *paddy*. (FAO, 2017)

Os países responsáveis pela produção de mais de 90 % de todo o arroz mundial, são a China com cerca de 210 milhões de toneladas e a Índia com cerca de 160 milhões de toneladas. Seguem-se a Indonésia com cerca de 70 milhões de toneladas, o Bangladesh com cerca de 45 milhões de toneladas e o Vietnã com cerca de 40 milhões de toneladas (FAO, 2017) (Anexo 1). A Índia apesar de ter menor produção do que a China, tem maior área cultivada (Índia – 44 milhões de ha; China – 30 milhões de ha), o que indica que a cultura do arroz na Índia é de baixa produtividade.

Dados recentes da FAO indicam que a Itália é o maior produtor de arroz da União Europeia com 1,4 milhões ton, seguido de Espanha com 861 mil ton, Grécia com 229 mil ton e Portugal em quarto lugar com aproximadamente 167 mil ton numa área

aproximada de 29 mil ha (FAOSTAT, 2014), o que representa cerca de metade do consumo interno.

É no continente asiático que se encontram os maiores consumos *per capita* de arroz, onde o Bangladesh detém o primeiro lugar com 173,3 kg por habitante/ano. O consumo médio *per capita* da Europa é de cerca de 5,3 kg/ano. Portugal lidera este consumo com 15,6 kg/ano (média entre 2009 e 2011) (INE, 2013), seguido da Itália com 9,4 kg/ano e da Irlanda com 7,9 kg/ano (EUROSTAT, 2013). A área de produção em Portugal (Figura 11) divide-se maioritariamente pelo Vale do Tejo e Sorraia (14.000 ha), Sado (9.000 ha) e Mondego (6.000 ha).



Figura 11 - Zonas de produção de arroz em Portugal.

Adaptado de <https://sites.google.com/a/agvv.edu.pt/geo-dinamica>

II.1.4 Amido

O amido no grão de arroz representa cerca de 80% do total dos constituintes. Encontra-se armazenado sob a forma de polímeros insolúveis que estabelecem ligações de hidrogénio intra e intermoleculares, originando uma estrutura coesa sob a forma de grânulos, que estão organizados em regiões cristalinas e amorfas. O amido é um polissacarídeo composto por dois polímeros de glucose: a amilose, com cadeia linear e ligações α 1-4 (Figura 12 A) e a amilopectina, com cadeias ramificadas, e ligações α 1-4 e α 1-6 (Figura 12 B) (Figueiredo e Guerreiro, 2017).

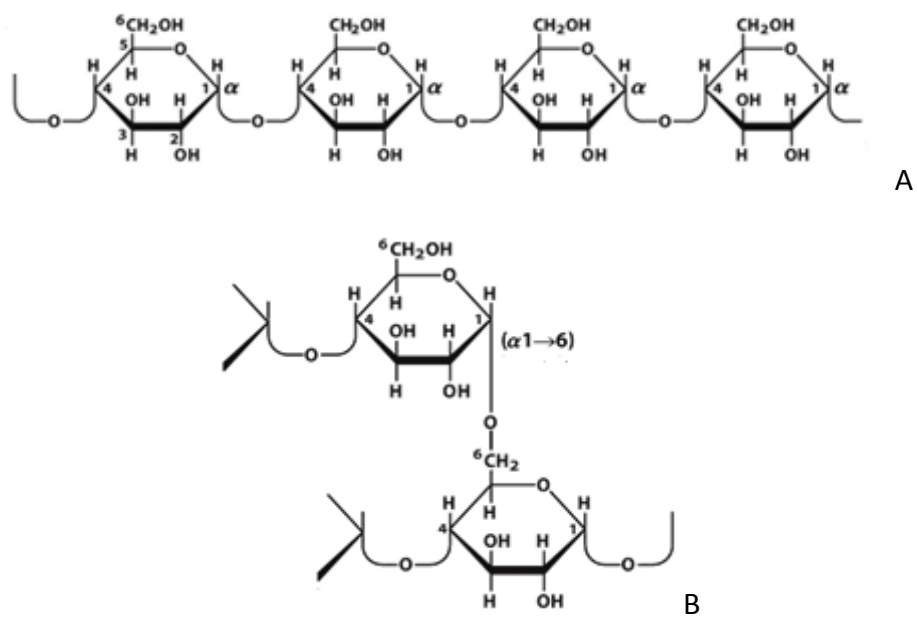


Figura 12 - Estrutura do amido. Amilose (A) e amilopectina (B).

O conteúdo de amilose é considerado um dos principais parâmetros para a qualidade tecnológica e de consumo do arroz. Com base no teor de amilose, podem-se classificar as variedades de arroz em glutinosas, cerosas ou *waxy* se apresentarem concentrações entre 1-2%, em muito baixo teor de amilose (2-12%), baixo (12-20%), intermédio (20-25%) e alto (25-33%) (Juliano, 1993). De forma geral, grãos com maior teor de amilose apresentam textura mais firme após a cozedura, sendo preferidos em diversos países, e por isso essa característica é avaliada durante o desenvolvimento de cultivares. Entretanto, outros fatores, como a estrutura das cadeias de amilopectina e o teor de proteína também influenciam essa característica (Ong e Blanshard, 1995).

A razão entre amilose/amilopectina é a principal responsável pelo comportamento culinário distinto dos vários tipos de arroz (Brites et al., 2004). A amilose contribui de certa forma 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 pode influenciar as propriedades do amido (Cappa et al., 2013).

A expansão de volume, absorção de água e a resistência à desintegração do grão durante a cozedura estão diretamente relacionadas com o seu teor de amido (Juliano, 1979). Durante o processo de cozedura, verifica-se o aumento do volume dos grãos como consequência da absorção de água (Figueiredo e Guerreiro, 2017); Para temperaturas entre 50 °C e 68 °C as ligações por pontes de hidrogénio entre as moléculas de amilose e amilopectina enfraquecem e a estrutura do amido fica mais suscetível para absorver água, ocorrendo a gelatinização do amido (Rao, 2007). Há um aumento de viscosidade a diferentes temperaturas dependendo da origem do amido e temperatura de gelatinização. Ao terminar o processo de cozedura, com a diminuição de temperatura ocorre uma compactação entre as cadeias de amilose e amilopectina, um realinhamento dos polímeros do amido, especialmente da amilose, aumentando a viscosidade, observando-se um aumento da rigidez dos grãos de arroz, ou seja, origina-se um género de recristalização que se denomina por retrogradação do amido (Figueiredo e Guerreiro, 2017).

Nas variedades comerciais *Indica* (agulha) o amido é constituído essencialmente pela cadeia linear, a amilose, o que faz com que tenha dificuldade de reter água. Como tem pouca amilopectina, não é muito suscetível à retrogradação, ou seja, fica normalmente muito solto. É um arroz fácil de cozer, mas que não absorve muito o sabor do cozinhado, pela sua difícil absorção de água.

As variedades *Japónicas* (carolino) são as mais apreciadas na gastronomia portuguesa, pela sua maior capacidade de absorver sabores e água devido à sua maior percentagem de amilopectina. Esta composição implica que este arroz deva ser cozinhado com mais água que o *Índica*, mas como é sensível ao excesso de água, por retrogradar facilmente, pode resultar num produto “empapado” após cozedura.

Mesmo em amostras da mesma variedade, dependendo do período de sementeira ou das condições edafoclimáticas, o teor de amilose pode oscilar até 6% (Tascón e Garcia, 1985).

O índice de absorção permite avaliar a absorção de líquidos, tais como a água, na cozedura de alimentos como cereais e leguminosas secas. Durante a cozedura, parte da água sofre evaporação e parte é absorvida pelos grãos. Assim, o peso e o volume finais representam a soma do grão com a água absorvida. A absorção da água correlaciona-se, analiticamente, com a composição do amido e a sua estrutura molecular, bem como com todos os restantes componentes do arroz que interfiram neste comportamento. Para utilização culinária e industrial, a absorção da água correlaciona-se com a absorção do sabor do preparado culinário (Turhan et al. 2002; Araújo et al. 2007).

II.1.5 Composição química e nutricional

Relativamente à composição nutricional em macronutrientes o arroz é um alimento rico em hidratos de carbono, com um teor médio em proteínas e baixo em gorduras, sendo o valor calórico fornecido essencialmente pelos hidratos de carbono (Tabela 1). O hidrato de carbono principal é o amido, sendo o polissacárido constituinte do endosperma do arroz branqueado e cerca de 90% do seu peso seco. Dada a sua importância e representatividade no arroz, mais à frente neste relatório será abordado com mais pormenor.

Tabela 1 - Composição em macronutrientes do arroz integral e carolino branqueado cru e carolino branqueado cozinhado. Valores por 100 g da parte edível.

Composição nutricional (Macronutrientes)	Integral cru	Carolino branqueado cru	Carolino branqueado cozido simples
Energia (kcal) (kJ)	352 (1474)	363 (1517)	127 (533)
Água (g)	12,2	10,7	68,4
Proteína (g)	8,6	7,4	2,5
Gordura total (g)	2,5	0,5	0,2
Hidratos carbono (g)	78,8	87,6	30,8
Amido (g)	71,6	79,6	28
Fibra alimentar (g)	3,8	2,2	0,8

Adaptado da tabela de composição de alimentos do Instituto Ricardo Jorge

Em relação aos micronutrientes (Tabela 2), salienta-se a sua composição nalgumas vitaminas, como a niacina, triptofano e vitamina B6 e em sais minerais, o sódio (Na), potássio (K), fósforo (P) e magnésio (Mg).

Tabela 2 - Composição em micronutrientes do arroz integral e carolino branqueado cru e carolino branqueado cozinhado. Valores por 100 g da parte edível.

Composição nutricional (Micronutrientes)	Integral cru	Carolino branqueado cru	Carolino branqueado cozido simples
a-tocoferol (mg)	0,7	0,1	0
Tiamina (mg)	0,4	0,070	0,010
Riboflavina (mg)	0,1	0,030	0,010
Eq. de niacina (mg)	6,0	3,6	1,1
Niacina (mg)	4,1	2,0	0,60
Triptofano (mg)	1,9	1,6	0,50
Vitamina B6 (g)	0,6	0,30	0,08
Folatos (µg)	55	20	5,8
Cinza (g)	1,3	1	0,9
Sódio (mg)	3	6	305
Potássio (mg)	248	110	36
Cálcio (mg)	9	11	7
Fósforo (mg)	267	92	33
Magnésio (mg)	109	13	15
Ferro (mg)	1,7	0,6	0,2
Zinco (mg)	1,4	1,3	0,6

Adaptado da tabela de composição de alimentos do Instituto Ricardo Jorge

O arroz não contém colesterol nem glúten, sendo indicado para pessoas com problemas de hipertensão e intolerantes ao glúten (celíacos). É um alimento quase completo, faltando-lhe apenas algumas vitaminas – A, C e D e alguns aminoácidos essenciais. A composição do grão varia substancialmente do endosperma para a camada de aleurona e pericarpo, por isso os grãos de arroz branqueados com diferentes graus de descasque variam as suas propriedades nutricionais e sensoriais (Roy et al., 2008).

II.1.6 Variedades de arroz em Portugal

A cultura do arroz em Portugal representa um importante e valioso património cultural e económico e detém tradição da culinária e produção do arroz carolino. Em consequência das condições climáticas, produz-se quase exclusivamente arroz carolino, que até há relativamente pouco tempo constituía a grande fatia do consumo.

De acordo com os dados do IFAP para 2017, o tipo comercial de arroz produzido maioritariamente nas diferentes regiões de Portugal é o longo A (carolino) (Figura 13), sendo a variedade Ariete a mais cultivada (21% do total das variedades cultivadas) (Figura 14).

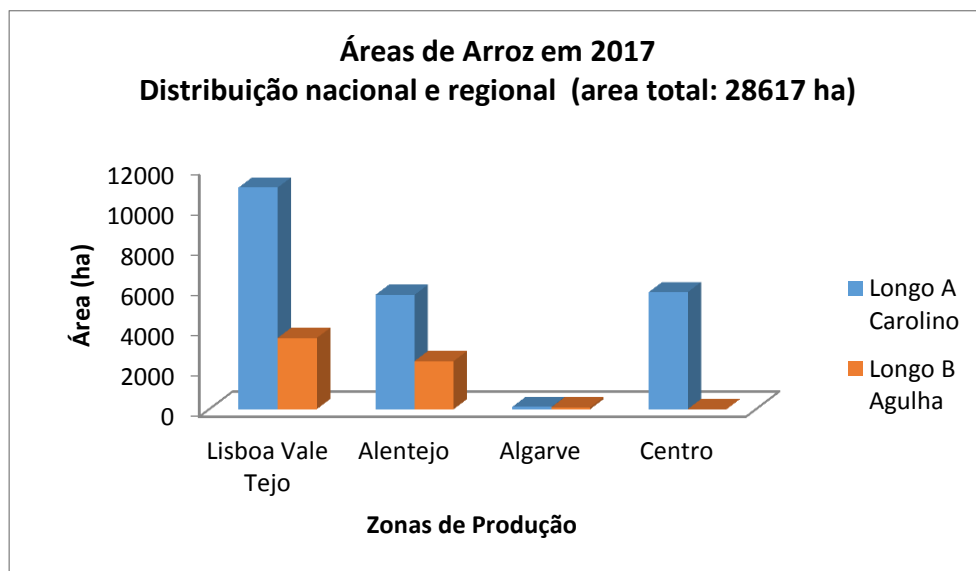


Figura 13 - Distribuição regional das áreas de produção de arroz Longo A – carolino e Longo B - Agulha, em 2017. (Adaptado de IFAP, 2017)

A variedade Ariete é de origem italiana do tipo longo A (carolino) e cultivada nos solos portugueses à cerca de 30 anos. É uma variedade de referência nos carolinos, com alto rendimento industrial, apreciada por agricultores e industriais pela sua qualidade e regularidade de produção. Apresenta um conteúdo de referência em amilose de 19%.

