



INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA
ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA

Mestrado em Engenharia Alimentar

Relatório de Estágio Profissionalizante

**Desenvolvimento de um preparado fermentado com base
em subprodutos da transformação do arroz**

Cristiana Loureiro Pires

Coimbra, 2014



INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA
ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA

Mestrado em Engenharia Alimentar

Relatório de Estágio Profissionalizante

**Desenvolvimento de um preparado fermentado com base
em subprodutos da transformação do arroz**

Cristiana Loureiro Pires

Orientador: Doutora Maria de Fátima Machado

Co-orientador: Doutora Marta Henriques

Local de estágio: Ernesto Morgado, S. A., Alqueidão - Figueira da Foz

Coimbra, 2014

Este Relatório de Estágio Profissionalizante foi elaborado expressamente para a obtenção de grau de Mestre de acordo com o despacho nº 2032/2014 de 7 de Fevereiro de 2014, referente ao Regulamento do Ciclo de Estudos conducente à obtenção do grau de Mestre do Instituto Politécnico de Coimbra.

Agradecimentos

A realização deste trabalho só foi possível com o apoio e colaboração de um grande número de pessoas, que directa ou indirectamente me ajudaram, e a quem quero expressar o meu sincero agradecimento. Se não fosse o amor e o contributo destas pessoas nada disto seria possível.

O meu primeiro agradecimento vai para a empresa Ernesto Morgado S.A., em particular para o Professor Ernesto Morgado por me ter dado a oportunidade de realizar o meu estágio profissionalizante, cedendo os meios materiais e humanos sempre que necessários à realização dos ensaios experimentais.

Agradeço também à Escola Superior Agrária de Coimbra - IPC, onde tenho adquirido formação na área de Engenharia Alimentar e às pessoas com quem estudei e aprendi, dos colegas aos professores, que têm contribuído para que o meu percurso académico tenha sido enriquecedor no plano técnico e humano.

Agradeço, à minha orientadora, Doutora Fátima Machado por ter aceite este desafio, pelo apoio, entendimento e disponibilidade ao longo do estágio.

Agradeço, à minha co-orientadora, Professora Marta Henriques pela constante presença, apoio e dedicação demonstrada ao longo de todo este processo.

Agradeço ao Professor Doutor Jorge Oliveira por me ter facultado toda a informação inicial para o desenvolvimento deste novo produto e pela troca de ideias e incentivo transmitido.

Ao Engenheiro João Simões pela troca de ideias, sugestões e informações durante a realização dos ensaios experimentais, o meu muito obrigado.

Gostava de agradecer a todos os colaboradores da empresa Ernesto Morgado S.A. que disponibilizaram o pouco do seu tempo, para me ajudarem na prova de análise sensorial.

Pelo apoio competente e incansável do Sr. Jorge Viegas no Laboratório dos Lacticínios e à Professora Sandra Santos e ao Sr. José Carlos pela disponibilidade e ensinamento no Laboratório de Química, o meu muito obrigado.

Quero também dirigir uma palavra de profundo agradecimento aos meus familiares, Pai, Irmão, Avós e namorado Daniel, que durante este trabalho me dedicaram total apoio, incentivo e disponibilidade. Sem eles não seria possível a conclusão do meu estágio.

Por fim, e não menos importante, quero agradecer do fundo do meu coração aos meus Tios Armando e Celeste por me terem acolhido na sua casa, sem hesitação, e com grande compreensão.

Muito Obrigada por Tudo!

Resumo

O principal objectivo deste trabalho foi desenvolver um novo produto alimentar, mais propriamente um preparado fermentado à base de arroz, com o intuito de valorizar e dar um novo ciclo económico a dois subprodutos da indústria arroseira: a trinca, excelente fonte de hidratos de carbono, e a sêmea, rica em fibras alimentares, proteínas e gorduras.

A trinca de arroz foi a matéria-prima utilizada na obtenção da bebida de arroz que serviu de meio de cultura à fermentação por *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*. Após o processo de fermentação foram adicionados vários tipos de coadjuvantes e em várias quantidades de forma a melhorar a textura, viscosidade, valor nutricional e organoléptico dos preparados quer líquidos quer sólidos.

O preparado fermentado líquido continha goma xantana, polpa de fruta e aroma; já o preparado sólido era composto por goma de alfarroba, sêmea, polpa de fruta e fruta fresca. Depois do processo de formulação estar concluído, os preparados foram embalados e submetidos a um processo de esterilização com o objetivo de garantir a segurança alimentar e aumentar a estabilidade do produto durante o seu tempo de vida útil, evitando a necessidade de rede de frio.

Os produtos obtidos possuem como características distintivas o facto de serem isentos de glúten e de lactose, satisfazendo determinados grupos com limitações nutricionais específicas e proporcionando um estilo de vida saudável e equilibrado aos consumidores, preenchendo esta lacuna no mercado.

Em termos de características os dois produtos são bastante promissores: a fermentação dos preparados de trinca de arroz resultou num sabor menos ácido do que o obtido para o iogurte convencional, com pH idêntico e o sabor predominante a arroz diminuiu bastante com a fermentação; apresentam um teor de matéria gorda insignificante (< 0,1%), enquanto que contém um teor de proteína expressivo (1,43%), assim como um teor de fibra (0,35%) no caso do preparado sólido. Relativamente à avaliação sensorial dos produtos, o preparado líquido teve bastante aceitação por parte dos provadores. Já para o preparado sólido, apesar da sua apreciação ser razoável é mencionado que necessita de melhorias nos parâmetros de sabor e cheiro.

Palavras-chave: trinca de arroz, sêmea, fermentos lácteos, fermentação, hidrocolóides

Abstract

The main objective of this work was the development of a new food product, a fermented rice-based preparation. The intention was add value and give a new economic cycle to by-products from the rice industry such as: broken rice, excellent source of carbohydrates, and rice bran, rich in dietary fibres, proteins and fats.

The broken rice was the raw material used to obtain the rice drink that served as the culture medium to the fermentation by *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*. After the fermentation were added, several types substances in various amounts to improve the texture, viscosity, nutritional and organoleptic characteristics of both liquid and solid preparations.

Whereas the liquid preparation contained xanthan gum, fruit pulp and aroma; the solid preparation was locust bean gum, rice bran, fruit pulp and fresh fruit. After the conclusion of the formulation process the preparations were packaged and sterilized, for guaranteeing food safety and increasing the product's stability during its self-life, avoiding the need of refrigeration.

Both products have as distinctive features the fact that they are gluten and lactose-free, These characteristics satisfy certain groups of consumers with special nutritional limitations and provide them a healthy and balanced lifestyle, fulfilling this gap that currently exists on the market.

Regarding to their features both products are very promising: the fermentation of the broken rice resulted in a less acid taste than in the case of conventinal yoghurt, despite its display of an identical pH; the predominant rice flavour decreases significantly with the fermentation; both products present a low fat content ($< 0.1\%$), an expressive protein content (1.43%) as well as fiber content (0.35%) only for the case of solid preparation. Concerning to the sensory evaluation, the liquid product had good acceptability from the panelists. Although the solid preparation did not have a bad appreciation, it was mentioned that it needs some improvements relating to the taste and flavor.

Keywords: broken rice, rice bran, lactic cultures, fermentation, hydrocolloids

Índice geral

Objectivos e âmbito do trabalho.....	1
1. Introdução.....	2
1.1. O arroz.....	2
1.1.1. Composição química e valor nutricional do arroz.....	3
1.1.2. Benefícios do arroz na saúde	5
1.2. A empresa e os seus produtos	5
1.3. Processo produtivo do arroz	8
1.3.1. Subprodutos	9
Trinca	9
Sêmea	10
1.4. Hidrocolóides	11
1.4.1. Amido	12
1.4.2. Goma xantana	14
1.4.3. Goma de alfarroba	15
1.4.4. Ágar-ágar	16
1.5. Métodos de conservação dos alimentos	17
1.5.1. Fermentação	19
1.5.2. Esterilização comercial	19
2. Materiais e métodos	21
2.1. Legislação e Denominação do produto a desenvolver	22
2.2. Formulação e preparação da bebida à base de arroz	23
2.3. Fermentação da bebida de arroz	24
2.4. Adição de hidrocolóides	25
2.5. Adição de polpas de fruta, sêmea, aroma e pedaços de fruta	26
2.6. Embalamento, selagem e esterilização	28
2.7. Avaliação do produto final	28
2.7.1. Cor	28
2.7.2. °Brix	29
2.7.3. Textura	29
2.7.4. Viscosidade.....	29
2.7.5. Composição química	29
2.7.6. Análise sensorial.....	30
3. Apresentação e discussão dos resultados.....	31

3.1. Fermentação da bebida de arroz	31
3.2. Cor	31
3.3. °Brix	33
3.4. Textura	33
3.5. Viscosidade.....	34
3.6. Composição química	35
3.7. Análise sensorial.....	37
Conclusão	40
Sugestões para trabalho futuro	41
Bibliografia	42
Anexos.....	48
Anexo I - Fluxograma do preparado líquido fermentado esterilizado à base de arroz	49
Anexo II - Descrição do processo do preparado líquido fermentado esterilizado à base de arroz	50
Anexo III - Fluxograma do preparado fermentado sólido.....	52
Anexo IV - Descrição do processo do preparado fermentado sólido	53
Anexo V – Determinação de extrato seco.....	55
Anexo VI – Determinação de cinzas.....	56
Anexo VII – Determinação de fibra	57
Anexo VIII – Determinação de gordura.....	58
Anexo IX – Determinação de proteína	59
Anexo X – Folha de prova de análise sensorial	60

Índice de figuras

Figura 1 - Instalações da Empresa Ernesto Morgado S.A. (Ernesto Morgado, 2013a).....	6
Figura 2 - Os diversos produtos da marca <i>Pato Real</i> ® (Ernesto Morgado S.A., 2013a).....	6
Figura 3 - Arroz pronto e refeições completas prontas a comer da marca <i>Pato Real Minuto</i> ® (Ernesto Morgado S.A., 2013a).	7
Figura 4 – Etapa de limpeza da transformação do arroz (Ernesto Morgado S.A., 2011b).....	8
Figura 5 - Etapa de descasque da transformação do arroz (Ernesto Morgado S.A., 2011b).....	8
Figura 6 - Etapa de branqueamento da transformação do arroz (Ernesto Morgado S.A., 2011b).	9
Figura 7 - Etapa de triagem da transformação do arroz (Ernesto Morgado S.A., 2011b).....	9
Figura 8 – Classificação de grãos de arroz inteiros e partidos. Adaptado de Silva (1969).	10
Figura 9 – Grânulos de amido de arroz (500x). Adaptado de Ferreira (2011).	12
Figura 10 – Grânulos de amido de milho (500x). Adaptado de Ferreira (2011).	12
Figura 11 – Apresentação esquemática da estrutura de um grânulo de amido (Botelho, 2012).	13
Figura 12 - Gelatinização do amido (Azeredo, 2012).	14

Figura 13 - Preparado líquido (A) e sólido (B) fermentado esterilizado à base de arroz	22
Figura 14 – Preparação da bebida de arroz. A-Cozedura da trinca de arroz; B-Trituração; C-Filtração; D-Resíduos de arroz; E-Bebida de arroz.....	24
Figura 15 - Preparação e inoculação dos fermentos lácteos e medição do pH.....	25
Figura 16 - Cinética de fermentação da bebida de arroz de seis amostras com base na avaliação do pH.....	25
Figura 17 - Polpa de manga Brasfrut® (A) e aroma Carinsa® (B).....	26
Figura 18 - Preparação da polpa de fruta de frutos silvestre da marca Auchan®.	26
Figura 19 - Sêmea de segundo e terceiro branqueamento usada nos ensaios.....	27
Figura 20 – Cinética da fermentação da bebida de arroz passado 16 h nos seis copos.	31
Figura 21 - Avaliação sensorial da amostra A.....	37
Figura 22 - Avaliação sensorial da amostra B.....	38
Figura 23 - Perfis sensoriais do produto A (preparado líquido) e do produto B (preparado sólido).38	
Figura 24 - Estufa a 70°C (A) e exsicador com cadinhos (B).....	55
Figura 25– Mufla (A) e exsicador com cadinhos (B).....	56
Figura 26– Determinação de fibras no preparado fermentado à base de arroz	57
Figura 27 - Determinação da proteína no preparado fermentado à base de arroz	59

Índice de tabelas

Tabela 1 - Produção anual (ton) Mundial da Europa e de Portugal (FAOSTAT, 2014).....	3
Tabela 2 - Composição química do arroz cru por 100 g. Adaptado (INS Doutor Ricardo Jorge, sd a e b).....	4
Tabela 3 - Composição química da sêmea de arroz por 100 g. Adaptado de Rao (2000).....	11
Tabela 4 - Produção de alfarroba da orla mediterrânica. Adaptado de Barracosa et al (2014).	16
Tabela 5 - Diferentes combinações de hidrocolóides testadas nos ensaios.	26
Tabela 6 - Formulações do preparado líquido fermentado esterilizado à base de arroz.	27
Tabela 7 - Formulações do preparado sólido fermentado esterilizado à base de arroz.	28
Tabela 8 – Coordenadas de cor para o preparado líquido de manga.....	32
Tabela 9 - Coordenadas de cor de cor para o preparado sólido de frutos silvestre com mirtilos.	32
Tabela 10 - °Brix do preparado líquido e sólido.	33
Tabela 11 - Textura do preparado sólido e do produto final.	33
Tabela 12 - Viscosidade do produto final.	34
Tabela 13 - Humidade e extrato seco dos produtos.....	35
Tabela 14 – Teor em cinzas dos produtos.	35
Tabela 15 – Teor em fibra das amostras líquida e sólidas.....	36
Tabela 16 - Percentagem de azoto e de proteínas das amostras.	37

Lista de abreviaturas

a_w – Actividade da água

BL – Bactérias lácticas

ISO - International Organization for Standardization

PME – Micro, pequena ou média empresa

U.E. – União Europeia

WHO – World Health Organization (Organização Mundial de Saúde)

Objectivos e âmbito do trabalho

O estágio profissionalizante teve uma duração de seis meses e foi desenvolvido na empresa Ernesto Morgado S.A. localizada em Alqueidão, Figueira da Foz. A sua localização permite-lhe ter acesso privilegiado à matéria-prima da zona do Vale do Mondego e tem como principais atividades o descasque, branqueamento, polimento e embalamento do arroz (Ernesto Morgado S. A., 2003a).

Desde 2005, a empresa tem apostado na inovação e desenvolvimento de novos produtos de valor acrescentado à base de arroz (Ernesto Morgado S.A., 2013a). Neste âmbito, este estágio profissionalizante teve como principal objetivo a formulação e o desenvolvimento de um preparado fermentado à base de arroz, valorizando a trinca de arroz e a sêmea para consumo humano. A concretização deste objectivo permite valorizar e dar um novo ciclo económico a estes dois subprodutos da indústria arroseira, uma vez que actualmente se destinam para a alimentação animal.

O desenvolvimento deste preparado, pretende dar resposta a uma necessidade do mercado nomeadamente consumidores intolerantes ao glúten e à lactose e ir ao encontro das necessidades daqueles que pretendem ter um estilo de vida saudável e equilibrado (vegetarianos e vegans).

1. Introdução

Hoje em dia, os consumidores são cada vez mais exigentes nas suas escolhas e com a alteração dos hábitos alimentares são tendencialmente adquiridos alimentos com características organolépticas atraentes, microbiologicamente seguros e com benefícios para a saúde. Existe, por isso, a necessidade constante do desenvolvimento de novos produtos ou a preocupação na sua melhoria em termos de qualidade e segurança.

A identificação de algumas necessidades alimentares no mercado e a valorização de dois subprodutos da indústria arroseira: a trinca e a sêmea, foram as principais motivações para este trabalho, que consistiu na formulação de preparados fermentados com base em subprodutos da transformação do arroz, passível de ser consumido por pessoas intolerantes ao glúten e à lactose e aos que pretendem ter um estilo de vida saudável e equilibrado.

1.1. O arroz

O arroz é considerado um alimento básico, consumido por quase dois mil milhões de pessoas pelo mundo. É difícil determinar com exatidão a época em que se iniciou o seu cultivo. Este cereal pertence à família das gramíneas, da espécie *Oryza sativa* L.. Os tipos de arroz mais produzidos são o tipo Japónica (grão curto e arredondado) e o tipo Indica (grão longo e fino) (Novarroz, 2014b).

Em Portugal, as primeiras referências escritas sobre a cultura de arroz surgiram no reinado de D. Dinis, que apenas se destinava à mesa dos mais ricos. No século XVIII foram dados incentivos à produção deste cereal, principalmente nas regiões dos estuários dos principais rios de Portugal: Vouga, Mondego, Sado, Mira e Guadiana. Estes vales designavam-se por “terras alagadiças” devido ao cultivo de arroz feito em condições de alagamento quase permanente (Novarroz, 2014a). Em 1909, deu-se a expansão da cultura de arroz, após a elaboração de um conjunto de regras para a preparação dos terrenos e gestão de água para proporcionar o cultivo de diferentes variedades.

Num clima mediterrâneo uma produção de arroz bem-sucedida depende de três parâmetros fundamentais: a temperatura, que pode afetar a planta se for extremamente baixa; a água disponível, que determina a superfície que pode ser semeada e que influencia o aparecimento de possíveis doenças; e a quantidade de radiação solar que os arrozais recebem (Novarroz, 2014a).

O arroz carolino provém das principais zonas do Vale do Tejo, Sado e Mondego e é uma das variedades mais apreciadas no país, para a confecção de pratos da gastronomia Portuguesa, pela sua capacidade de absorver os aromas, sabores e cores dos ingredientes que com ele são cozinhados (Novarroz, 2014b; Ernesto Morgado S.A., 2013a).

Com um consumo per capita de 15 kg/ano, Portugal é o maior consumidor de arroz da Europa, o que se traduz num total de cerca 150.000 ton/ano, são produzidos nacionalmente cerca de 150 mil toneladas de arroz provenientes do Vale Tejo, Sado e Mondego. Existem, hoje, cerca de 24 mil hectares cultivados com arroz (Novarroz, 2014a; Caderno de especificações, 2014). A Tabela 1 apresenta a produção anual de arroz da Europa, de Portugal e ao nível Mundial.

Tabela 1 - Produção anual (ton) Mundial da Europa e de Portugal (FAOSTAT, 2014).

	Produção (ton)				
	2008	2009	2010	2011	2012
Mundo	686.212.830	686.970.049	703.154.015	724.959.981	719.738.272
Europa	3.477.810	4.242.310	4.315.358	4.369.843	4.338.944
Portugal	150.700	161.800	170.200	182.450	184.100

1.1.1. Composição química e valor nutricional do arroz

A composição química e o valor nutricional do arroz variam com a natureza e fertilidade dos solos, com o tipo de fertilização e com a variedade de arroz cultivada. Por outro lado, o seu processamento industrial – descasque, branqueamento e polimento – reduz consideravelmente alguns dos constituintes do grão. Assim, quanto maior for o grau de branqueamento menor será o seu valor energético e, por consequência, o seu valor nutricional, embora o seu aspecto branco e polido, após todos o processo industrial, seja preferido por grande parte dos consumidores (Silva, 1969).