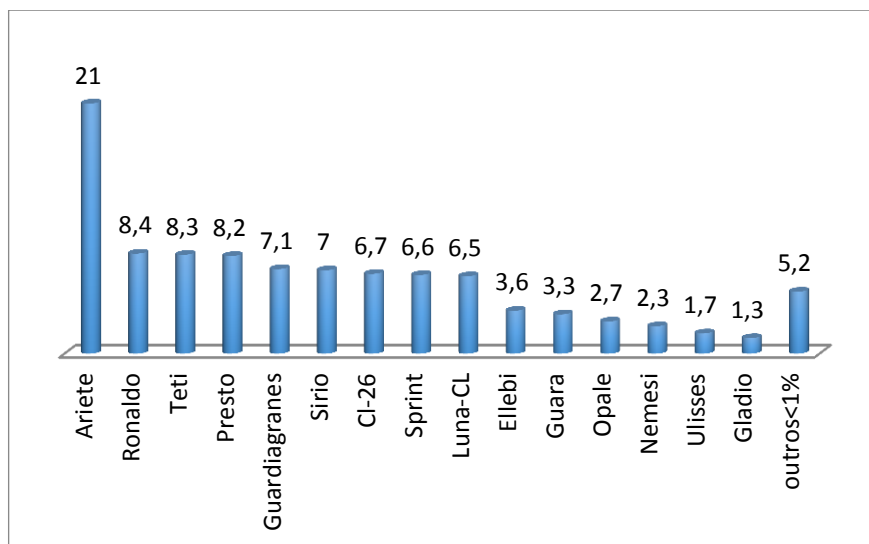


Figura 14 – Distribuição (%) das variedades de arroz cultivadas em Portugal (2017). (Adaptado de IFAP, 2017)

Diversos fatores têm levado à progressiva entrada de outros tipos de arroz que, a par com uma redução do consumo *per capita* de arroz, vão ocupando lugar nas prateleiras dos supermercados e nos restaurantes, diminuindo o consumo de arroz carolino em Portugal. A globalização da informação através das novas tecnologias (internet) tem levado a uma alteração e uniformização dos hábitos alimentares. A moderna distribuição que disponibiliza uma maior variedade de tipos de arroz (carolino, agulha, vaporizado, risoto, basmati, thai, jasmine ...). A situação económica nacional e internacional, que conduz à necessidade do mais económico, e não tanto a melhor qualidade. As exigentes características culinárias do arroz carolino, típico da culinária portuguesa, mas de grande adversidade para a restauração massificada e de baixo custo.

II.1.7 Certificação da qualidade do “Arroz Carolino do Baixo Mondego”

Um produto agrícola ou um género alimentício com Indicação Geográfica Protegida (IGP) é um produto com a designação do nome de uma região, de um local determinado ou, em casos excecionais, de um país. Neste caso, o facto de serem originários dessa região, desse local determinado ou desse país, possuem determinada qualidade, reputação ou outras características que podem ser atribuídas a essa mesma origem geográfica, e cuja produção e/ou transformação e/ou elaboração ocorrem na

área geográfica delimitada. Ou seja, as características diferenciadoras dos produtos são diretamente atribuídas ao contexto geográfico da região de origem.

A Comissão Europeia reconheceu a denominação “Arroz Carolino do Baixo Mondego” como Indicação Geográfica Protegida (IGP) tendo sido registada ao abrigo do Regulamento (UE) 2015/888 da Comissão de 29 de maio de 2015, relativo à inscrição de uma denominação no Registo das denominações de origem protegidas e das indicações geográficas protegidas, publicado no Jornal Oficial da União Europeia (JOUE) L 146/1 de 11/06/2015, concedendo proteção do nome em todo o território europeu.

De acordo com a publicação no JOUE (2015/C 25/08) entende-se por Arroz Carolino do Baixo Mondego a cariopse desencasulada da espécie *Oryza sativa L.*, subespécie Japónica, de diversas variedades, como Aríete, EuroSis, Augusto, Vasco e Luna, que por ser cultivada na região do Baixo Mondego, depois de descascada, branqueada e com teor de humidade igual ou inferior a 13%, apresenta características específicas (Anexo 2).

A produção do Arroz Carolino do Baixo Mondego, desde a sementeira à colheita, tem lugar na área geográfica definida no caderno de especificações. São referidas características particulares que diferenciam as qualidades do arroz, tais como as baixas temperaturas e insolações durante o período de pré-colheita ou de maturação da cultura, são os fatores agro-ecológicos específicos que contribuem para amadurecimento lento e conseqüentemente para a diferente composição química do arroz. É na fase de maturação do grão de arroz, que existe um acentuado abaixamento da radiação global, tornando o processo de maturação mais constante e mais prolongado, designando-se por maturação lenta e específica do Arroz Carolino do Baixo Mondego. As características climáticas do Baixo Mondego são responsáveis pela formação e maturação mais lenta do Arroz Carolino do Baixo Mondego, o que potencia os mecanismos fisiológicos associados à sua qualidade, designadamente:

- tendência para teores superiores de amilose;
- maior percentagem de grãos inteiros, pela formação de menos fissuras durante o final do ciclo da cultura, ou seja, na fase de maturação do grão.

II.2. Rendimento industrial

Um dos primeiros parâmetros associados à qualidade do arroz para a indústria arroseira é o rendimento industrial, que permite quantificar a eficiência das operações, descasque e branqueamento (Buggenhout et al., 2013). Define-se como a quantidade de arroz branco, obtido após descasque e branqueamento, sendo composto por grãos inteiros e grãos partidos denominados trinca (Silva, 1969). O método utilizado pode ser padronizado de acordo com a norma ISO 6646:2011. No decreto-lei nº 62/2000 de 19 de abril são definidas as características dos grãos de arroz, trincas e seus defeitos.

Os parâmetros mais importantes durante o descasque são: o rendimento de grãos inteiros, o grau de branqueamento, a presença de grãos partidos (trincas), de defeituosos (gessados, verdes, vermelhos, manchados, amarelos) e as impurezas (Figura 15). Estes fatores determinam a qualidade final do arroz descascado no mercado, uma vez que existe uma relação muito forte entre o preço do arroz e o tamanho, a forma do grão, a brancura e a limpeza do arroz.



Figura 15 - Características dos grãos de arroz após separação dos grãos inteiros, trincas e defeitos. (Foto do autor)

A percentagem de grãos inteiros do arroz descascado, e de certa forma o rendimento industrial depende de vários fatores, tais como a variedade em causa, fertilização, doenças, condições climáticas, data de colheita e os processos de secagem e descasque.

A quantidade de trinca (grãos partidos) é influenciada por alguns fatores de *stress* a que o grão fica sujeito durante as diversas operações unitárias, tais como a colheita, a secagem, o descasque e o branqueamento (Buggenhout, 2013).

II.3. Qualidade do arroz

Os aspetos inerentes à qualidade do arroz, comparados com outros cereais como o milho e o trigo, que são transformados em farinhas e processados em novos produtos, são muito variados e mais complexos. A qualidade dos grãos de arroz de uma cultivar é determinada pela interação de vários fatores em toda a cadeia produtiva da cultura, desde a investigação, a produção, a indústria, até ao consumidor final.

A investigação promove a criação de novas cultivares com características superiores em termos de produtividade e qualidade. O produtor tem a missão de conduzir a cultura, com o objetivo de obter altas produtividades com boa qualidade final, cumprindo boas práticas agrícolas com vista a obter um produto final com padrões de segurança alimentar, o que se consegue através da aplicação do modo de produção integrada, que a maioria dos orizicultores portugueses pratica. O industrial, procura um produto que lhe possibilite um bom rendimento industrial, que seja atraente e seguro para o consumidor. Investe ao nível da imagem e da qualidade final do produto. O consumidor representa o elemento determinante na avaliação das características qualitativas associadas ao produto final, tais como a aparência, a cor, a textura e o sabor.

Contudo a qualidade do arroz é influenciada pela sua variedade, práticas de pré-colheita e pós-colheita, a maquinaria utilizada no processamento, a humidade relativa do ambiente e a temperatura de armazenamento (Zhou et al., 2007; Mohapatra e Bal, 2012).

Não menos importante é a qualidade do arroz na cozedura, sendo notadas diferenças na expansão do volume, firmeza, aroma, maciez e alongamento do grão cozido entre as diferentes variedades (Sujatha et al. 2004; Allahgholipour et al. 2006). Por isso, é fundamental avaliar fatores da qualidade como: a composição química, a textura e o aroma do arroz cozido, através de análises físico-químicas, reológicas e

sensoriais (Brites et al., 2004). O conteúdo de amilose, não é o único fator responsável pelas variações de desempenho ao longo do processo de cozedura e no produto final, uma vez que variedades de arroz com teor de amilose semelhante apresentam, por vezes, diferenças a este nível. Diversos estudos têm demonstrado que a estrutura molecular do amido, a razão amilose/amilopectina, a temperatura de gelatinização, a consistência do gel, a viscosidade, o volume e a textura dos grãos também contribuem para a qualidade do produto final (Ong e Blanshard, 1995; Perdon et al. 1999; Ramesh et al. 1999). As proteínas e os lípidos também afetam a qualidade do arroz (Zhou et al. 2002).

A qualidade culinária de arroz corresponde ao comportamento esperado logo após a cozedura, que é subjetivo e sujeito aos padrões estabelecidos nos diferentes países e em diversas regiões, que por sua vez são afetados pelos padrões culturais e pela sua forma de utilização na alimentação Gularte (2005) citado por Villanova et al (2014). Além disso, a preferência do consumidor, que pressupõe a valorização dos atributos que lhe agradam, é determinada não só pelas propriedades químicas e físicas dos grãos, mas também por aspetos relacionados com a aparência do produto após a cozedura, rendimento na panela, tempo de cozedura, grãos secos e soltos, e grãos macios quando reaquecidos, Elias e Franco (2006) citado por Villanova et al (2014).

II.4 Cozedura do arroz

Têm sido utilizados diferentes métodos para cozinhar o arroz. Geralmente esses métodos têm duas etapas, a hidratação ou imersão e posteriormente a cozedura do arroz em água quente, vapor ou outros processos de aquecimento (Pillaiyar, 1996; Mahanta, 2010; Wang, 2011), citado por Bello et al (2015). Durante o processo de imersão, dependendo das condições, os grãos de arroz atingem a saturação de humidade ou uma hidratação parcial. A gelatinização total ou parcial ocorre no processo de cozedura. O nível de gelatinização, bem como as características físicas e organolépticas do arroz cozido dependem do tempo de imersão, temperatura da água, pressão de vapor e tempo de aquecimento (Bello et.al, 2015).

Ao cozinhar o arroz introduzimos calor e água e as ligações entre as cadeias de glucose enfraquecem, provocando a expansão do amido e a sua gelatinização,

tornando o arroz digerível e com características organoléticas agradáveis (Brites et.al., 2006).

Os fatores mais importantes no processo de cozedura do arroz são a proporção de água:arroz, temperatura e tempo de cozedura, que determinam a qualidade final do arroz. Estes fatores variam de acordo com as diferentes variedades comerciais e cultivares, mas também como no caso do arroz carolino com o tipo de prato que se pretende cozinhar, uma vez que este tipo de arroz tanto pode ser cozinhado com absorção total da água de cozedura ou absorção parcial em pratos de arroz designados de malandrinho, por ficarem com algum caldo cremoso.

Para determinar as condições ótimas para cozinhar cada variedade de arroz, deve-se detetar a diferença na absorção de água por parte dos grãos, durante a cozedura.

O índice de absorção permite avaliar a absorção de líquidos, como a água, na cozedura de alimentos como o arroz e outros cereais. Durante a cozedura, uma parte da água é evaporada e outra é absorvida pelos grãos. Assim, o peso e o volume finais representam a soma do grão com a água absorvida (Araujo et al., 2007).

III. Material e Métodos

Para a realização deste trabalho foram utilizadas oito variedades da subespécie *Japonica* correspondendo ao arroz longo A tipo Carolino, quatro oriundas do Baixo Mondego e três do Sado (Tabela 3). Todas as amostras foram fornecidas pela empresa Ernesto Morgado à exceção da amostra da variedade Ceres, que foi fornecida pela Direção Regional de Agricultura da Beira Litoral.

Tabela 3 - Identificação e codificação das amostras de arroz

Subespécie	Variedades	Código da amostra	Origem
<i>Japonica</i>	Ariete	M01	Mondego
	Euro	M02	Mondego
	Opal	M03	Mondego
	Luna	M04	Mondego
	Ceres	M05	Mondego
	Ariete	S01	Sado
	Teti	S02	Sado
	Presto	S03	Sado

Todas as amostras a estudar chegaram ao laboratório em casca. Como a quantidade disponível de cada uma era reduzida, não seria possível o seu descasque e branqueamento nos equipamentos industriais. Por isso todas elas foram descascadas e branqueadas no equipamento do laboratório (Figura 16) que simula o processo produtivo e permite prever o rendimento industrial de cada tipo de arroz. Este equipamento não possui marca comercial uma vez que foi desenvolvido por técnicos da empresa.



Figura 16 - Equipamento laboratorial para descasque e branqueamento de arroz. (1-Tarara; 2-Descascador; 3-Branqueador; 4-Trior)

Antes de serem descascadas as várias amostras de arroz foram avaliadas em relação à humidade, após descasque foram avaliadas quanto ao rendimento industrial. Depois de avaliado o rendimento industrial, descascou-se a quantidade necessária de arroz de todas as variedades para a realização das restantes análises. A Figura 17 representa as amostras de arroz branqueado das oito variedades estudadas.



Figura 17 - Amostras branqueadas

As amostras foram sujeitas a três testes de absorção de água, determinação do teor de amilose, e a provas de análise sensorial e de textura, após cozimento. Na preparação das amostras para a análise sensorial e textura foram utilizados os mesmos

tempos de cozedura e proporções água:arroz para todas as variedades, uma vez que todas as amostras são do mesmo tipo comercial.

III.1. Humidade

A humidade das amostras arroz em casca mediu-se com o equipamento da marca wile 55 (Figura 18). Abre-se a tampa do equipamento e preenche-se com arroz em casca até ao topo. Coloca-se novamente a tampa e faz-se a leitura direta.



Figura 18 - Medidor de humidade relativa (Marca Wile 55)

III.2. Rendimento industrial

Para a determinação do rendimento industrial seguiu-se a Norma ISO 6646:2011(E). Pesaram-se 100 g de arroz com casca e limpou-se na tarara (Figura 16.1), para retirar as impurezas (ex. pedras, cascas soltas, palhas, etc.). Posteriormente, o arroz com casca foi colocado cuidadosamente no descascador (Figura 16.2) e passou continuamente para o branqueador (Figura 16.3), obtendo-se o arroz branqueado (Figura 19) que se recolheu e pesou. Colocou-se a amostra no trior (Figura 16.4) para separar os grãos inteiros da trinca e pesou-se novamente. O rendimento industrial é a quantidade de arroz branqueado (incluindo grãos inteiros e grãos partidos (trincas)) face à quantidade de arroz inicial. Por fim, aos grãos de arroz inteiros fez-se uma nova separação manual dos grãos de arroz com defeitos (gessados, verdes, vermelhos, etc.) e pesaram-se todas as partes. Estes procedimentos, foram efetuados para todas as amostras em duplicado.



Figura 19 - Arroz recolhido após branqueamento

III.3. Análise de absorção da água

Para cada amostra, em cru e em cozido, foi realizado o estudo de absorção de água. Estes ensaios compreenderam três tipos de testes:

1. Absorção de água pelo amido nativo - *Water binding index* (WBI);
2. Absorção de água do arroz gelatinizado - *Water absorption index* (WAI);
3. Absorção de água do arroz totalmente cozido - *Water cooking absorption index* (WCAI).

Como a qualidade do arroz cozido é afetada pela sua absorção da água, e nem todas as variedades absorvem a mesma quantidade, os resultados destes testes serão importantes para correlacionar cada amostra com as suas respectivas características físicas, químicas e sensoriais.

III.3.1. Absorção de água do amido nativo

A realização deste teste teve como objetivo a classificação das características do amido em relação à sua capacidade de absorção de água, por forma a estudar a sua correlação com a proporção amilose/amilopectina presente nas amostras de arroz. Neste teste o amido não sofre gelatinização, uma vez que o arroz não é cozido.

Foi seguido o método proposto por Medcalf e Gilles (1965) com algumas modificações. Pesaram-se 10 g de arroz e colocaram num recipiente com 150 mL de água sob agitação à temperatura ambiente. A mistura manteve-se nestas condições durante 20 h (Figura 20). Escorreu-se bem o arroz num coador e limpou-se o excesso de água com papel absorvente. Pesou-se no final.

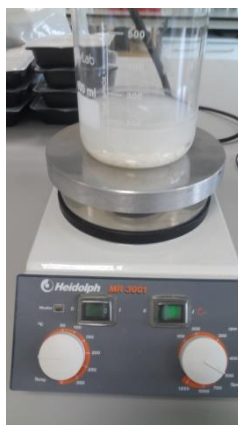


Figura 20 - Amostra de arroz sob agitação (20 h) à temperatura ambiente

O *Water Binding Index* (WBI) do amido foi calculado de acordo com a equação (1). Corresponde à razão entre a água absorvida pelo arroz cru e a massa inicial da amostra (Metcalf e Gilles, 1965).

$$WBI = \frac{(m_{final} - m_{inicial})}{m_{inicial}} \quad (1)$$

III.3.2. Absorção de água pelo arroz gelatinizado

Neste teste a medição da absorção da água faz-se após o processo de gelatinização do amido, através da submersão do arroz em água à temperatura de ebulição (100 °C). O arroz foi cozido em excesso de água, para se verificar a sua capacidade de absorção máxima. Pesaram-se 50 g de arroz e colocaram-se num recipiente com 750 mL de água. Aqueceu-se e homogeneizou-se até à ebulição e manteve-se em lume fraco durante 20 minutos (tempo suficiente para correr a gelatinização do amido) (posição 2 da placa de indução). Escorreu-se bem o arroz no coador e pesou-se (Figura 21).

O *Water Absorption Index* (WAI) corresponde à razão entre a quantidade máxima de água absorvida pelo arroz durante a cozedura e a massa inicial da amostra segundo a equação 2:

$$WAI = \frac{(m_{f20} - m_i)}{m_i} \quad (2)$$

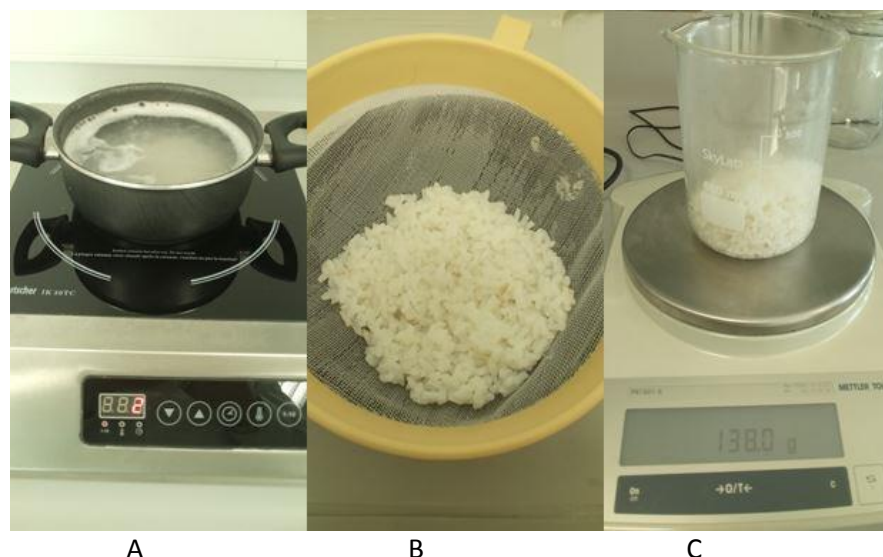


Figura 21 - Fases do teste de absorção de água com gelatinização à temperatura de 100°C (20 min.) Legenda: A- processo de cozedura com excesso de água; B- Filtração; C- Pesagem do arroz escorrido.

III.3.3. Absorção de água do arroz totalmente cozido

A medição da absorção da água em cozedura permite obter uma indicação da qualidade culinária do arroz. Esta análise foi realizada de acordo com os métodos-padrão utilizados na empresa que definem as quantidades de água e tempo de cozedura ajustados a cada tipo de arroz. Os resultados obtidos poderão ser relacionados posteriormente com os resultados dos testes sensoriais e da avaliação instrumental da textura.

Procedeu-se à cozedura de cada amostra de arroz no fogão de indução com uma relação arroz:água de 1:2 (g arroz: mL de água) durante 12 minutos. Depois da cozedura homogeneizou-se o arroz, deixou-se em repouso durante 5 minutos e pesou-se. Neste caso, para diferenciar do teste anterior, o parâmetro denomina-se *Water Cooking Absorption Index* (WCAI). Este é igual à razão entre a diferença de massa e a massa inicial (equação 3):

$$WCAI = \frac{(mf_{12} - mi)}{mi} \quad (3)$$

III.4. Determinação do teor de Amilose

Para determinar o teor de amilose na farinha de arroz, utilizou-se o método colorimétrico em meio ácido com iodo, visto que a molécula de amilose apresenta uma elevada afinidade com o iodo. Primeiro procedeu-se à preparação de todas as amostras triturando-se no mínimo 10 g de arroz de cada amostra (150 – 180 μm), moinho marca Perten (Figura 22A).

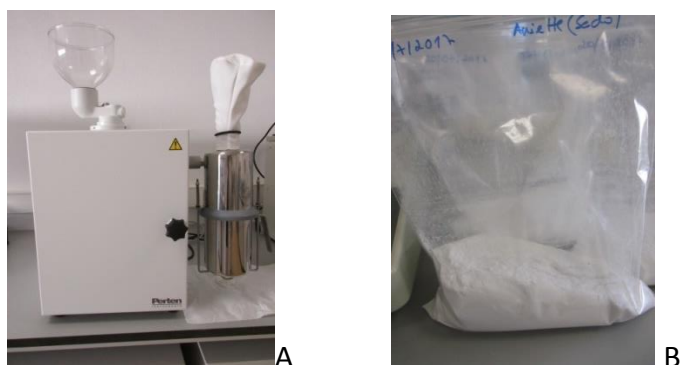


Figura 22 - Moinho, Perten LM3100 (A); Amostra triturada (B)

A seguir procedeu-se à pesagem de 100 ± 5 mg de cada amostra de farinha de arroz (Figura 22B) e colocou-se cada uma num balão de Erlenmeyer de 100 mL, adicionando-se de seguida 1,0 mL de etanol a 95% e 9,0 mL de NaOH (1 M), homogeneizou-se bem cada amostra e levaram-se a um banho-maria a 100 °C durante 10 min para haver dispersão completa do amido. Arrefeceu-se a mistura à temperatura ambiente e transferiram-se as amostras para balões volumétricos de 100 mL, completou-se o volume com água destilada e homogeneizou-se. De cada balão retiraram-se 0,5 mL de suspensão para tubos de ensaio previamente com 5 mL de água destilada, adicionaram-se 0,1 mL de ácido acético e 0,2 mL de solução de iodo e completou-se com 4,2 mL de água destilada (Figura 23). Taparam-se os tubos de ensaio e agitaram-se bem. A determinação da absorvância foi realizada no espectrofotómetro T60 UV – PG Instruments (Figura 24) a 720 nm contra o ensaio em branco, sem a amostra, com cerca de 1,0 mL de etanol a 95% (v/v) e 0,50 mL de NaOH (0,09 M). Por amostra foram feitas duas repetições, e cada leitura foi feito em duplicado.

A determinação do teor de amilose foi realizada a partir da curva de calibração (anexo 3) do método de rotina segundo a norma ISO 6647-2:2006.

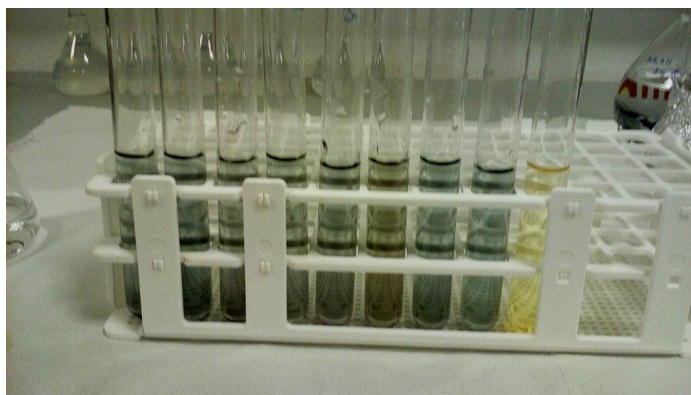


Figura 23 - Amostras para leitura da absorvância e o branco à direita



Figura 24 - Espectrofotômetro, T60 UV - PG Instruments

III.5. Processo de cozedura do arroz

Para a análise de textura e análise sensorial, todas as variedades foram cozinhadas em fogão de indução nas mesmas condições, durante 12 min e na proporção 1:2 (g arroz: mL água). Estes são os parâmetros usados nos métodos-padrão desenvolvidos pela empresa para a variedade comercial de arroz longo A tipo carolino, que vão ao encontro do método usado pelo consumidor português.

Pesaram-se 125 g de arroz numa balança analítica (Mettler Toledo) e mediu-se o dobro do volume em água (250 mL). Colocou-se a água a aquecer numa panela de indução, num fogão Bartscher IK 30TC, e adicionou-se o arroz quando esta entrou em ebulição. Homogeneizou-se com a colher e colocou-se o fogão na posição de potência 2, durante 12 min. De modo a evitar muita perda de água por evaporação, não se retirou a tampa da panela por completo, ficando esta a tapar parte da panela. Após a

cozedura homogeneizou-se e deixou-se a tampa colocada cerca de 5 min para que ocorresse a estabilização da humidade dos grãos.

III.6. Análise de textura

De acordo com a norma ISO 5492:2008, a textura é um “conjunto de propriedades mecânicas, geométricas e de superfície de um produto na boca, perceptíveis pelos recetores cinestésicos e quando aplicável, pelos recetores visuais e auditivos, desde a primeira dentada até à deglutição”.

A textura dos alimentos pode ser quantificada através de análise sensorial, que implica a disponibilidade de pessoas treinadas o que nem sempre é tarefa fácil, daí terem sido desenvolvidos métodos instrumentais que permitem a medição da resistência que o alimento contrapõe à deformação provocada pela ação de uma força. Estas características podem ser determinadas por um método instrumental – Análise de Perfil de Textura – *Texture Profile Analysis* (TPA). Este teste imita as condições nas quais os alimentos são submetidos durante o processo de mastigação, envolve duas penetrações na amostra, com uma pausa entre elas, simulando a ação de duas dentadas no alimento e é por isso que também se designa por teste *two bite*. Desta análise obtém-se uma curva de força em função do tempo (por exemplo, a representada na Figura 25) (Hleap e Velasco, 2010).