Este cereal é uma excelente fonte de energia devido à concentração de hidratos de carbono (amido), apresentando menores quantidades de proteínas, lípidos, vitaminas, minerais e fibras (Tabela 2) (APArroz, 2009; Walter et al., 2008). As camadas externas do grão de arroz contêm maior concentração de proteínas, lípidos, minerais e vitaminas, enquanto que o seu interior é rico em amido (Walter et al., 2008).

Tabela 2 - Composição química do arroz cru por 100 g. Adaptado (INS Doutor Ricardo Jorge, sd a e b).

	Arroz integral	Arroz branqueado
Energia (kcal)	352	352
Água (g)	12,2	13,9
Proteínas (g)	8,6	6,7
Lípidos (g)	2,5	0,4
Hidratos de Carbono (g)	71,6	78,1
Fibras (g)	3,8	2,1
Cálcio (mg)	9,0	13
Fósforo (mg)	267	87
Potássio (mg)	248	94
Zinco (mg)	1,4	1,3
Ferro (mg)	1,7	0,2
Vitamina B1 (mg)	0,4	0,06
Vitamina B2 (mg)	0,1	0,03
Vitamina B3 (mg)	4,1	0,4
Vitamina E (mg)	0,7	0,1

O amido é um polissacarídeo muito importante neste cereal, pois representa 80% de cada grão. Revela-se por isso fundamental para o seu comportamento durante a cozedura e qualidade alimentar. O arroz apresenta pequenas quantidades de açúcares livres, sendo os principais a glicose, a frutose e a sacarose. Estes açúcares estão presentes nas camadas externas do grão e dependem de variedade, grau de branqueamento e processo produtivo (AP Arroz, 2009; Walter et al., 2008).

A concentração de proteínas é considerada baixa comparativamente à concentração de amido. O arroz tem em média 7% de proteínas, com oito aminoácidos essenciais. Os lípidos estão associados aos grânulos de amido e também se podem encontrar na parte externa do grão. Desta forma, a concentração de lípidos é maior no arroz integral, variando entre 2,2% e 2,6%. Os principais ácidos gordos são o ácido palmítico, ácido oleico e o ácido linoléico (Walter et al., 2008).

A quantidade de minerais presentes no grão de arroz é influenciada pelas condições de cultivo e pelo processo de fabrico. Os minerais que se destacam são: o fósforo, o

potássio, o ferro, o cálcio, o zinco e o magnésio. No arroz branqueado encontra-se aproximadamente 28% de minerais.

O arroz contém principalmente vitaminas do complexo B (vitaminas B1, B2, B3, B5, B6, B7, B9 e B12) e vitamina E (α -tocoferol). Contudo encontram-se maiores quantidades de vitaminas B e E nas camadas exteriores do grão (Walter et al., 2008). A principal fonte destas vitaminas e minerais é a sêmea, razão pela qual o arroz integral tem uma qualidade nutricional superior à do arroz branqueado (AP Arroz, 2009).

O arroz é isento de gorduras saturadas, colesterol e glúten. Um estudo revela uma estimativa inferior a 1% de prevalência de casos de reações alérgicas ao arroz em crianças na Europa. No entanto é um alimento adequado a qualquer tipo de dieta alimentar, sendo considerado um alimento funcional que melhora o estado de saúde e bem-estar do organismo (AP Arroz, 2009; Fiocchi et al., 2003).

1.1.2. Benefícios do arroz na saúde

De acordo com as características e qualidade nutricional mencionadas anteriormente, o arroz é um alimento adequado a uma dieta equilibrada ou restrita. É um cereal relativamente económico e tolerado pelo tubo digestivo e enriquece o organismo com elementos fundamentais para o seu equilíbrio e bem-estar (Silva, 1969).

O consumo de arroz é aconselhado nos seguintes casos:

- ✓ Doenças metabólicas: hipoglicemia;
- ✓ Doenças gastrointestinais;
- ✓ Na icterícia por hepatites, em que a doença é quase sempre acompanhada por falta de apetite e vómitos;
- ✓ Doenças cardiovasculares e renais, devido ao baixo teor em cloreto de sódio, à alta qualidade das proteínas, à elevada taxa de digestibilidade e de absorção.

1.2. A empresa e os seus produtos

A Ernesto Morgado S.A., fundada em 1920 no Vale do Mondego, é a indústria de arroz mais antiga de Portugal. É uma PME, com uma gestão familiar, que já se encontra na terceira geração. Encontra-se localizada na Figueira da Foz, mais concretamente na freguesia de Alqueidão (Figura 1), com acesso privilegiado à matéria-prima dos agricultores da região e das terras da família fundadora (Ernesto Morgado S.A., 2013a).



Figura 1 - Instalações da Empresa Ernesto Morgado S.A. (Ernesto Morgado, 2013a).

A empresa está certificada pelas normas ISO 9001 (Qualidade), ISO 14001 (Ambiente) e pela ISO 22000 (Segurança Alimentar).

Os seus produtos são vendidos no mercado nacional (hipermercados, supermercados e lojas tradicionais) e também no mercado internacional (França, Luxemburgo, Suíça e Moçambique) (Ernesto Morgado S.A., 2013a).

A principal atividade da empresa Ernesto Morgado é o descasque, branqueamento, polimento e embalagem do arroz, tendo uma capacidade de produção instalada de 40.000 ton/ano, o que lhe permite uma vasta área de negócio com duas linhas de produtos, *Pato Real*® e *Pato Real Minuto*®.

A linha *Pato Real*® é composta por arroz branqueado: carolino, comercialmente conhecido como *Malandrinho*, agulha, agulha vaporizado, carnaroli (*risotto*), basmati e thai jasmim (Figura 2).



Figura 2 - Os diversos produtos da marca *Pato Real*® (Ernesto Morgado S.A., 2013a).

Já a linha *Pato Real Minuto*® (Figura 3) inclui arroz pronto e refeições completas prontas a comer, tendo como base o arroz carolino e o arroz basmati. É uma inovação a nível do produto, pois pretende valorizar o arroz carolino, adequado à gastronomia portuguesa, devido às suas características específicas na absorção dos sabores, aromas e

cores dos ingredientes, sem a adição de qualquer tipo de corante nem conservante. Constitui também uma inovação o processo de fabrico, pois o produto é confeccionado, embalado e esterilizado a elevada temperatura, garantindo assim o tempo de prateleira de um ano à temperatura ambiente. Outro aspeto a não desprezar é a elevada funcionalidade das embalagens em C-PET e PP-EVOH sendo de fácil abertura, confere alta barreira ao vapor de água e oxigénio e tem um ponto de fusão elevado (250°C). As embalagens C-PET são próprias para o forno convencional e para o micro-ondas, já as embalagens PP-EVOH são apropriadas para o micro-ondas (Ernesto Morgado S.A., 2013a).

Desde 2005, a empresa tem apostado no desenvolvimento de produtos inovadores à base de arroz de forma a ser competitiva no mercado onde se insere, trazendo benefícios tanto para os seus fornecedores como para os seus clientes. Neste âmbito, tem colaborado com entidades nacionais e internacionais das quais se destacam a Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC), a Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica do Porto, a Universidade de Aveiro e a Universidade Nacional da Irlanda (Colégio de Cork) (Ernesto Morgado S.A., 2013a).



Figura 3 - Arroz pronto e refeições completas prontas a comer da marca *Pato Real Minuto*® (Ernesto Morgado S.A., 2013a).

A fábrica tem ainda marcas de distribuição e concorre aos programas de ajuda alimentar, cujo público-alvo são os retalhistas, as cadeias de hotéis e cantinas, restaurantes, hospitais e escolas, de forma a distribuir arroz branqueado, arroz pronto, refeições prontas e trinca de arroz. Os produtos industriais, que incluem os vários tipos de arroz branqueado e os subprodutos de arroz (sêmea e a trinca de arroz - carolino e agulha) são comercializados para as indústrias alimentares “pet food”.

1.3. Processo produtivo do arroz

A colheita do arroz é feita em finais de Setembro e prolonga-se até Novembro, quando os grãos de arroz atingem o estado de maturação e uma humidade entre os 21 e 22% (Ernesto Morgado S.A., 2011b; Caderno de especificações, 2014). Após a colheita, o arroz sofre um processo de limpeza por crivagem, cujo objectivo é remover impurezas tais como: palhas, pedras, grãos defeituosos, elementos metálicos e terra (Figura 4). De seguida é seco, a temperaturas entre os 35 e 53 °C, até atingir uma humidade igual ou inferior a 13%, para que o seu armazenamento seja seguro prevenindo o crescimento de bactérias e fungos, descoloração e infestação por insectos (Ernesto Morgado S.A., 2011b).



Figura 4 – Etapa de limpeza da transformação do arroz (Ernesto Morgado S.A., 2011b).

Ao dar entrada na fábrica, o arroz passa por um segundo processo de limpeza, removendo os grãos mal conformados e outras impurezas, e segue para o descasque onde a casca é eliminada, que constitui o primeiro subproduto (Figura 5).

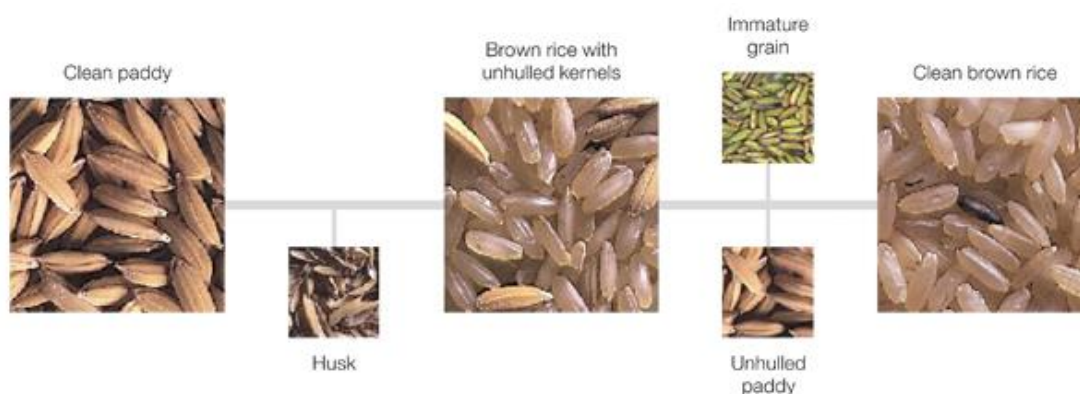


Figura 5 - Etapa de descasque da transformação do arroz (Ernesto Morgado S.A., 2011b).

No final da etapa de descasque o grão de arroz encontra-se pronto para iniciar o processo de branqueamento podendo passar por três branqueadores em série. Esta etapa pretende eliminar a película que envolve o grão de arroz, designada por sêmea, através da

fricção dos grãos de arroz contra uma pedra de esmeril em rotação (Figura 6). Obtém-se o segundo subproduto da transformação de arroz (Ernesto Morgado S.A., 2011b).



Figura 6 - Etapa de branqueamento da transformação do arroz (Ernesto Morgado S.A., 2011b).

O arroz, após branqueamento, possui grãos partidos (trinca). A trinca é separada do arroz inteiro, passando por criveiras e por alveolometria (Figura 7). Segue-se, finalmente, a fase de empacotamento do arroz branqueado, que é feita em embaladoras automáticas com doseadores volumétricos (Ernesto Morgado S.A., 2011b).

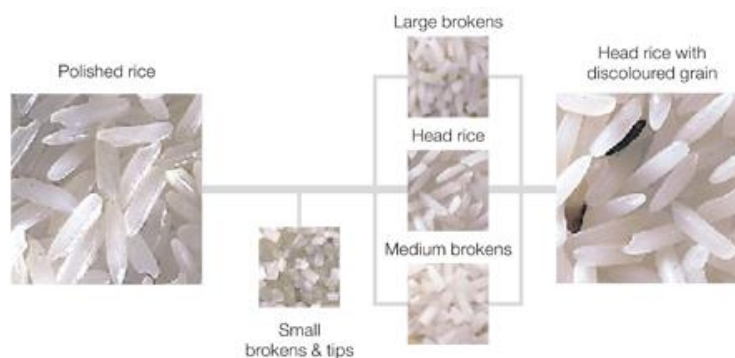


Figura 7 - Etapa de triagem da transformação do arroz (Ernesto Morgado S.A., 2011b).

1.3.1. Subprodutos

Ao longo da produção de arroz branqueado obtêm-se diversos subprodutos com interesse económico e nutricional: a casca, sêmea e trinca. Estes podem ser utilizados em aplicações industriais tão variadas, como alimentação animal, camas para animais, produção de colas e isolamento térmico na construção civil (Silva, 1969).

Trinca

O DL n.º.62/2000 define trinca de arroz como um “fragmento de grão cujo comprimento é igual ou inferior a três quartos do comprimento médio do grão inteiro”, e que se classifica nas seguintes categorias:

- “Trinca grada – fragmento de grão cujo comprimento é igual ou superior a metade do comprimento de um grão, mas que não constitui um grão inteiro”;
- “Trinca média – fragmento de grão cujo comprimento é igual ou superior a um quarto do comprimento do grão, mas que não atinge o tamanho mínimo da trinca grada”;
- “Trinca miúda – fragmento de grão cujo comprimento é inferior a um quarto do grão e que ficam retidos num crivo de malhas de 1,4 mm”;
- “Migalha ou Fragmento – pequeno fragmento ou partícula de um grão que possa passar através de um crivo de malhas de 1,4 mm, sendo equiparado a fragmentos de grão fendidos, fragmentos de grãos provocados por uma fenda longitudinal do grão”.

Na Figura 8 pode-se observar a classificação dos grãos inteiros tipos agulha e carolino e os respectivos grãos partidos (trinca grada, trinca média, trinca miúda e migalha ou fragmento).

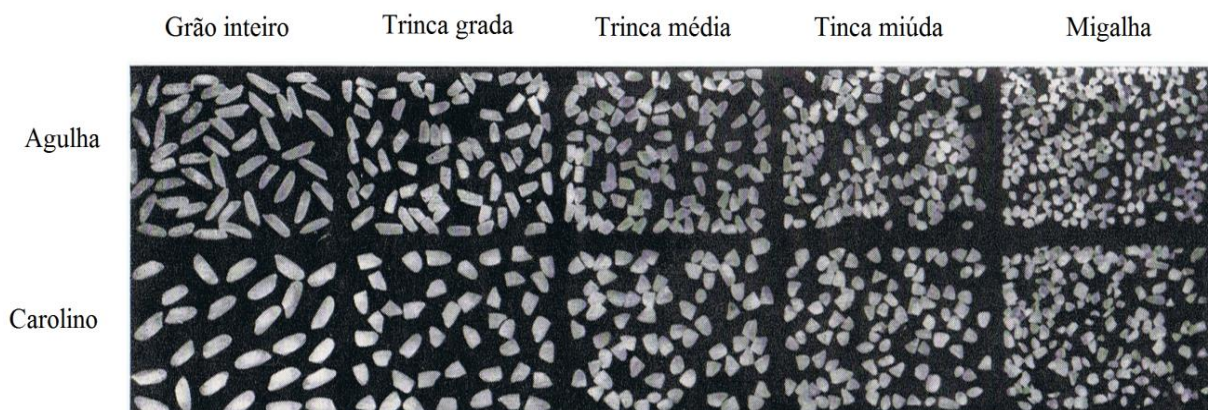


Figura 8 – Classificação de grãos de arroz inteiros e partidos. Adaptado de Silva (1969).

Segundo a mesma legislação (DL nº.62/2000) a trinca pode ser misturada com arroz tipo comercial, desde que não ultrapasse os 5% por embalagem.

Sêmea

A sêmea é definida como um “subproduto constituído pelos resíduos das camadas do pericarpo, resultante da ação de desgaste provocada pela operação de branqueio do arroz” (DL nº.62/2000). A sêmea contém vários teores de amido (entre 10% e 15%), vitaminas e sais minerais e também rico em fibras alimentares e de fitoesteróis, proteínas e ácidos gordos essenciais (Tabela 3) (Pestana et al., 2008; Rao, 2000).

É recomendado o consumo entre 20 e 35 g de fibras alimentares por dia. A sêmea de arroz pode satisfazer esse consumo diário, pois 100 g de sêmea contêm 25,3 g de fibras alimentares, das quais 2,1 g são fibras alimentares solúveis (Tabela 3) (FA, 2010; Rao, 2000). As fibras alimentares e os fitoesteróis são nutrientes fundamentais, que desempenham um papel essencial na manutenção da saúde e na prevenção de doenças cardiovasculares e diabetes (Rao, 2000; Pestana et al., 2008).

Como os grãos de arroz podem sofrer várias passagens nos branqueadores durante o processo origina sêmea com níveis de pureza diferentes. Portanto, a sêmea que se obtém num primeiro branqueamento pode ainda conter diversos resíduos, como cascas de arroz ou até mesmo fragmentos de grãos de arroz (trinca). Os últimos branqueamentos originam, gradualmente, sêmea com menor quantidade de resíduos.

Tabela 3 - Composição química da sêmea de arroz por 100 g. Adaptado de Rao (2000).

Sêmea de arroz	
Energia (kcal)	359
Amido (g)	24,1
Proteínas (g)	16,5
Gordura (g)	21,3
Fibras alimentares (g)	25,3
Fibras alimentares solúveis (g)	2,1
Tiamina-B1 (mg)	3,0
Riboflavina-B2 (mg)	0,4
Potássio (g)	1,9
Magnésio (g)	0,9
Zinco (mg)	6,4

A sêmea de arroz pode substituir as gomas comerciais e amidos modificados, tendo uma função estabilizante e emulsionante. Torna-se estável a diferentes condições de pH, concentrações de sal e de açúcar (Pestana et al., 2008).

1.4. Hidrocolóides

Hidrocolóides são, na maioria, polissacáridos obtidos de fontes naturais ou sintéticas, que assumem uma grande importância na indústria alimentar devido à sua funcionalidade tecnológica. São utilizados como estabilizantes de emulsões,

emulsionantes, agentes de absorção de água, espessantes e gelificantes. Os hidrocolóides são usados em pequenas concentrações e, em geral, não contribuem para o sabor, aroma ou valor nutricional dos alimentos, mas são aditivos alimentares fundamentais para melhorar as propriedades sensoriais dos alimentos (Botelho, 2012; Milani, 2012).

Os diversos hidrocolóides (amido, goma xantana, goma de alfarroba, ágar-ágar, entre outros), para além de desempenharem diversas funções ao nível da melhoria sensorial e reológica dos alimentos, são utilizados para uso medicinal. A sua composição em fibras alimentares solúveis, ajudam a regular o trânsito intestinal e a diminuir a concentração de glicose no sangue, controlando a diabetes tipo 2. Segundo a WHO (2012) a ingestão diária destes compostos leva à redução do colesterol entre 6 e 10%, e como consequência a redução do risco cardiovascular (Malani, 2012).

1.4.1. Amido

O amido é a principal substância de reserva nas plantas e fornece 70 a 80% das calorias consumidas pelos humanos a nível mundial (Pinto, 2009a, Pinto, 2009b). O amido é constituído por amilose, cadeia linear de moléculas de glucose, e por amilopectina, cadeia ramificada de moléculas semelhantes à amilose. Existem também cinzas, lípidos e proteínas em quantidades reduzidas (Ferreira, 2011).