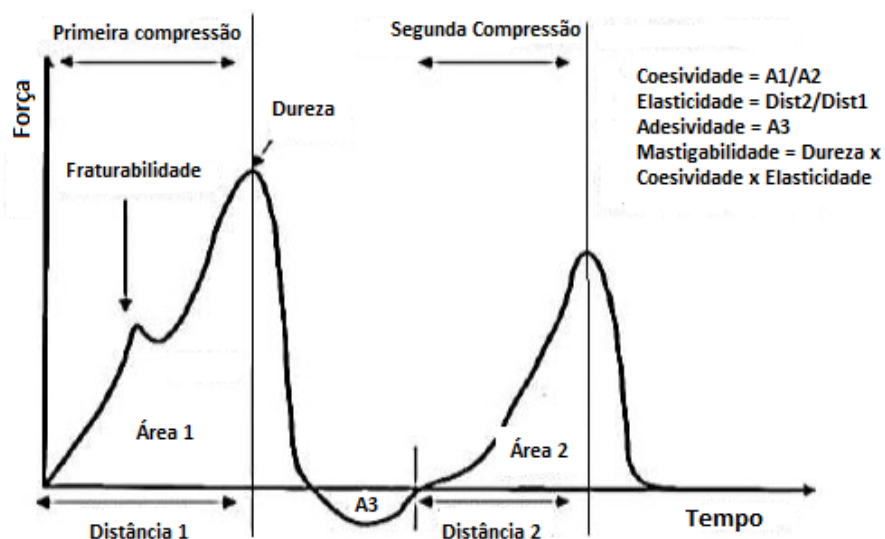


Figura 25 - Gráfico geral da análise do perfil de textura TPA.

Adaptado de Hleap e Velasco, 2010

Através da curva do teste TPA resultam os vários parâmetros identificados na Tabela 4.

Tabela 4 - Definições e unidades do Sistema Internacional dos parâmetros da textura

Parâmetro	Unidades S.I.	Descrição
Dureza (<i>hardness</i>)	N ou kgf	Força máxima registada no primeiro ciclo de penetração ou compressão. Na maior parte dos casos a dureza está relacionada com a força de rutura do material.
Fraturabilidade (<i>fracturability;</i> <i>brittleness</i>)	N ou kgf	Existe quando são registados dois picos durante o primeiro ciclo, é dado pela força registada no primeiro pico.
Adesividade (<i>adhesiveness</i>)	N×m	Trabalho necessário para ultrapassar as forças de atração entre o material e a superfície da sonda. É dado pelo valor da área correspondente á força negativa A 3.
Coesividade (<i>cohesiveness</i>)	Adimensional	Força das ligações internas que definem a estrutura do alimento. Representada pela razão do trabalho realizado no segundo ciclo pelo trabalho realizado no primeiro ciclo (A2/A1).
Elasticidade (<i>elasticity</i>)	Adimensional	Percentagem de recuperação do material. É a razão entre duas deformações e é dado por b/a.
Gomosidade (<i>gumminess</i>)	N	Energia requerida para mastigar um semi-sólido. É dada por: dureza × coesividade × 100. Unidades: N
Mastigabilidade (<i>chewiness</i>)	N	Energia requerida para mastigar o alimento. É dada por: gomosidade × elasticidade.
Módulo	N/m	É o declive inicial da curva de deformação provocada pela força, este parâmetro dá indicação de como a amostra se comporta quando é sujeita à compressão.

Entre as características de textura, a dureza é a mais importante para descrever a qualidade alimentar de arroz cozinhado, daí ser também a mais medida (Zhou et al. 2002).

Considerado o principal atributo de qualidade do arroz pelos consumidores, a textura do arroz, depende de diversos fatores como a variedade, condições de armazenamento (temperatura, humidade, tempo), teor de amilose, estrutura da amilopectina, temperatura de gelatinização, interações intra e/ou intermoleculares de amido com outros constituintes, bem como, métodos de cozedura, pré-cozedura e processamento e armazenamento pós-cozedura (Ong e Blanshard, 1995; Zhou, et.al., 2002).

Após o processo de cozedura de cada amostra e arrefecimento até aos 20 °C (mesma temperatura usada na análise sensorial) foram retiradas 5 g de arroz. Com o auxílio de uma espátula, os grãos cozidos foram cuidadosamente dispostos num suporte apropriado com forma cilíndrica e em inóx (Figura 26), tendo o cuidado de não deixar demasiados espaços vazios.



Figura 26 - Amostra de arroz disposta no cilindro

Colocou-se a amostra no texturómetro Brookfield USA (modelo LFRA) (Figura 27) e procedeu-se ao teste de Análise de Perfil de Textura (TPA). Os parâmetros do teste, previamente configurados no *software*, foram: compressão da amostra em dois ciclos, ponto de gatilho de 4 g, velocidade da sonda 0,5 mm/s, distância de compressão 5 mm e o tempo entre cada ciclo 0 s.

A força aplicada à amostra vai sendo registada em função do tempo através do *software* instalado. A análise foi feita em triplicado para cada amostra.



Figura 27 - Texturómetro, Brookfield USA

Os parâmetros de textura obtidos a partir das curvas de teste foram a dureza (H), a coesividade (C), a adesividade (A), a elasticidade (S), a gomosidade (G) e a mastigabilidade (Ch).

III.7. Análise Sensorial

São inúmeras as aplicações da análise sensorial na indústria alimentar, destacando-se a condução das etapas de desenvolvimento de um novo produto, a avaliação do efeito das alterações nas matérias-primas ou do processamento tecnológico sobre o produto final, controle da qualidade do produto, entre outros. Com isto, é possível afirmar que a avaliação e caracterização sensorial fornecem suporte técnico para a pesquisa, industrialização, marketing e controle da qualidade em novos e/ou já conhecidos produtos (Dutcosky, 1996).

Os métodos sensoriais podem ser divididos em testes analíticos e afetivos. Os métodos analíticos podem ser discriminativos e descritivos. Nos métodos discriminativos estabelece-se diferenciação qualitativa e/ou quantitativa entre amostras (Esteves, 2014). Nos métodos descritivos o objetivo é a identificação (qualificação) e/ou a quantificação de características sensoriais em vários produtos: testes com escalas categorizadas e de análise descritiva (Noronha, 2003).

Realizaram-se testes triangulares de acordo com os requisitos da norma ISO 4120:2004, com o objetivo de avaliar se o consumidor conseguia detetar diferenças entre as várias variedades de arroz tipo carolino face à variedade carolino Ariete Mondego (M0).

As provas de análise sensorial decorreram no laboratório da empresa, que embora não seja uma sala específica para provas, possui boa luz natural e foi adaptada de forma que os provadores não tivessem contacto entre eles. Antes de cada sessão de prova foi dada uma explicação preliminar aos provadores sobre as regras do teste triangular e foi fornecida uma ficha de prova (Anexo 4). A prova foi efetuada em duas fases e foram realizadas duas sessões de prova.

A avaliação sensorial foi realizada por um painel de 15 provadores na primeira sessão (n = 15) e de 19 provadores na segunda sessão (n = 19). Apesar dos provadores serem não treinados, são consumidores habituais de arroz tipo Carolino, e têm prática na participação de provas sensoriais de arroz, pois são funcionários da empresa e habitualmente recrutados para este tipo de provas.

De modo a que o produto fosse fornecido a todos os provadores em condições iguais foi cozinhado com os mesmos parâmetros (tempo, temperatura, quantidade de água), codificado com três dígitos (Figura 28) e foi servido à temperatura ambiente (20 °C).



Figura 28 - Amostras de arroz cozinhadas e codificadas

Foram apresentadas aos provadores três amostras, codificadas por números de três dígitos em prato de plástico branco e em cada espaço para a prova foram colocados à disposição dos provadores um guardanapo de papel, um copo de água,

uma caneta e a ficha de prova. Foi pedido aos provadores que realizassem a avaliação das três amostras (duas iguais e uma diferente) de acordo com a ordem expressa no questionário da prova e que, após a prova, identificassem obrigatoriamente a amostra diferente. Foi ainda indicado aos provadores que a água deveria ser usada entre as amostras de forma a limpar o palato.

A Figura 29 mostra a forma de apresentação das amostras e os números de identificação atribuídos a cada uma destas.

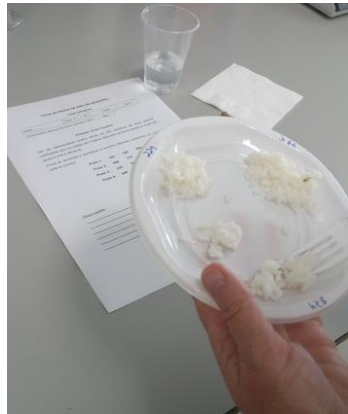


Figura 29 - Prova triangular

Em cada tipo de apresentação das amostras constava sempre o arroz carolino Ariete Mondego, isolado ou em duplicado. A probabilidade de, nesta prova, um dado provador escolher ao acaso a amostra diferente é de 33,3% (1/3). O número de respostas corretas necessário para se obter uma diferença significativa a um dado nível de significância pode ser obtido através da tabela utilizando a distribuição Binomial (Anexo 5).

III.8. Tratamento Estatístico

Os resultados obtidos no rendimento industrial, textura e amilose foram tratados estatisticamente utilizando o programa Statistica 10.0. Aos resultados foi aplicada a análise de variância ANOVA (one-Way) para verificar se existem diferenças significativas em relação à variedade Ariete. Para comparação das médias utilizou-se o teste de Tukey HSD com um grau de confiança de 95 %.

Os resultados da análise sensorial foram comparados com os valores da tabela de distribuição binomial em anexo (Anexo 5) que contem o número mínimo de respostas corretas/favoráveis para provas sensoriais em que $p=1/3$.

IV. Resultados e Discussão

IV.1. Caracterização industrial das variedades

Os valores da caracterização industrial apresentados na tabela 5 foram obtidos através de triplicados das oito amostras de arroz.

Tabela 5 - Caracterização industrial das amostras

Amostra Arroz	Rendimento		Trinca		Gessados		Humidade	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Ariete M01	70,6	0,06	7,9	0,06	1,3	0,12	13,2	0,06
Ariete S01	70,0	0,10	14,1	0,10	2,8	0,06	13,8	0,06
Euro M02	67,6	0,06	8,8	0,10	3,7	0,10	13,7	0,06
Opal M03	70,9	0,06	7,4	0,06	1,1	0,06	13,3	0,06
Luna M04	71,4	0,06	7,8	0,06	0,6	0,06	12,8	0,06
Ceres M05	66,4	0,06	16,3	0,10	0,5	0,06	14,8	0,06
Teti S02	69,3	0,06	6,9	0,06	1,5	0,06	13,7	0,06
Presto S03	70,4	0,06	10,6	0,06	2,3	0,06	13,6	0,06

Legenda: M- média; DP-desvio padrão

Como se pode verificar, as amostras das variedades M01 (Ariete Mondego), S01 (Ariete Sado), M03 (Opal), M04 (Luna) e S03 (Presto) apresentaram um bom rendimento industrial, com valores superiores a 70%. As amostras que apresentaram maiores percentagens de trinca foram a variedade S01 (Ariete Sado), M05 (Ceres) e S03 (Presto) e de gessados e verdes foi a amostra M02 (Euro).

A amostra M05 (Ceres) apresentou um teor de humidade de 14,83%, um pouco superior ao estabelecido no Dec. Lei nº 62/2000 de 19 de abril para o arroz destinado a

consumo, em que o valor da humidade deverá ser de $14 \pm 0,3\%$. As restantes amostras encontram-se abaixo dos 14%.

Na figura 30 apresentam-se os valores médios de humidade nas amostras de arroz. Aplicando a análise de variância verificou-se que em relação à humidade não existem diferenças significativas entre a amostra de referência M01 (Ariete Mondego) e a amostra M03 (Opal), ambas com um valor de humidade ligeiramente superior a 13%.

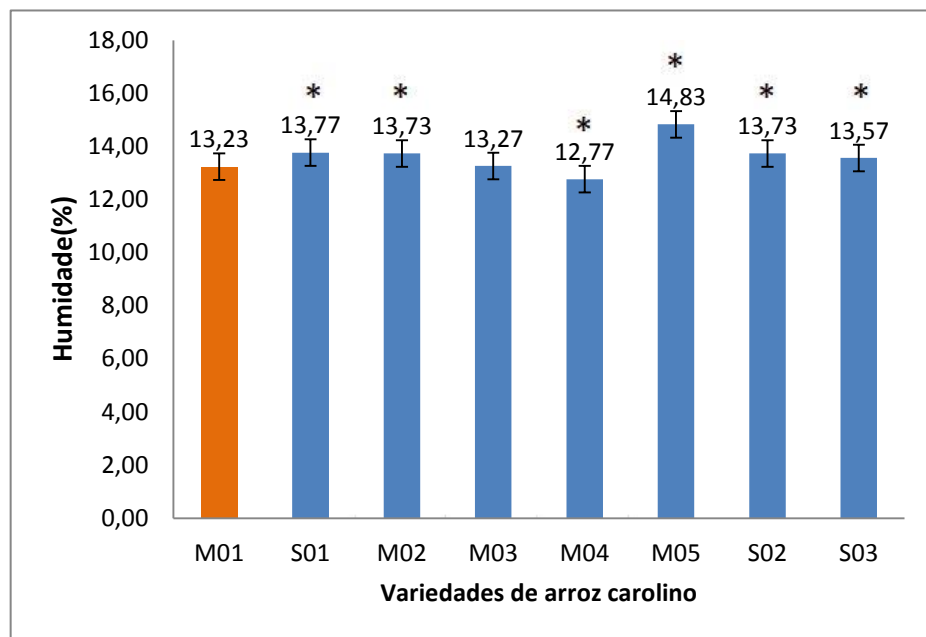


Figura 30 - Valores médios de humidade em diferentes variedades de arroz carolino.

* Diferenças significativas entre amostras ($p < 0,05$). As barras de erro indicam os valores de desvio-padrão.

Relativamente à percentagem de trincas não se verificaram diferenças significativas entre a amostra M04 (Luna) e a amostra de referência M01 (Ariete Mondego) (Figura 31).

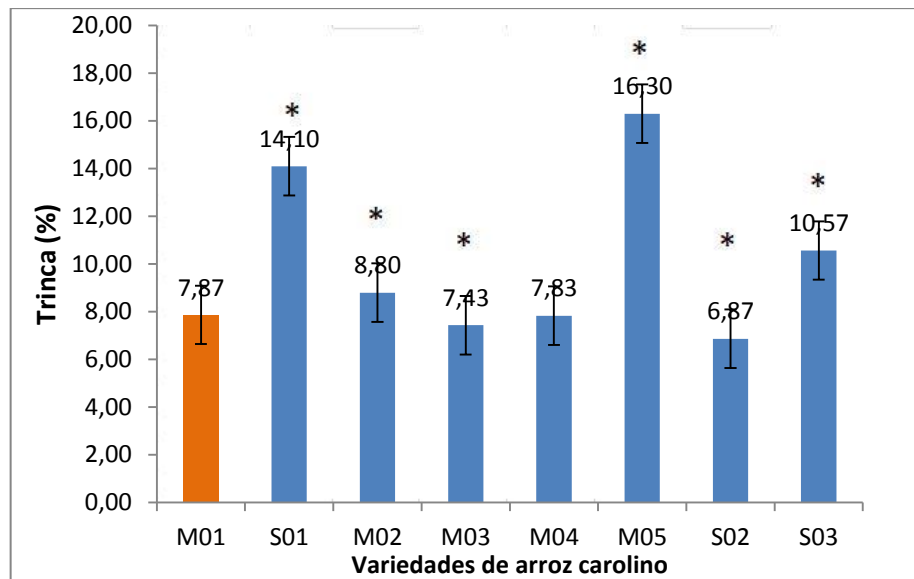


Figura 31 - Valores médios de trinca em diferentes variedades de arroz carolino. *Diferenças significativas entre amostras ($p < 0,05$). As barras de erro indicam os valores de desvio-padrão.

Em relação à percentagem de gessados e verdes não se verificaram diferenças significativas entre a amostra M03 (Opal) e S02 (Teti) e a amostra de referência M01 (Ariete Mondego) (Figura 32).

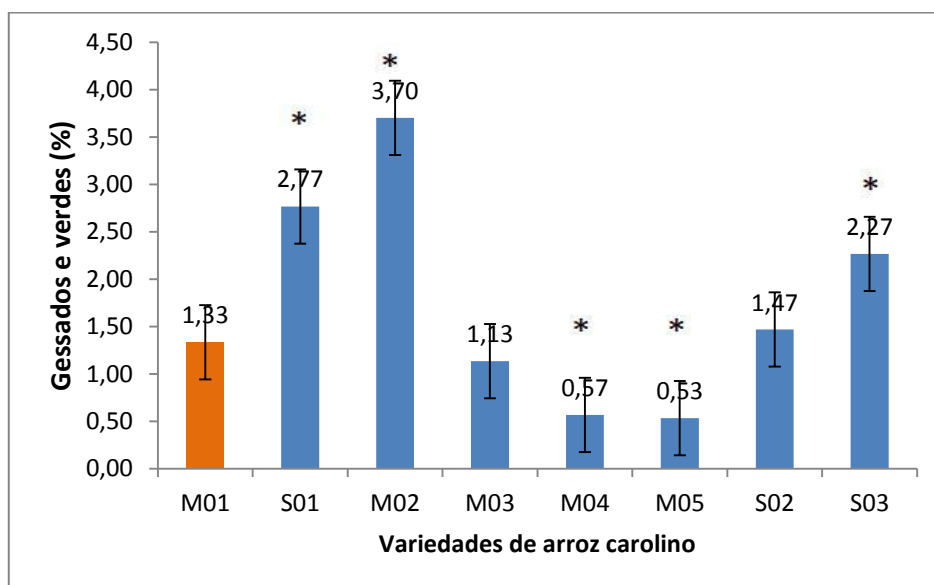


Figura 32 - Valores médios de gessados/verdes em diferentes variedades de arroz carolino. *Diferenças significativas entre amostras ($p < 0,05$). As barras de erro indicam os valores de desvio-padrão.

IV.1.1 Correlação entre o teor de humidade e o rendimento industrial

Analisando a correlação do gráfico da figura 33, entre a humidade e o rendimento industrial ($R^2=0,79$), pode constatar-se que estes dois parâmetros são inversamente proporcionais. Sabe-se que existem diversos fatores responsáveis pela diminuição da qualidade industrial do arroz, tais como as condições climatéricas durante a maturação do grão, as características genéticas das cultivares utilizadas, as condições da sementeira, a adubação, a colheita e secagem que influenciam o aparecimento de fissuras no grão (Bhattacharya, 1980; Marchezan, 1993). Relativamente às variedades de arroz em estudo verificou-se que amostras com humidade mais baixa, próximas dos 13% apresentam maior rendimento, como por exemplo se verificou na amostra M04 (Luna). Por sua vez a amostra M05 (Ceres) apresentou o valor mais elevado de humidade (14,8%) e conseqüentemente o menor valor de RI. Alguns estudos referem que para valores de humidade acima dos 14%, verifica-se um aumento da quebra dos grãos. Os grãos de arroz *paddy* após secagem para valores de humidade ótimos para conservação sem que haja desenvolvimento de fungos (aproximadamente 13%), ficam sujeitos a absorverem humidade do ambiente. Quando o grão seca fica contraído, contudo ao absorver humidade expande o que origina fissuras no grão. Sabe-se também que durante o processo de descasque e branqueamento, o arroz é submetido a impactos mecânicos que podem danificar a sua estrutura. O processo é acentuado com o aparecimento de fissuras formadas antes da colheita, em resposta ao gradiente térmico e higroscópico no interior do grão, decorrente das variações do ambiente (Kunze, 2008).

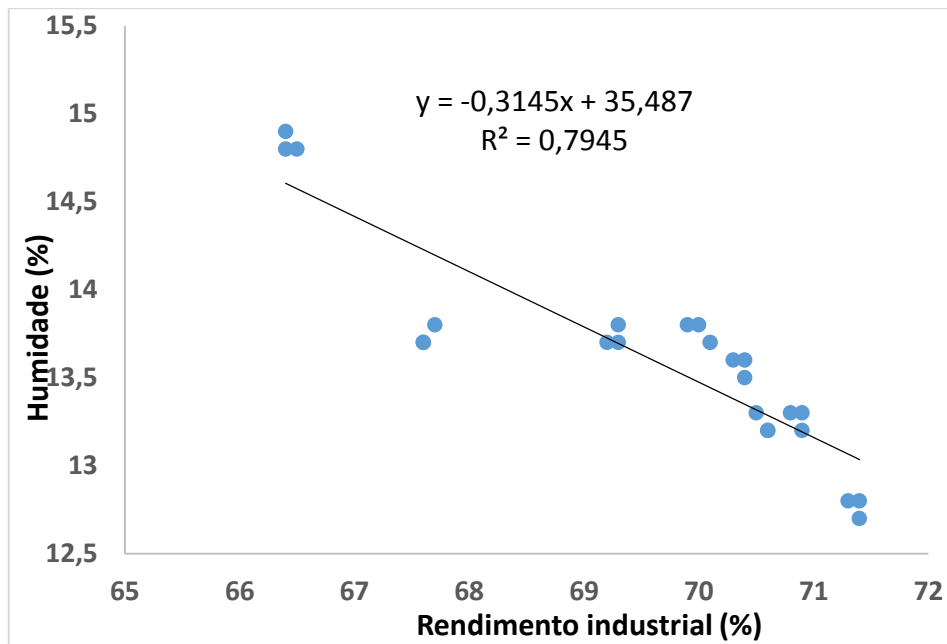


Figura 33 - Correlação entre a umidade do arroz e o rendimento industrial

IV.2. Absorção de água

Relativamente à absorção da água pelo arroz foram analisados três parâmetros: WBI, WAI e WCAI.

O WBI e o WAI são parâmetros padrão que se devem relacionar com o tipo de estrutura molecular do amido e possíveis interferências de outros componentes do arroz, sendo efetuados com ampla disponibilidade de água. Nos parâmetros WAI e WCAI, o arroz é sujeito a um processo de cozedura ocorrendo a gelatinização do amido, sendo que o WCAI reproduz um processo culinário adaptado ao tipo de arroz em estudo. Para o parâmetro WBI não se verificaram diferenças significativas entre as amostras estudadas, tendo-se verificado apenas diferenças significativas com grau de confiança de 95% para os parâmetros WAI e WCAI.

Aplicando a análise de variância verificou-se que ao comparar a variedade M01 (Ariete Mondego) com as outras variedades de carolino existem algumas diferenças significativas nos parâmetros WAI e WCAI. Assim, analisando o gráfico da Figura 34 relativamente ao parâmetro WAI, verifica-se que só existem diferenças significativas entre a amostra de referência M01 (Ariete Mondego) e a amostra S01 (Ariete Sado). De salientar que ambas as amostras são da variedade Ariete, apenas diferem na zona

geográfica de cultivo. Estas diferenças podem estar relacionadas com o teor de amilose.

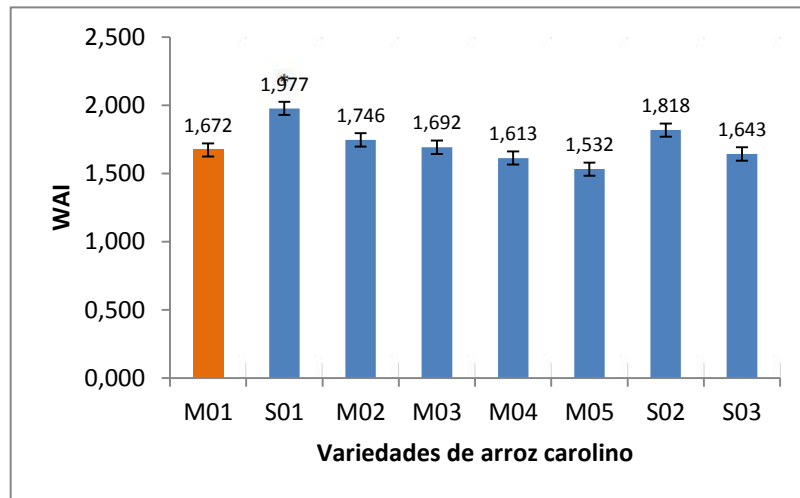


Figura 34 - Valores médios de WAI em diferentes variedades de arroz carolino. *Diferenças significativas entre amostras ($p < 0,05$). As barras indicam os valores de desvio-padrão.

Analisando agora o gráfico da figura 35 relativamente ao parâmetro WCAI, verifica-se que não existem diferenças significativas entre a amostra de referência M01 (Ariete Mondego) e as amostras M03 (Opal), M04 (Luna), M05 (Ceres). De salientar que a amostra de referência apresenta diferenças significativas neste parâmetro em relação a todas as variedades cultivadas no Sado.

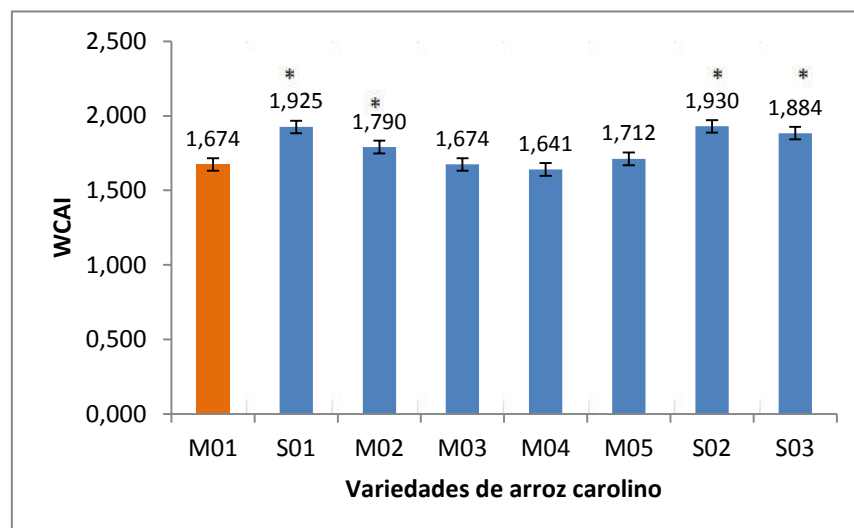


Figura 35- Valores médios de WCAI em diferentes variedades de arroz carolino. *Diferenças significativas entre amostras ($p < 0,05$). As barras de erro indicam os valores de desvio-padrão

Verificou-se a existência de uma relação positiva (Figura 36), não muito forte entre os parâmetros WAI e WCAI ($R^2=0,415$). Em certa medida, a quantidade de água absorvida numa cozedura adaptada (WCAI) é maior ou menor, em função da capacidade absoluta do arroz absorver água (WAI).

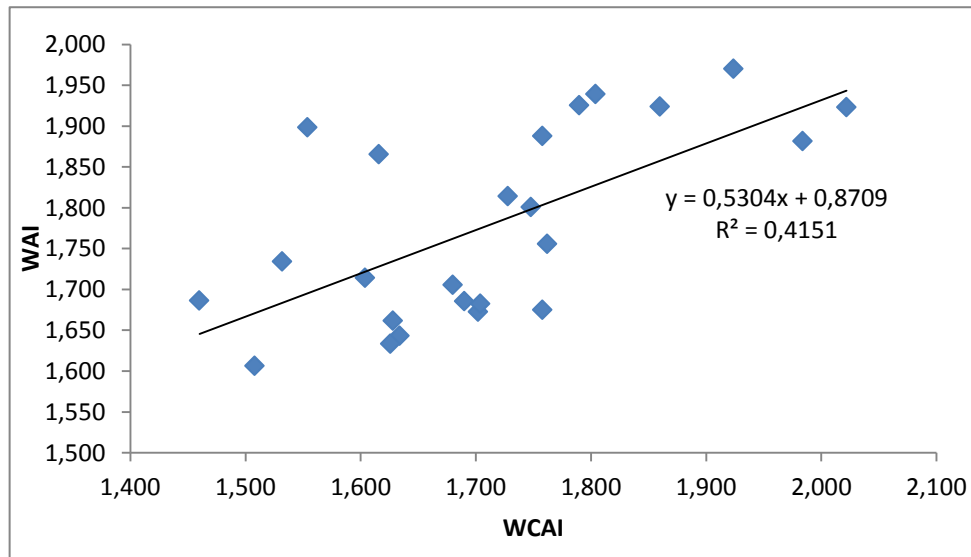


Figura 36 - Correlação entre WAI e WCAI.