Quimicamente, é um polissacarídeo insolúvel e denso, de elevado peso molecular. Forma-se em entidades individuais dentro das células de cloroplastos ou de amiloplastos, dando origem a grânulos de amido redondos ou ovais em raízes, tubérculos e sementes (Ferreira, 2011; Pinto, 2009a).

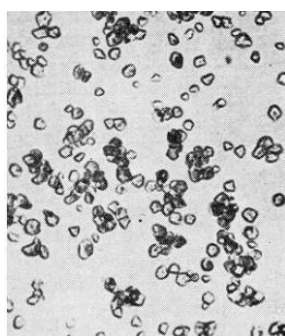


Figura 9 – Grânulos de amido de arroz (500x). Adaptado de Ferreira (2011).

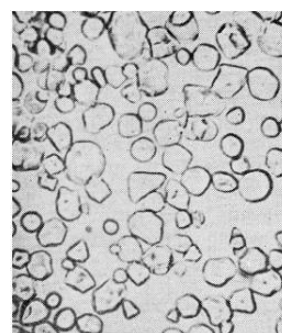


Figura 10 – Grânulos de amido de milho (500x). Adaptado de Ferreira (2011).

O arroz é um cereal que contém grânulos de amido esféricos parcialmente cristalinos de pequenas dimensões, que variam entre os 3 μm e 8 μm , no seu estado maturo (Figura 9). Os grânulos de amido de milho (Figura 10) são maiores que os do arroz, com

dimensões que variam entre os 5 μm e os 30 μm , com uma forma esférica e angular (Pinto, 2009a; Glyn e Peter, 2009).

A estrutura dos grânulos de amido é alternada por zonas cristalinas e por zonas amorfas. As ramificações de amilopectina encontram-se nas zonas amorfas enquanto que a amilose constitui as zonas cristalinas (Figura 11).

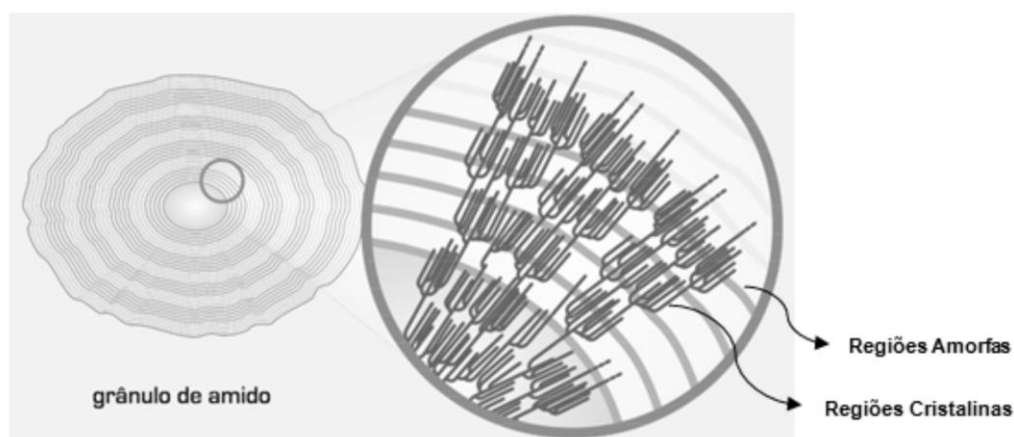


Figura 11 – Apresentação esquemática da estrutura de um grânulo de amido (Botelho, 2012).

No grânulo de amido, a amilose e a amilopectina encontram-se em proporções diferentes, contribuindo assim para suas diferentes propriedades físicas e químicas. Em geral, a porção menor é de amilose com 15% a 30% da composição do grânulo de amido (Ferreira, 2011).

A utilização do amido na indústria alimentar traz inúmeras vantagens, como, por exemplo, o aumento de produtividade e a redução de custos de produção. Utilizando uma baixa concentração de amido é garantida uma melhor consistência e aumentado o tempo de vida do produto final (Glyn e Peter, 2009). Uma das propriedades do amido é a gelatinização. Manifesta-se quando os grânulos de amido são submersos em água e sofrem um aquecimento superior a 60 $^{\circ}\text{C}$, formando um gel. A temperatura em que ocorre a gelatinização afecta o grau e o tempo de cozedura do arroz. O binómio tempo/temperatura varia consoante a variedade de arroz e a forma da cozedura (Ferreira, 2011; Pinto, 2009a).

A gelatinização é caracterizada pela destruição da ordem interna dos grânulos de amido, insolúveis em água. Após o aquecimento, quebram-se as ligações por pontes de hidrogénio dos grânulos de amido, dando lugar à ligação das moléculas de água (Figura 12) (Pinto, 2009b).

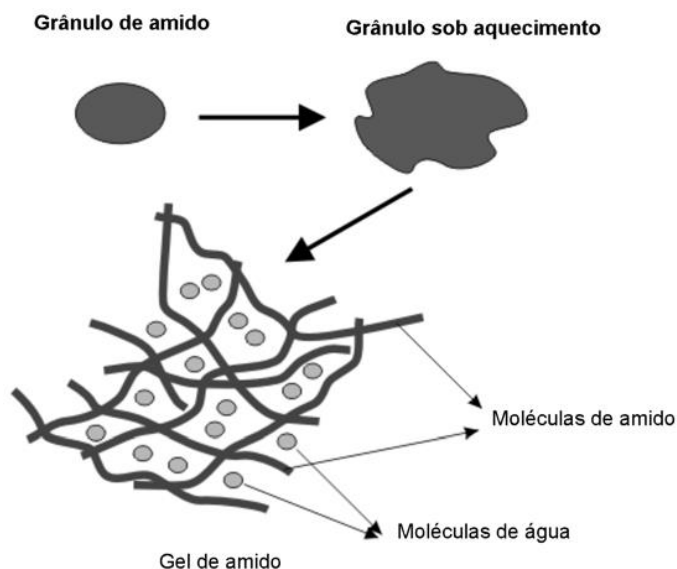


Figura 12 - Gelatinização do amido (Azeredo, 2012).

A gelatinização provoca alterações irreversíveis nas propriedades dos grânulos de amido, como o aumento do grânulo, e por consequência, o aumento do grão de arroz, devido à absorção da água (hidratação do grão) e à solubilização dos grânulos de amido. As principais características deste fenómeno são o aumento da condutividade, da viscosidade, bem como da estabilidade das emulsões (Pinto, 2009a; Ferreira, 2011; Pinto, 2009b; Lidon e Silvestre, 2007b).

1.4.2. Goma xantana

A goma xantana é um polissacárido extracelular sintetizado por *Xanthomonas campestris*. Esta bactéria fitopatogénica infeta diversas espécies de crucíferas, provocando a sua morte (Glyn e Peter, 2009). Comercialmente, a goma xantana é produzida por fermentação aeróbica, num meio constituído por glicose, fonte de azoto e diversos oligoelementos. No fim da fermentação, o caldo sofre pasteurização, de forma a eliminar as bactérias a goma xantana é recuperado através da precipitação com álcool isopropílico. Finalmente, o produto é moído, seco e embalado (Botelho, 2012; Glyn e Peter, 2009).

Segundo o DL n.º. 365/1998 de 21 de Novembro a goma xantana é classificada de E415, sendo utilizada como espessante, estabilizante, emulsionante, espumante e tendo também função de transporte. Tem elevado interesse na indústria alimentar, pelo facto de apresentar um comportamento reológico único. A goma apresenta elevada viscosidade em baixas concentrações, sendo solúvel a frio ou a quente, e mantém a sua estabilidade em ampla faixa de temperatura (10-90 °C) e pH (2,5 a 11), mesmo na presença de sais e de ácidos (Botelho, 2012; Luvielmo e Scamparini, 2009; Milani e Maleki, 2012).

Como muitas gomas, este hidrocolóide não é digerido pelo ser humano, tendo a capacidade de melhorar a passagem dos alimentos pelo trato gastrointestinal (Luvielmo e Scamparini, 2009).

A goma xantana é frequentemente usada em combinação com outros hidrocolóides, como os amidos de arroz e de milho, a fim de se obter um comportamento desejado para o produto alimentar. Possibilita a redução das quantidades de goma xantana utilizadas e, por consequência, o custo do processo, obtendo-se um produto alimentar com as características organolépticas desejadas (Botelho, 2012; Luvielmo e Scamparini, 2009).

A incorporação de hidrocolóides em soluções de amido modifica as propriedades reológicas e causa um aumento da viscosidade. Por esse motivo, a goma xantana é utilizada para conferir estabilidade a produtos como sobremesas à base de amido. A mistura de hidrocolóides é, portanto, utilizada para conferir novas e melhoradas características reológicas aos produtos alimentares. Exemplo clássico inclui a adição de goma de alfarroba e de goma xantana para formação de gel. A este fenómeno de potenciação da gelificação dá-se o nome de sinergia, que é a associação de diferentes polissacarídeos ou hidrocolóides para uma gelificação melhorada (Glyn e Peter, 2009).

Estudos revelam que ocorre também um efeito sinérgico entre a goma xantana e o amido de milho, promovendo uma maior estabilidade do gel de amido e uma maior retenção de água. (Munhoz et al, 2004).

Após o processo de esterilização, o produto alimentar perde apenas 10% da viscosidade que foi adquirida a partir da goma xantana cuja redução é inferior à observada noutros produtos alimentares que contêm outros tipos de hidrocolóides (Luvielmo e Scamparini, 2009).

1.4.3. Goma de alfarroba

A alfarrobeira (*Ceratonia siliqua* L.) é uma espécie subtropical da família *Leguminosae*, característica da vegetação da bacia mediterrânica, podendo atingir entre os 10 e os 15 m de altura. Demora em média 8-10 anos para frutificar, pois uma alfarrobeira pode viver cerca de 100 anos (Barracosa et al., 2014).

A produção mundial de alfarroba é de aproximadamente 310 mil ton/ano, com uma superfície de cultivo de 200 mil hectares, que se concentram nos países da orla mediterrânica, como Espanha, Portugal, Marrocos, Itália, Grécia, Chipre, Turquia, Tunísia e Argélia. Espanha é líder mundial, com uma produção aproximada de 56 mil ton/ano. Já

Portugal tem mantido uma produção média de 40 mil ton/ano (Tabela 4) (Barracosa et al., 2014).

Tabela 4 - Produção de alfarroba da orla mediterrânica. Adaptado de Barracosa et al (2014).

Países mediterrânicos	Produção (ton/ano)
Espanha	56 000
Marrocos	50 000
Portugal	40 000
Itália	38 500

O aditivo alimentar E410 é designado, pelo Decreto-Lei nº 365 de 21 de Novembro 1989, como farinha de sementes de alfarroba ou goma de alfarroba. A semente da alfarrobeira é essencialmente utilizada para extração de goma de alfarroba ou *locust bean gum* (LBG), que tem vastas e diversificadas aplicações na indústria alimentar, como espessante, estabilizante, emulsionante, gelificante e como função de transporte (Barracosa et al., 2014).

Este aditivo alimentar torna o produto atraente para o consumidor final, melhora a vida útil do produto e promove-lhe uma textura cremosa e esponjosa, devido à ligação das moléculas de água. Evita ainda que haja retrogradação dos produtos à base de amido e tem uma acção idêntica a determinadas fibras alimentares, ajudando, por isso, a regular o trânsito intestinal (Glyn e Peter, 2009; Lidon e Silvestre, 2007b).

1.4.4. Ágar-ágar

O ágar-ágar, também conhecido como ágar ou agarose, é um hidrocolóide extraído de diversos géneros e espécies de algas marinhas vermelhas da classe *Rodophyta* e das algas marinhas das famílias *Gelidiaceae* e *Sphaerococcaceae*. Este hidrato de carbono tem uma função estrutural na parede das células das algas marinhas, também designadas por agarófitas (Lidon e Silvestre, 2007b; McHugh, 1987).

O teor de ágar-ágar nas agarófitas varia de acordo com factores ambientais e biológicos, como por exemplo a concentração de dióxido de carbono, a tensão de oxigénio, a temperatura da água do mar e a intensidade de radiação solar (Insumos, 2014; McHugh, 1987). As algas, em geral, são colhidas manualmente por pescadores em zonas de baixa profundidade, ou por mergulhadores através de equipamentos adequados. Após a colheita, as algas vermelhas são secas ao sol até atingirem um nível de humidade adequado para o processamento (Insumos, 2014; McHugh, 1987).

No seu estado natural, a estrutura do ágar-ágar é uma mistura heterogénea de dois tipos de polissacarídeos: a agarose, um polímero neutro, e a agarpectina, um polímero com carga sulfatada. A agarose é o componente principal das algas marinhas, representando cerca de 70% do seu total. A porção destes dois polímeros (agarose e agarpectina) varia de acordo com a espécie das algas, com as condições do mar e também é diferente em distintas zonas da alga (Glyn e Peter, 2009; Milani e Maleki, 2012).

Pelo Decreto-Lei nº 365/89 de 21 de novembro o aditivo alimentar ágar-ágar é designado por E406. É utilizado na indústria alimentar com as funções de espessante, estabilizante, gelificante e agente de transporte. No que diz respeito a efeitos secundários é associado ao efeito de fibra, flatulência e inchaços abdominal (Lidon e Silvestre, 2007b).

O ágar-ágar é um hidrocolóide insolúvel em água fria, porém, quando aquece, expande-se e absorve uma quantidade de água vinte vezes superior ao seu peso molecular. A dissolução em água quente (95°C a 100°C) é rápida e dá origem a um gel firme que se obtém a partir de concentrações de ágar-ágar muito baixas - 0,5% a 1,0% (Glyn e Peter, 2009).

A fração gelificante do ágar-ágar, a agarose, retém moléculas de água no seu interior, formando, assim, um gel termo-reversível e não fermentável (Glyn e Peter, 2009; Milani e Maleki, 2012).

A força do gel do ágar-ágar é influenciada pela concentração, pelo tempo, pelo conteúdo de açúcar e pelo pH. O pH é um factor que influencia notavelmente a força do gel, pois quanto mais baixo for o pH, menor força terá o gel de ágar-ágar. O conteúdo de açúcar também tem um efeito considerável sobre o gel. Quanto maior a concentração de açúcar, mais duro se torna o gel de ágar-ágar e menor é a sua coesão (Insumos, 2014).

As soluções de ágar-ágar expostas a altas temperaturas, por períodos prolongados, são degradadas, ocorrendo desta forma uma diminuição da força do gel.

Conclui-se assim que a exposição de soluções de ágar-ágar a altas temperaturas e a pH menores que 6,0 por períodos prolongados, promove a desnaturação do ágar-ágar e por consequência ocorre a diminuição da força do gel (Glyn e Peter, 2009; Insumos, 2014).

1.5. Métodos de conservação dos alimentos

A conservação dos alimentos consiste na aplicação de tecnologia responsável por prolongar o período de vida de prateleira dos bens alimentares, eliminando microrganismos patogénicos e não patogénicos. Este método inactiva os sistemas enzimáticos e retarda as

reações químicas, para evitar ou retardar a decomposição de produtos de origem animal e vegetal, permitindo assim o seu consumo futuro (Morales, 2012; Lidon e Silvestre, 2008a).

O impacto microbiano nos alimentos é atenuado na presença de factores intrínsecos associados ao decréscimo de microrganismos, nomeadamente ausência de nutrientes, humidade, temperatura, pH, a_w , potencial redox desfavorável e presença de inibidores microbianos no alimento (Lidon e Silvestre, 2007b e 2008; Baptista e Venâncio, 2003).

Os principais objectivos da conservação dos alimentos são a preservação do sabor, dos nutrientes e da textura, tendo sempre em conta a segurança alimentar. Torna-se fundamental conhecer as características dos alimentos e quais as reações que podem ocorrer ao longo do tempo, para aplicar o método de conservação mais adequado para um determinado produto. Garante-se, assim, a máxima capacidade de conservação, eliminando a carga microbiana existente de forma a aumentar a vida útil do produto (Morales, 2012).

De acordo com a composição e sensibilidade térmica dos alimentos, susceptibilidade à deterioração e estabilidade requerida pelo produto final, determina-se qual o método de conservação ideal. O objectivo é causar menos danos ao produto, tornando-o mais seguro (Azeredo, 2012).

Devido ao progresso da indústria alimentar existiu a necessidade de melhorar as técnicas de conservação de alimentos, incluindo a técnica mais antiga de conservação: a fermentação.

A fermentação é um método de conservação que permite prolongar a vida útil dos alimentos, a partir da acidificação ou da produção de etanol no produto fermentado. A produção de produtos de fermentação, como o etanol e os ácidos orgânicos (ácido láctico, ácido acético, ácido ascórbico), favorece a estabilidade microbiológica dos produtos fermentados e contribui também para reduzir a capacidade de crescimento e desenvolvimento microbiano (Barrado, 2010; Baptista e Venâncio, 2003).

O método de conservação mais importante é o tratamento pela acção do calor (pasteurização e esterilização), bastante utilizado pela indústria alimentar. A intensidade do tratamento térmico depende dos microrganismos a eliminar e das condições do meio, pois quanto mais elevada for a temperatura, menor será o tempo do tratamento térmico para eliminar as células vivas e os esporos. A resistência às temperaturas elevadas, por parte dos microrganismos, é determinada pela concentração inicial de microrganismos ou de esporos, pelo tempo de exposição, pelas condições de crescimento e pela composição do substrato (Morales, 2012; Lidon e Silvestre, 2008a).

Deve ser selecionado um tratamento térmico seguro tendo em conta o binómio tempo-temperatura, de forma a garantir a destruição dos microrganismos patogénicos mais termoresistentes e a inativação das enzimas. O processo deve também minimizar a perda de nutrientes e certificar que ocorre transferência de calor entre o alimento e a embalagem, conservando assim os benefícios do produto (Morales, 2012; Azeredo, 2012).

1.5.1. Fermentação

A fermentação é uma das formas mais antigas de conservação dos alimentos prolongando o seu período de vida. A fermentação depende da síntese do ácido láctico a partir dos hidratos de carbono (sacarose e amido) por acção microbiana. O ácido láctico tem várias funções tecnológicas no alimento, nomeadamente poder antioxidante, conservante, regulador de acidez e acidificante. Impede, desta forma, o crescimento de microrganismos patogénicos (Morales, 2012; Lidon, e Silvestre, 2008a).

Os microrganismos que sintetizam ácido láctico a partir de hidratos de carbono designam-se de bactérias lácticas (BL). As BL pertencem à ordem *Lactobacillales*, que incluem os seguintes géneros: *Lactobacillus* e *Streptococcus* entre outros (Morales, 2012; Biscaia et al, 2004; Silva, 2011). São um grupo morfológicamente heterogéneo, com cocos e bacilos, Gram-positivos, não esporuladas, anaeróbicas facultativas. São, também, bactérias essencialmente mesófilas, apresentam um metabolismo estritamente fermentativo, sendo capazes de crescer num intervalo de temperatura entre os 5 e os 45 °C, e de se desenvolverem em meios ácidos com pH até 3,8 (Silva, 2011).