IV.3. Teor de Amilose das variedades de arroz

Em relação ao teor de amilose (Figura 37), podemos constatar que a amostra de referência M01 (Ariete Mondego) e as amostras S01 (Ariete Sado), M02 (Euro), S02 (Teti) e S03 (Presto) apresentaram um teor de amilose baixo (12 – 20%) e as amostras M03 (Opal), M04 (Luna) e M05 (Ceres) apresentaram valores intermédios (20-25%) (Juliano, 1993).

O arroz com um baixo teor de amilose (< 20%) caracteriza-se por apresentar uma textura macia e pegajosa quando cozido. Esta característica deve-se à amilopectina que se liberta durante o processo de cozedura (Kasai et al. 2007).

Pela análise da figura 37 podemos concluir que entre a variedade de referência M01 (Ariete Mondego) e as variedades M03 (Opal), M05 (Ceres) e S03 (Presto) não existem diferenças significativas ($p>0,05$). De referir que as variedades M03 (Opal) e M05 (Ceres) apresentam valores mais elevados de amilose em relação às restantes. Salienta-se que as amostras M01 (Ariete Mondego) e S01 (Ariete Sado), ambas da

variedade Ariete contudo produzidas em zonas geográficas distintas, apresentam valores bastante diferentes de amilose, este facto já vem sido citado por outros autores (Tascón e Garcia, 1985) que referem que o número de horas de sol, ciclos curtos diários e temperaturas mais amenas durante a maturação, induzem a maiores teores de amilose. Essa diferença verifica-se no Baixo Mondego em relação às restantes zonas geográficas onde se produz arroz com qualidade específica do grão, com melhores características culinárias, que diferenciam de forma positiva os arrozes carolinos produzidos nessa região como é referido no caderno de especificações da IGP do arroz carolino do Baixo Mondego publicada no JOUE (2015/C 25/08).

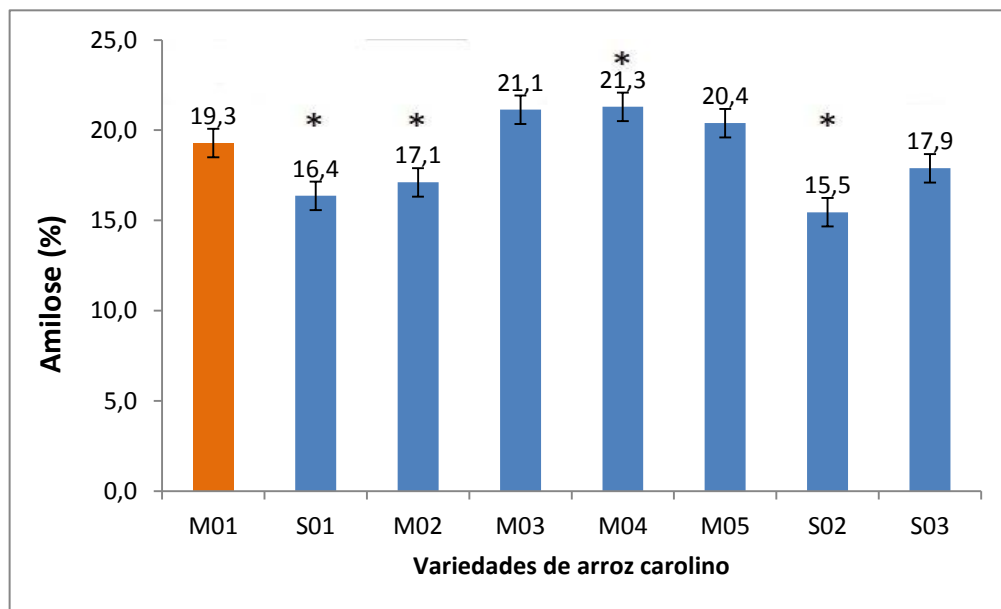


Figura 37 - Valores médios de amilose em diferentes variedades de arroz carolino. *Diferenças significativas entre amostras ($p < 0,05$). As barras indicam os valores de desvio-padrão

Verificou-se uma correlação negativa fraca entre o parâmetro WAI e a percentagem de amilose ($R^2=0,424$). Existe uma ligeira tendência para que valores mais elevados de amilose apresentem menores valores de absorção de água em processo de cozedura com excesso de água (figura 38).

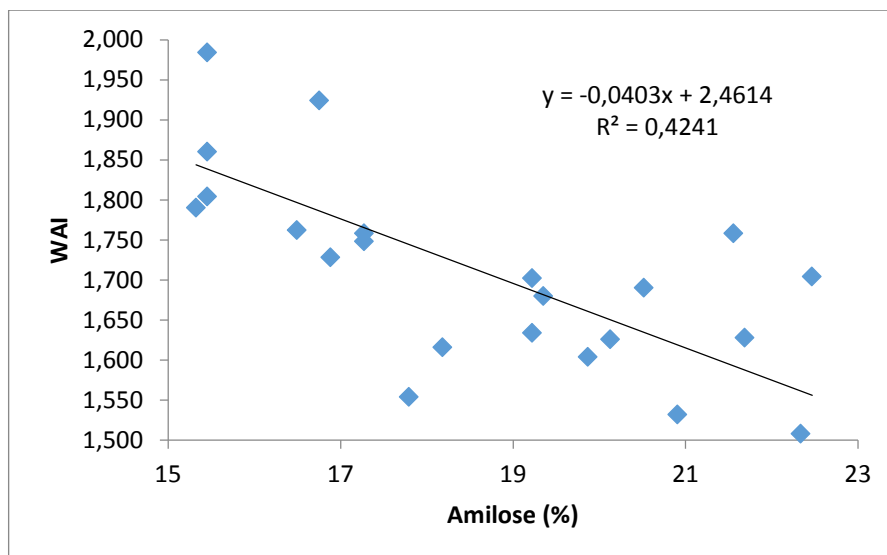


Figura 38 - Correlação entre WAI e o conteúdo de amilose.

Relativamente ao parâmetro WCAI, a correlação com o conteúdo de amilose é melhor ($R^2=0,7254$), mas também no sentido negativo. Pela análise do gráfico da figura 39, podemos verificar que existem dois grupos de resultados, um com menor concentração de amilose que apresentam valores mais elevados de WCAI e outro grupo com valores intermédios de amilose que por sua vez apresenta valores mais baixos de WCAI. O índice de absorção permite avaliar a absorção de líquidos, neste caso por parte do arroz. Para utilização culinária e industrial, a absorção da água correlaciona-se com a absorção do sabor do preparado culinário. A absorção da água correlaciona-se com a composição do amido e a sua estrutura molecular, bem como com todos os restantes componentes do arroz que interferem neste comportamento (Turhan et al., 2002; Araujo et al., 2007). O grupo de variedades de arroz carolino que apresentam valores de amilose mais elevadas e valores de WCAI mais baixos, têm tendência para absorverem menos líquidos, ficando no entanto mais firmes e soltos após a cozedura. Por outro lado, o grupo de variedades de arroz carolino que apresentam valores de amilose mais baixos e valores de WCAI mais elevados, têm tendência para absorverem mais líquidos e os sabores culinários, tal como é pretendido em determinados pratos culinários tradicionais de arroz malandrinho.

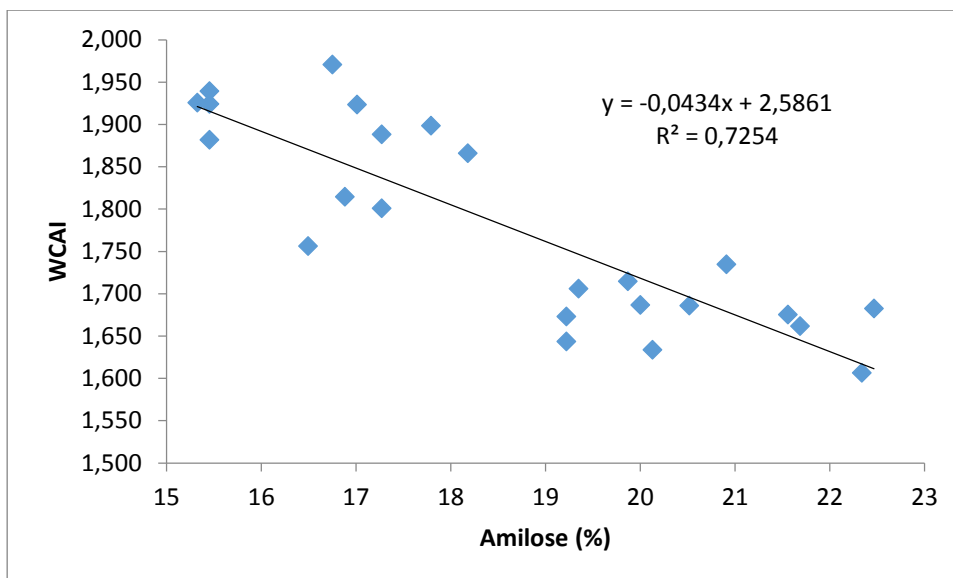


Figura 39 - Correlação entre WCAI e percentagem de amilose.

IV.4. Análise do Perfil de Textura (TPA)

Para definir a qualidade organolética do arroz, o parâmetro textura é considerado um dos mais importantes, uma vez que permite caracterizar a sensação que o consumidor tem ao mastigar o arroz. O arroz carolino ao ser cozinhado produz goma dando origem a pratos de arroz com uma consistência bastante cremosa.

A textura foi avaliada através de um método instrumental, que permitiu obter 14 parâmetros, dos quais foram selecionados 6 que se consideraram mais importantes para este estudo. Assim as oito amostras foram avaliadas em relação à dureza (1º ciclo de penetração – pico 1 da figura 40), gomosidade, adesividade, coesividade, elasticidade e viscosidade.

O gráfico da figura 40 descreve o comportamento geral de todas as amostras durante o ensaio de dupla compressão TPA.

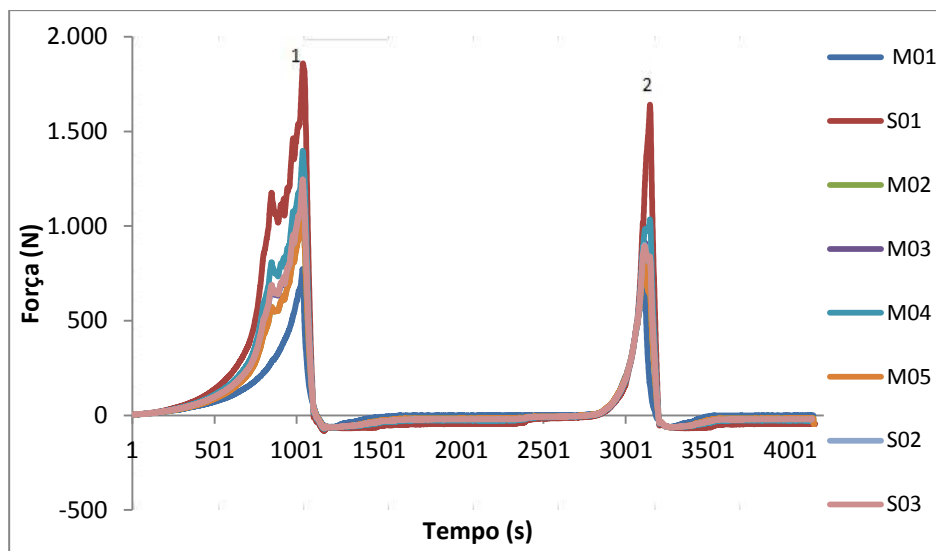


Figura 40 - Comportamento geral das amostras no ensaio de dupla compressão (TPA). 1 – Dureza – força máxima na primeira compressão; 2- Força máxima à segunda compressão.

De salientar que na amostra M01 (Ariete Mondego), o pico 1 relativo à dureza é o que apresenta o valor mais baixo. Os restantes picos embora tenham valores diferentes entre si apresentam um traçado semelhante com valores mais elevados.

A tabela 6 apresenta os valores dos parâmetros selecionados que foram obtidos através de triplicados das oito amostras de arroz. Pode-se verificar uma grande variação entre as diferentes amostras para os parâmetros escolhidos, com exceção da coesividade e viscosidade em que os valores obtidos para as diferentes amostras são mais próximos entre si, com exceção da amostra S02 (Teti).

Tabela 6 - Valores da textura obtidos no texturómetro. M- média; DP-desvio padrão

Amostra	Dureza		Gomosidade		Adesividade		Coesividade		Elasticidade		Viscosidade	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Ariete M01	1350,0	993,5	634,0	537,6	-328,3	328,9	0,5	0,1	1736,7	2193,2	2,1	1,2
Ariete S01	2059,5	1032,8	713,1	469,3	-545,4	252,8	0,4	0,2	1841,6	2127,3	2,1	1,4
Euro M02	1769,8	987,9	738,6	379,6	-500,7	264,4	0,4	0,1	1806,4	1008,8	2,4	0,3
Opal M03	477,3	292,5	204,4	145,4	-102,9	44,6	0,4	0,1	356,2	223,0	1,8	0,4
Luna M04	622,5	264,5	240,5	96,5	-70,5	15,4	0,4	0,0	378,1	129,9	1,6	0,2
Ceres M05	1656,7	812,5	836,2	436,2	-377,0	212,1	0,5	0,1	1126,6	461,1	1,4	0,3
Teti S02	342,0	310,5	240,0	108,6	-85,4	78,1	94,7	163,5	150,1	58,3	-23,7	43,4
Presto S03	487,5	120,0	184,7	28,5	-84,5	41,2	0,4	0,1	253,2	66,1	1,4	0,2

A análise estatística revelou que relativamente aos parâmetros de textura não há diferenças significativas entre as variedades estudadas. Deve-se referir também que para diminuir a dispersão de resultados o número de réplicas deveria ter sido superior, o que não foi possível durante o período de estágio por falta de tempo.

IV.5. Análise Sensorial

As provas utilizadas foram os testes triangulares para determinar se os provadores detetavam diferenças entre a amostra de referência M01 (Ariete Mondego) e as outras amostras. Em cada sequência de amostras o provador tinha que identificar a amostra diferente. O teste foi realizado em duas fases. Na primeira fase foram postas em prova a variedade (M01) Ariete Mondego com as variedades (S01) Ariete Sado, (M02) Euro, (S02) Teti e (S03) Presto com 15 provadores. Na segunda fase foram postas em prova a variedade Ariete Mondego (M01) com as variedades Opal (M03), Luna (M04) e Ceres (M05).

A população que realizou este teste foram 34 provadores com idades compreendidas entre os 20 e os 60 anos, sendo a maioria (41%) do grupo entre os 40-49 anos. Em relação ao género, 56% eram do sexo feminino e 44% do sexo masculino. Dos 34 provadores apenas dois não são consumidores habituais de arroz carolino.

A tabela 7 apresenta os resultados da primeira fase das provas.

Tabela 7 - Resultados da 1ª fase das provas com 15 provadores (N=15)

Prova	Sequência			Nº respostas certas	Nº mínimo de respostas corretas (N=15 $\alpha=0.01$)	Diferença significativa
P1	M01 (Ariete)	M02 (Euro)	M02 (Euro)	10	10	Sim
P2	S02 (Teti)	M01 (Ariete)	M01 (Ariete)	14		Sim
P3	S03 (Presto)	M01 (Ariete)	S03 (Presto)	5		Não
P4	M01 (Ariete)	S01 (Ariete)	M01 (Ariete)	11		Sim

Através da análise da tabela 7, podemos verificar para um nível de confiança de 99%, que os provadores conseguiram identificar diferenças entre as variedades M02

(Euro), S02 (Teti) e S01 (Ariete Sado) em relação à variedade (M01) Ariete Mondego, e não conseguiram identificar diferenças significativas entre a variedade S03 (Presto) e a variedade M01 (Ariete Mondego). A tabela 8 apresenta os resultados da segunda fase das provas.

Tabela 8 - Resultados da 2ª fase das provas com 19 provadores (N=19)

Prova	Sequência			Nº respostas certas	Nº mínimo de respostas corretas (N=19 $\alpha=0.01$)	Diferença significativa
P1	M03 (Opal)	M01 (Ariete)	M03 (Opal)	9	12	Não
P2	M04 (Luna)	M01 (Ariete)	M01 (Ariete)	13		Sim
P3	M01 (Ariete)	M05 (Ceres)	M05 (ceres)	10		Não

Pela análise da tabela 8, podemos verificar para um nível de confiança de 99%, que os provadores conseguiram identificar diferenças entre a variedade M04 (Luna) e a variedade M01 (Ariete Mondego), e não conseguiram identificar diferenças entre as variedades M03 (Opal) e M05 (Ceres) e a variedade M01 (Ariete Mondego).

Conclusões

Relativamente à caracterização industrial das variedades, o tratamento estatístico revelou que entre a variedade Ariete Mondego (M01) e a Opal (M03) não existem diferenças significativas na % de Humidade e na % de gessados e verdes.

Os dados obtidos permitiram verificar a existência de uma correlação negativa entre a % de Humidade e o rendimento industrial (RI). A amostra M04 (Luna) que teve o valor de RI mais elevado apresentou o valor de Humidade mais baixo e a amostra M05 (Ceres) apresentou o valor mais elevado de Humidade e conseqüentemente o menor valor de RI.

Na absorção de água com excesso de água (WAI), a variedade Ariete Sado (S01) foi a única que foi significativamente diferente da variedade de referência, enquanto que no teste WCAI não houve diferenças significativas para as variedades Opal (M03), Luna (M04), Ceres (M05).

Em relação ao teor de amilose entre a variedade Ariete Mondego (M01) e as variedades Opal (M03), Ceres (M05) e Presto (S03) não existiram diferenças significativas. Estas mesmas variedades na análise sensorial também não apresentaram diferenças significativas em relação à variedade Ariete Mondego (M01). Os factos apontados revelam uma maior semelhança entre estas variedades nas características de cozedura.

Em relação à textura, as variedades testadas não apresentaram diferenças significativas entre si, para baixar a dispersão de resultados devia-se ter aumentado o número de réplicas em cada ensaio.

Relativamente à análise sensorial, para um nível de confiança de 99% os provadores não verificaram diferenças significativas entre a variedade Ariete Mondego (M01) e as variedades Opal (M03), Ceres (M05) e Presto (S03).

Seria também importante, para estudos futuros, fazer uma análise sensorial descritiva em relação a cada variedade de arroz.

De realçar que entre as duas variedades Ariete não houve semelhanças entre si. Apresentaram teores de amilose diferentes e tal como em estudos anteriores verificou-se que o teor de amilose da variedade proveniente do Mondego foi mais elevado.

Apesar das variedades em estudo pertencerem todas ao mesmo tipo comercial, carolino longo A, em que as indicações de cozadura são iguais para todas, no que diz respeito à relação água:arroz, verificou-se que nem todos os carolinos apresentam características semelhantes entre si. Estas variações são influenciadas pelas características físico-químicas, condições e zona geográfica de cultivo, processo de cozadura, entre outros.

Referências Bibliográficas

ALLAHGHOLIPOUR, M., Ali, A. J., Alinia, F., Kojima, Y. - Relationship between rice grain amylose and pasting properties for breeding better quality rice varieties. Plant Breeding. Vol. 125, nº4 (2006) p. 357-362.

ARAUJO, W. M. C., Montebello N. P., Botelho, R., Borgo, A. - Alquimia Dos Alimentos. 1ª edição. Brasil: Senac, 2007. ISBN 978 85 98694 306.

BELLO, M.O., Loubes, M.A., Aguerre, R.j., Tolaba, M.P.- Hydrothermal treatment of rough rice: effect of processing conditions on product attributes. Journal Food Science Technology. Vol. 52, nº8 (2015) p. 5156-5163.

BHATTACHARYA, K.R. - Breakage of rice during milling; a review. Tropical science, Oxford. Vol. 22, nº 3 (1980) p. 255-76.

BRITES C, Guerreiro M, Modesto M.L. - O arroz carolino: uma joia da nossa gastronomia. COTarroz, Salvaterra de Magos. (2006) p. 33, ISBN 989-95133-O-X.

BUGGENHOUT, J., Brijs, K., Celus, I., Delcour, J. A. - The breakage susceptibility of raw and parboiled rice: A review. Journal of Food Engineering. Vol. 117, nº3 (2013) p. 304-315.

CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES – Arroz carolino do Baixo Mondego IGP. [Em linha]. (2014) [Consult. 20 mar. 2017]. Disponível em [www:<URL: http://pt.scribd.com/doc/53731500/Arroz-Carolino-Baixo-Mondego-IGP>](http://pt.scribd.com/doc/53731500/Arroz-Carolino-Baixo-Mondego-IGP).

CAPPA, C., Lucisano, M., Mariotti, M. - Rheological properties of gels obtained from gluten-free raw materials during a short term aging. LWT - Food Science and Technology. Vol. 53, nº2 (2013) p. 464–472.

CHAKRAVERTY, A., Mujumdar, A. S., Ramaswamy, H.S., Raghavan, G.S. - Handbook of Postharvest Technology: Cereals, Fruits, Vegetables, Tea, and Spices. 1ª edição. New York: Marcel Decker, 2003. ISBN 9780824705145.

CHANG, T., Bardenas, E. A. - The Morphology and Varietal Characteristics of the Rice Plant. The International Rice Research Institute. Technical Bulletin 4. Laguna: The Philippines, 1965.

DECRETO-LEI nº 62/2000 de 9 de abril do Ministério da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural. [Em linha]. Diário da República: 1ª série, nº [Consult. em 20 fev. 2017]. Disponível em [www:<URL:http://dre.pt>](http://dre.pt).

DUTCOSKY, S.D. - Análise Sensorial de Alimentos. 2ª edição. Curitiba: Editora Universitaria Champagat, 1996. ISBN 9788572921688.

ERNESTO MORGADO S.A.– Arroz Pato Real, 2014. [Consul. 12 fev. 2017]. Disponível em [www:<URL: http://www.emorgado.pt/pdf/em_2014_pt.pdf>](http://www.emorgado.pt/pdf/em_2014_pt.pdf).

ESTEVEES, Eduardo – Introdução à Análise Sensorial. Universidade do Algarve. Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve, Departamento de Engenharia Alimentar, Faro. 2014. p. 5-42, [Consult. 12 maio 2017]. Disponível em www: <URL: http://www.academia.edu/2993383/Introducao_a_Analise_Sensorial>.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nation. Food Outlook. Biannual Report on food markets, 2017. [Consult. 10 Nov. 2017]. Disponível em www:<URL: <http://www.fao.org/3/a-i7343e.pdf>>.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nation. 2014. [Consult. Em 22 Fev. 2017]. Disponível em www:<URL:<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

FIGUEIREDO, Joaquim ; Guerreiro, Margarida – O Arroz. [Consult. 12 jun. 2017]. Disponível em www:<URL:<http://www.cienciaviva.pt/docs/arrozdoce.pdf>>.

HLEAP, J., Velasco, V. - Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). Facultad de Ciencias Agropecuarias. Vol. 8 nº2 (2010) pág. 46-56.

INE -Instituto Nacional de Estatística, Estatísticas agrícolas 2013. [Consult. 22 de mar. 2017]. Disponível em www:<URL: <https://www.ine.pt>>

INS Doutor Ricardo Jorge (a) - Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge – Detalhe alimento. Arroz integral cru. [Consult. 21 mar. 2017]. Disponível em www:<URL:<http://www.insa.pt>>

INS Doutor Ricardo Jorge (b) - Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge – Detalhe alimento. Arroz comum cru. [Consult. 21 mar. 2017]. Disponível em www:<URL:<http://www.insa.pt>>

INS Doutor Ricardo Jorge (c) - Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge – Detalhe alimento. Arroz comum cozinhado. [Consult. 21 mar. 2017]. Disponível em www:<URL:<http://www.insa.pt>>

ISO 4120:2004. Sensory analysis. Methodology - Triangle test. 2ª Ed., International Organization for Standardization.

ISO 5492:2008. Sensory analysis. Vocabulary. 2ª Ed., International Organization for Standardization.

ISO 6646:2011. Determination of the potencial milling yield from paddy and husked rice. 3ª Ed., International Organization for Standardization.

ISO 6647-2:2006. Rice -Determination of amylose content - Part 2: Routine methods. 2ª Ed., International Organization for Standardization.

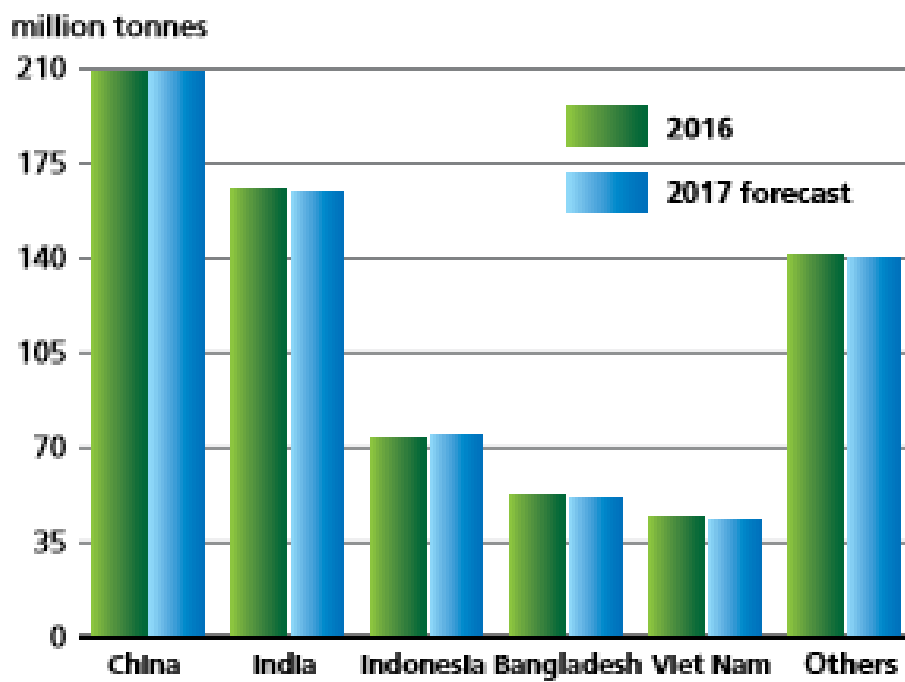
JULIANO, B.O. - Rice in human nutrition. Rome: FAO, 1993. [Consult. 24 mar. 2017]. Disponível em www:<URL: <http://www.fao.org>>.