1.5.2. Esterilização comercial

A esterilização comercial tem como objectivo a eliminação das formas viáveis de microrganismos patogénicos e não patogénicos, incluindo esporos, capazes de crescer no alimento em condições de temperatura normais para a sua distribuição e armazenamento, assim como a inativação das enzimas. Os alimentos que sofram este tipo de tratamento térmico podem conter um pequeno número de esporos de bactérias termófilas, que não se multiplicam nas condições normais de armazenamento do produto, adquirindo, por consequência, uma vida de prateleira de pelo menos dois anos à temperatura ambiente (Morales, 2012; Lidon e Silvestre, 2008a).

A esterilização comercial pode ser usada em produtos que se encontram devidamente embalados e selados, daí a transferência de calor ser realizada por condução e convecção, recorrendo a temperaturas elevadas (normalmente 121 °C). A temperatura e o tempo de esterilização são dependentes da estirpe mais resistente ao calor. A respectiva

resistência às temperaturas elevadas é determinada pelo tempo de exposição, pela concentração inicial de células ou de esporos, pelas condições de crescimento e pela composição de substrato (Morales, 2012, Lidon e Silvestre, 2007b e 2008a; Fonseca e Teixeira, 2007).

A esterilização comercial em sistema descontínuo recorre em autoclaves descontínuas (horizontais ou verticais) que são os sistemas mais utilizados na indústria alimentar (Lidon e Silvestre, 2008a). O tratamento com vapor de água sob pressão efetua-se de forma a minimizar o choque térmico e a deformação das embalagens. Quando a temperatura do produto se aproxima daquela que permanece na autoclave, a pressão interna do equipamento opõe-se à pressão de vapor de água no interior das embalagens dos produtos alimentares. No início do tratamento, o alimento encontra-se a uma pressão menor, em comparação à da autoclave, o que provoca a compressão das embalagens. Mas, durante o período de arrefecimento, a situação inverte-se, isto é, o alimento e a sua embalagem encontram-se a uma pressão mais elevada que a da autoclave. Para que as deformações das embalagens não ocorram é necessário regular a contrapressão a exercer no exterior da embalagem. O controlo da eficácia da esterilização no ponto mais frio do produto, no interior da embalagem, está estreitamente relacionado com a geometria e propriedades da embalagem e com as técnicas de embalamento (Lidon e Silvestre, 2008a; Morales, 2012).

2. Materiais e métodos

Como objectivo do trabalho pretendia-se desenvolver um preparado de arroz com características de textura e sensoriais de um produto lácteo. Neste caso, sem qualquer adição de lactose e isento de glúten. Por se tratar de um produto inovador no mercado a sua formulação teve de ser totalmente desenvolvida. Nesse sentido, realizaram-se vinte e quatro ensaios laboratoriais para otimizar a formulação desejada. Ao longo destes ensaios foram avaliados e acompanhados os parâmetros que permitiram validar a formulação em termos da viscosidade ideal para a bebida de arroz; ajustar as quantidades de sal e de sacarose no produto final; determinar a proporção de inóculo (BL) usada na fermentação para otimizar a sua duração e evolução; ajustar as quantidades dos hidrocolóides (amido de milho, goma xantana, goma de alfarroba e ágar-ágar) usadas e verificando o seu comportamento no processo de esterilização; e determinar as quantidades de polpa de fruta, pedaços de fruta, sêmea e aroma a utilizar.

A Figura 13 apresenta o fluxograma de produção dos produtos fermentados à base de arroz, líquido e sólido. A primeira fase do processo consistiu na preparação da bebida de arroz, que posteriormente foi fermentada com *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*. Esta contemplou as operações de cozedura, trituração e filtração.

Após a fermentação, ocorre uma segunda fase do processo que consiste no melhoramento da textura e da viscosidade do produto, na qual se procede à adição de hidrocolóides: a goma xantana para o preparado líquido, e a goma de alfarroba para o preparado sólido. Nesta etapa, a bebida fermentada foi dividida em duas porções e formulados os dois produtos: o líquido (Figura 13A), que inclui polpa de fruta e aroma (Anexo I e II); e o sólido (Figura 13B) que é composto por polpa de fruta, sêmea e fruta fresca (Anexos III e IV). A adição destes ingredientes tem como objectivo o enriquecimento ao nível nutricional e organoléptico do produto.

O produto foi embalado, termoselado e por último esterilizado. A utilização deste processo térmico pretende estabilizar o produto microbiologicamente aumentando o seu tempo de vida de prateleira, sem exigir a necessidade de rede de frio, desde que o produto seja mantido nas condições normais de armazenamento.

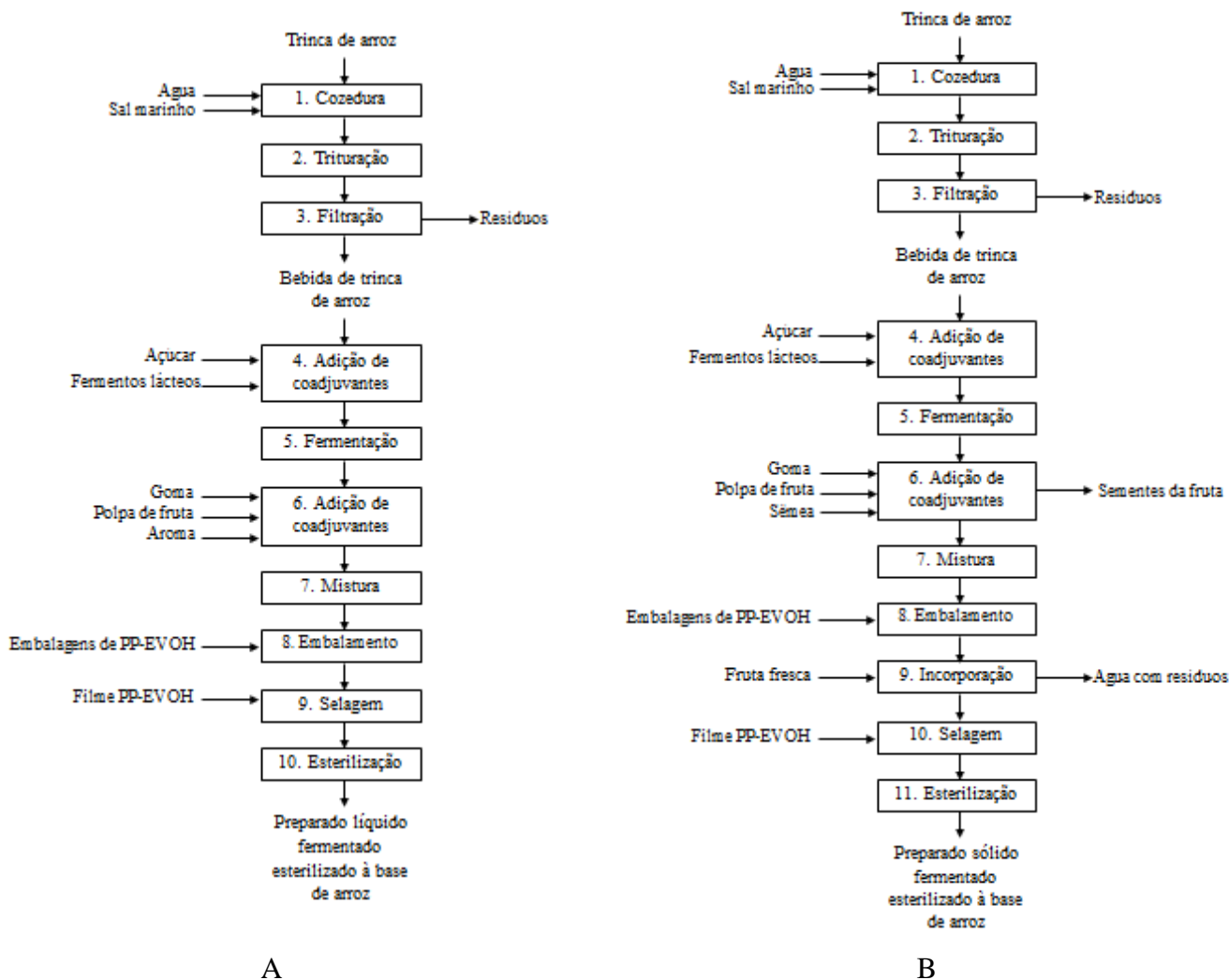


Figura 13 - Preparado líquido (A) e sólido (B) fermentado esterilizado à base de arroz

2.1. Legislação e Denominação do produto a desenvolver

Apesar do produto passar por uma etapa de fermentação com as bactérias lácticas usadas no fabrico de iogurte não pode ser designado como tal, isto porque a Portaria nº742/92, de 24 de julho, menciona que “iogurte” é o “produto coagulado, obtido por fermentação láctica devida à ação exclusiva do *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e do *Streptococcus thermophilus* sobre o leite e os produtos lácteos (...), devendo a flora específica estar viva e abundante no produto final”. Assim, o facto do produto não ter como base o leite e não possuir flora microbiana viva e abundante, devido ao processo de esterilização, implica que a sua denominação seja de “preparado”.

O Regulamento (CEE) nº 1898/87 do Conselho, de 2 de julho de 1987 denomina “leite” como “um produto exclusivo da secreção mamária normalmente obtido mediante uma ou mais ordenhas sem qualquer adição ou extração”. Todavia, a denominação “leite”

pode ser utilizada para o leite que tenha sido sujeito a um tratamento do qual não resulte qualquer alteração da sua composição ou para o leite cujo teor em matérias gordas tenha sido normalizado, ou ainda ser utilizado “em conjunto com um ou mais vocábulos, para designar o tipo, a classe qualitativa, a origem e/ou a utilização prevista para o leite ou para descrever o tratamento físico a que o leite foi submetido ou as alterações verificadas na sua composição, sob condição de que tais alterações se limitem à adição e/ou à extração dos seus elementos constitutivos naturais”.