- KASAI, M., Lewis, A., Ayabe, S., Hatae, K., Fyfe, C.A. - Quantitative NMR imaging study of the cooking of Japonica and Indica rice. Food Research International. Vol.40, nº 8 (2007) pág. 1020-1029.
- KUNZE, O. R. - Effect of Drying on Grain Quality - Moisture Readsorption Causes Fissured Rice Grains. Agricultural Engineering International: CICR journal. Vol. 10 nº1 (2008) pág. 17.
- MARCHEZAN, E., Godoy, O.P., Filho, J.M. - Relações entre épocas de semeadura, de colheita e rendimento de grãos inteiros de cultivares de arroz irrigado. Pesq. Agropec Bras. Brasília. Vol. 28, nº 7 (1993) pág. 843-848.
- MEDCALF, D. G., Gilles, K. A. - "Wheat Starches. I. Comparison of Physicochemical Properties." Cereal Chemistry . Vol. 42 nº6 (1965) pág. 558-568.
- MENDES, J. Amado - Canteiros de arroz: a orizicultura entre o passado e o futuro. Camara Municipal de Montemor-o-velho, 2005.
- MOHAPATRA, D., Bal, S. - "Physical Properties of Indica Rice in Relation to Some Novel Mechanical Properties Indicating Grain Characteristics." Food and Bioprocess Technology. Vol. 5 nº6 (2012) pág. 2111-2119.
- NORONHA, João Feire – Análise Sensorial – Metodologia. Apontamentos de Análise Sensorial (2003). [Consult. 10 Abril. 2017]. Disponível em [www:<URL: http://www.esac.pt/noronha/A.S/Apontamentos/sebenta_v_1_0.pdf>](http://www.esac.pt/noronha/A.S/Apontamentos/sebenta_v_1_0.pdf).
- NOVARROZ, INIAV – O cultivo do arroz. Marketing Agrícola. Artigos Técnicos & Comerciais, Cereais. Publicado em 25 Janeiro, 2017. [Consul. 20 Fev. 2017]. Disponível em [www:<URL: http://marketingagricola.pt/o-cultivo-do-arroz/>](http://marketingagricola.pt/o-cultivo-do-arroz/)
- NP ISO 9001:2015. Sistemas de Gestão da Qualidade.
- NP ISO 14001:2015. Sistemas de gestão ambiental; Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização.
- NP ISO 22000: Sistemas de gestão da segurança alimentar.
- ONG, M.H., Blanshard, J.M.V. - Texture determinants in cooked, parboiled rice I: rice starch amylose and the fine structure of amylopectin. Journal of Cereal Science. Vol.21 (1995) pág. 251- 260.
- ORTHOEFER, F. T. - Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Sixth Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2005. ISBN: 978-0-471-38460-1.
- PERDON, A. A., Siebenmorgen, T. J., Buescher, R. W., Gbur, E. E. - "Starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage." Journal of Food Science . Vol. 64 nº5 (1999) pág. 828-832.
- RAMESH, M., Ali, S. Z., Bhattacharya, K.R. - "Structure of rice starch and its relation to cooked-rice texture." Carbohydrate Polymers. Vol. 38 nº4 (1999) pág. 337-347.

- RAO, M. - Rheology of fluid and semisolid foods: principles and applications. Second Edition. Geneva, NY, USA. Springer, 2007. ISBN: 978-0-387-70929-1.
- ROY, P., Ijiri, T., Okadome, H., Nei, D., Orikasa, T., Nakamura, N., Shiina, T. - Effect of Processing Conditions on Overall energy Consumption and Quality of Rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Food Engineering. Vol. 89 (2008) pág. 343-348.
- SILVA, M. Vianna – Arroz. 1ª edição. Fundação Calouste Gulbenkian, 1969.
- SUJATHA, S. J., Ahmad, R., Bhat, P. R. - "Physicochemical properties and cooking qualities of two varieties of raw and parboiled rice cultivated in the coastal region of Dakshina Kannada, India." Food Chemistry. Vol. 86 nº2 (2004) pág. 211-216.
- SUN, M., Abdula, S. E., Lee, H., Cho, Y.G., Han, L., Koh, H., Cho, Y.C - Molecular aspect of good eating quality formation in Japonica rice. Journal-PLOSone. Vol. 6 nº4 (2011) pág. 1-12
- TASCON, E., Garcia, D.E. - Arroz: investigacion y produccion. CIAT, 1985. 696p.
- TURHAN, M., Sayar, S., Gunasekaran, S. - "Application of Peleg model to study water absorption in chickpea during soaking." Journal of Food Engineering. Vol. 53 nº2 (2002) pág. 153-159.
- VILLANOVA, F., Antunes, M.A., Buloz, V., Schwartz, J.A., Paraginsky, R.T., Oliveira, M. - Parâmetros Viscoamilográficos e de Cocção de Arroz Integral, Parboilizado Integral, Preto e Vermelho Após o Beneficiamento. In: VI Conferência Brasileira de Pós-colheita. Maringá, PR. Anais da VI Conferência Brasileira de Pós-colheita. (2014) pág. 72-77. [Consult. em 26 junho 2017]. Disponível em [www:<http://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/110_20142111_02-11-36_1838.pdf>](http://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/110_20142111_02-11-36_1838.pdf)
- ZHOU, Z., ROBARDS, K., Helliwell, S., Blanchard, C. - "Ageing of stored rice: Changes in chemical and physical attributes." Journal of Cereal Science. Vol. 35 nº 1 (2002) pág. 65-78.

Anexos

ANEXO 1 – Maiores produtores mundiais de arroz (2016/2017)



Fonte: (FAOSTAT, 2017)

OUTROS ATOS

COMISSÃO EUROPEIA

Publicação de um pedido em conformidade com o artigo 50.º, n.º 2, alínea a), do Regulamento (UE) n.º 1151/2012 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo aos regimes de qualidade dos produtos agrícolas e dos géneros alimentícios

(2015/C 25/08)

A presente publicação confere um direito de oposição ao pedido nos termos do artigo 51.º do Regulamento (UE) n.º 1151/2012 do Parlamento Europeu e do Conselho⁽¹⁾.

DOCUMENTO ÚNICO

«ARROZ CAROLINO DO BAIXO MONDEGO»

N.º UE: PT-PGI-0005-0966 — 21.2.2012

DOP () IGP (X)

1. Nome

«Arroz Carolino do Baixo Mondego»

2. Estado-Membro ou país terceiro

Portugal

3. Descrição do produto agrícola ou género alimentício

3.1. Tipo de produto

Classe 1.6. Frutas, produtos hortícolas e cereais não transformados ou transformados

3.2. Descrição do produto correspondente à denominação indicada no ponto 1

Entende-se por Arroz Carolino do Baixo Mondego a cariopse desencasulada da espécie *Oryza sativa* L, subespécie Japónica, de diversas variedades, como Ariete, EuroSis, Augusto, Vasco e Luna, que por ser cultivada na região do Baixo Mondego, depois de descascada, branqueada e com teor de humidade igual ou inferior a 13%, apresenta as seguintes características:

Características varietais do grão branqueado cru

A biometria do grão do Arroz Carolino do Baixo Mondego enquadra-se no tipo longo A. O grão apresenta cor branca com aspecto vítreo e cristalino.

Características químicas do grão cru

Parâmetros	Valores mínimos	Valores máximos
Amilose aparente (% m.s.)	17,5	22,5
Proteína (% m.s.)	6,1	7,2
Gordura (% m.s.)	0,54	0,95
Cinza Total (% m.s.)	0,30	0,45

Características físicas

Parâmetros	Valores mínimos	Valores máximos
Grãos inteiros (%)	60	68

(1) JO L 343 de 14.12.2012, p. 1.

ANEXO 3 – Curva de calibração da amilose

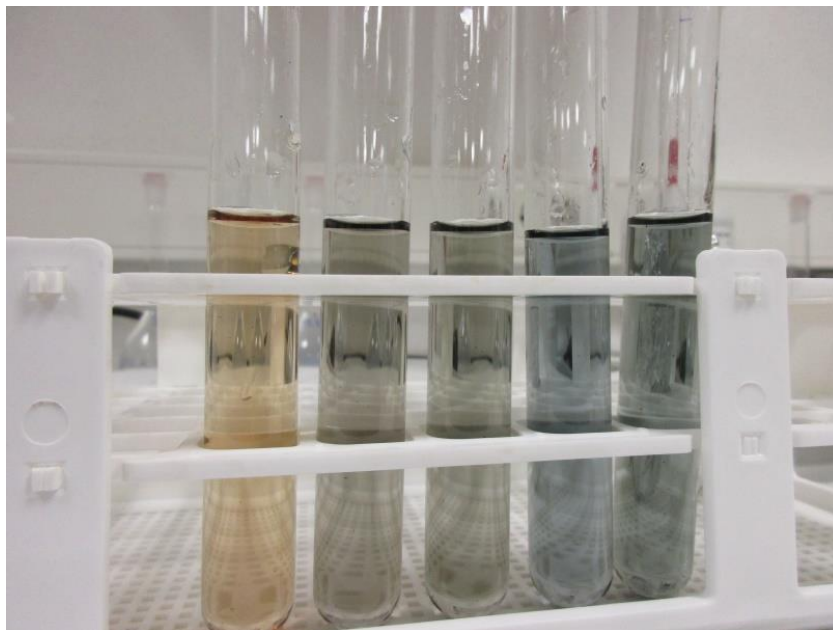
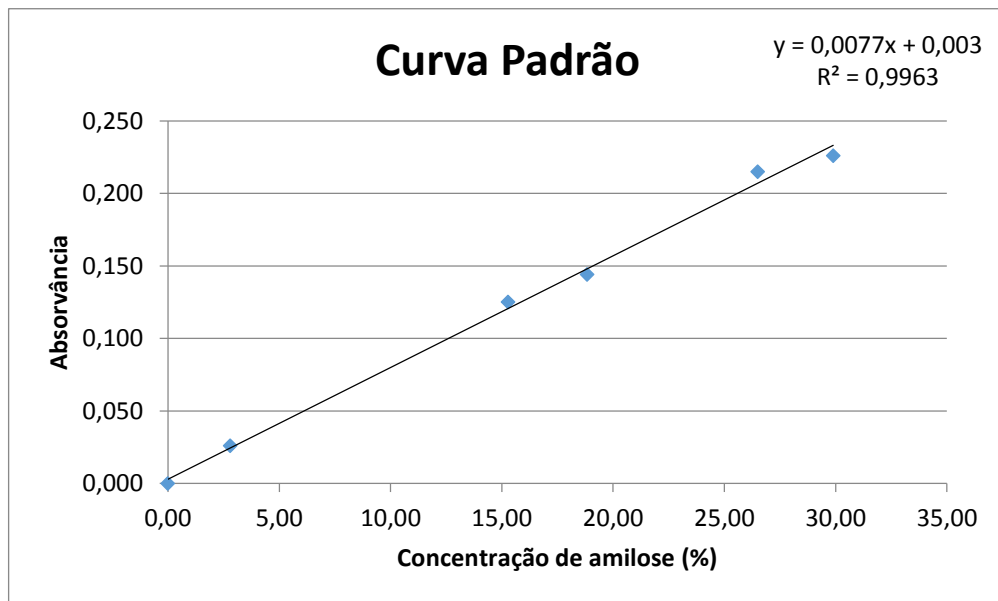


Figura 41 - Soluções padrão de arroz

ANEXO 4 – Ficha de Prova (Teste Triangular)

FICHA DE PROVA DE ANÁLISE SENSORIAL

Teste triangular

Idade: _____	Sexo: F () M ()	Data: ____/____/2017
--------------	-------------------	----------------------

Consumidor habitual de arroz Carolino: Sim () Não ()

Produto: Arroz Carolino

Vão ser apresentadas quatro séries de três amostras de arroz carolino codificadas com um código de 3 dígitos atribuídos de forma aleatória. Duas são iguais e uma é diferente.

Prove as amostras e identifique a amostra diferente, colocando um círculo à volta do número.

Prato 1:	749	109	858
Prato 2:	984	777	111
Prato 3:	229	366	874
Prato 4:	849	311	358

Observações:

Obrigado pela sua colaboração!

ANEXO 5 – Tabela para análise dos resultados do Teste Triangular (ISO 2004)

Table A.1 — Minimum number of correct responses needed to conclude that a perceptible difference exists based on a triangle test

n	α					n	α				
	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001		0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
6	4	5	5	6	—	27	12	13	14	16	18
7	4	5	5	6	7	28	12	14	15	16	18
8	5	5	6	7	8	29	13	14	15	17	19
9	5	6	6	7	8	30	13	14	15	17	19
10	6	6	7	8	9	31	14	15	16	18	20
11	6	7	7	8	10	32	14	15	16	18	20
12	6	7	8	9	10	33	14	15	17	18	21
13	7	8	8	9	11	34	15	16	17	19	21
14	7	8	9	10	11	35	15	16	17	19	22
15	8	8	9	10	12	36	15	17	18	20	22
16	8	9	9	11	12	42	18	19	20	22	25
17	8	9	10	11	13	48	20	21	22	25	27
18	9	10	10	12	13	54	22	23	25	27	30
19	9	10	11	12	14	60	24	26	27	30	33
20	9	10	11	13	14	66	26	28	29	32	35
21	10	11	12	13	15	72	28	30	32	34	38
22	10	11	12	14	15	78	30	32	34	37	40
23	11	12	12	14	16	84	33	35	36	39	43
24	11	12	13	15	16	90	35	37	38	42	45
25	11	12	13	15	17	96	37	39	41	44	48
26	12	13	14	15	17	102	39	41	43	46	50

NOTE 1 Values in the table are exact because they are based on the binomial distribution. For values of n not in the table, compute approximate values for the missing entries based on the normal approximation to the binomial as follows. Minimum number of responses (x) = nearest whole number greater than

$$x = (n/3) + z \sqrt{2n/9}$$

where

z varies with the significance level as follows: 0,84 for α = 0,20; 1,28 for α = 0,10; 1,64 for α = 0,05; 2,33 for α = 0,01; 3,09 for α = 0,001.

NOTE 2 Values of n < 18 are usually not recommended for a triangle test for a difference.

NOTE 3 Adapted from Reference [11].