Neste contexto a designação “leite de arroz” não poderá ser utilizada e como tal terá de se designar por “bebida de arroz” uma vez que resulta da fermentação da bebida proveniente da trinca de arroz, e que foi a base do preparado desenvolvido neste trabalho.

Nos tópicos seguintes serão descritas as diversas fases que constituíram o desenvolvimento do preparado fermentado à base de arroz.

2.2. Formulação e preparação da bebida à base de arroz

Durante a fase de preparação da bebida de arroz, com diferentes proporções de água e de trinca de arroz, concluiu-se que a proporção ideal desta última deveria ser entre 6 e 10% (m/v) de sólidos. Constatou-se ao longo deste processo que quanto maior a proporção de trinca de arroz adicionada durante a cozedura, mais espessa e viscosa se tornava a bebida obtida. Estes testes permitiram também identificar a necessidade da adição de sal marinho, que teve como objectivo promover a intensificação do sabor doce da sacarose e das polpas de fruta que seriam posteriormente adicionadas.

Na preparação de aproximadamente 3 L de bebida de arroz, utilizaram-se 300 g de trinca em 4 L de água com 8 g de sal marinho. A cozedura (Figura 14) realizou-se num fogão de indução durante 40 min, regulado inicialmente para 140 °C, e após fervura para os 60 °C. Depois da cozedura, a trinca foi triturada com a varinha mágica e o preparado obtido foi filtrado. A filtração foi feita utilizando um coador de pano e outro metálico de malha fina em simultâneo, para eliminar a maioria dos sólidos insolúveis do arroz na bebida e para que esta se tornasse mais fluida.

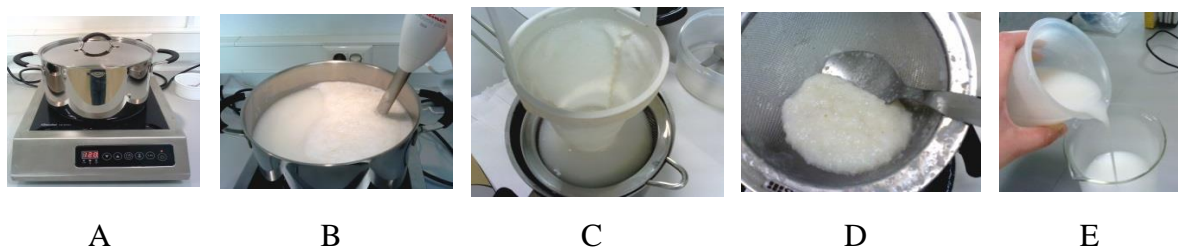


Figura 14 – Preparação da bebida de arroz. A-Cozedura da trinca de arroz; B-Trituração; C-Filtração; D-Resíduos de arroz; E-Bebida de arroz.

2.3. Fermentação da bebida de arroz

Os 3 L da bebida de arroz dividiram-se por copos de vidro com 500 mL cada. A cada um, adicionaram-se 46,3 g de sacarose. A quantidade de sacarose a adicionar teve por base a composição de um preparado fermentado de soja com adição de cálcio e vitaminas (Alpro®) com 7,5-11% de açúcares.

A fermentação foi efectuada com culturas liofilizadas comerciais da marca Abiasa, Ferlac *Lactobacillus bulgaricus* e Ferlac Termófilo tipo B (dois microrganismos lácteos comuns na preparação de iogurtes e bebidas fermentadas). Apesar da dosagem aconselhada nas fichas técnicas das estirpes ser de 20 g de cultura para 1000 L de leite, estas referiam a necessidade de ajustar a dosagem de acordo com o tipo de leite, a utilização de outras culturas microbianas e da tecnologia usada.

Para este efeito realizou-se um ensaio para definir a proporção de cada cultura liofilizada a usar nos preparados à base de arroz. As proporções mássicas de *L. bulgaricus* : *S. thermophilus* foram respectivamente: (i) 1:1 (ii) 3:1 e (iii) 1:3. Deste estudo os melhores resultados foram obtidos para a o último caso (iii) ou seja 25% de *L. bulgaricus* e de 75% de *S. thermophilus*. Em termos mássicos corresponde aproximadamente 2,5 mg da estirpe liofilizada de *L. bulgaricus* e 7,5 mg de *S. thermophilus* para 500 mL de bebida de arroz.

Depois da inoculação da bebida de arroz todos os copos foram tapados com folha de alumínio e colocados num banho a 44,0 °C. Durante a fermentação foi-se acompanhando o pH (Hanna instruments edge®) em intervalos de 1 hora para todos os copos (Figura 15). Este procedimento permite desenhar a cinética de fermentação da bebida de arroz e determinar a duração do processo fermentativo que teve uma duração de 6 h (Figura 16).

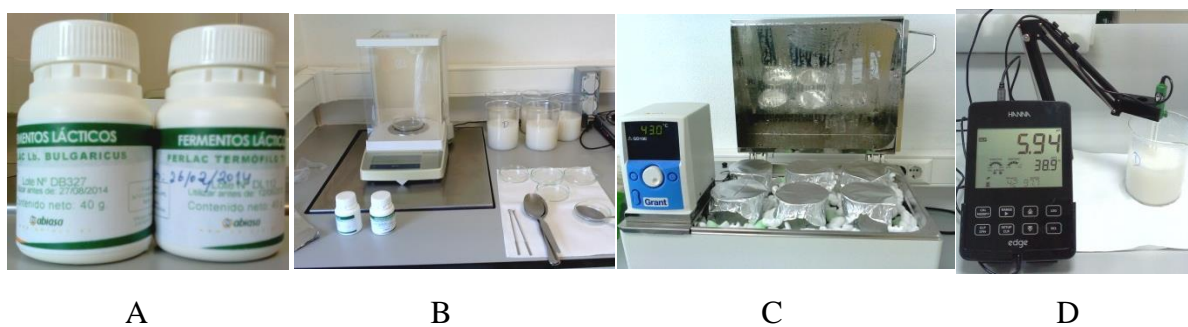


Figura 15 - Preparação e inoculação dos fermentos lácteos e medição do pH
 A-Bactérias lácteas liofilizadas; B-Pesagem das culturas liofilizadas na balança analítica; C-Banho a 44,0 °C de seis copos; D-Medidor de pH Hanna instruments edge®.

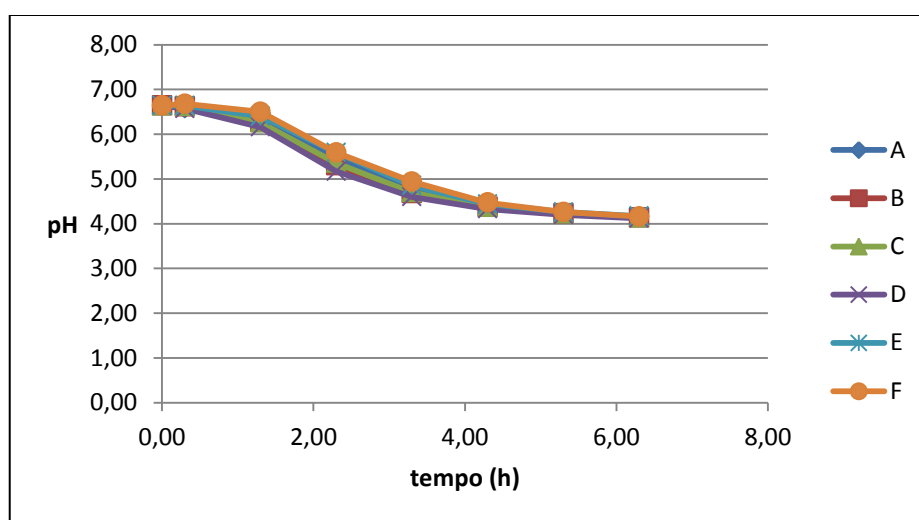


Figura 16 - Cinética de fermentação da bebida de arroz de seis amostras com base na avaliação do pH.

2.4. Adição de hidrocolóides

Durante os ensaios foram testados quatro tipos de hidrocolóides, isoladamente ou em simultâneo em diversas concentrações, tendo em conta a sinergia que pudesse existir entre eles. Os hidrocolóides utilizados foram: a goma xantana (Fagron), a goma de alfarroba (Formulab), o amido de milho (Espiga®) e o ágar-ágar (Vahiné®).

Os diferentes hidrocolóides só foram incorporados após a fermentação e com o auxílio de uma varinha mágica. A incorporação dos compostos foi feita inicialmente em 250 mL da bebida até se obter um preparado homogéneo e só depois foi adicionado os restantes 250 mL da bebida. Os ensaios com ágar-ágar ou amido de milho passaram por um processo térmico de aquecimento no fogão de indução até o preparado levantar fervura, proporcionando a hidratação dos hidrocolóides e a sua gelatinização. As diferentes combinações testadas entre os hidrocolóides encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 - Diferentes combinações de hidrocolóides testadas nos ensaios.

Combinações	Formas individuais
Goma xantana e amido de milho	Goma xantana
Goma xantana e goma de alfarroba	Ágar-ágar
Ágar-ágar e goma de alfarroba	Goma de alfarroba

2.5. Adição de polpas de fruta, sêmea, aroma e pedaços de fruta

Após a adição dos hidrocolóides a na preparação do produto fermentado líquido, adicionaram-se 41 g de polpa de manga (Brasfrut®) e juntaram-se 0,8 g de aroma de manga (Carinsa®) (Figura 17) com o auxílio da varinha mágica para promover a sua homogeneização.



Figura 17 - Polpa de manga Brasfrut® (A) e aroma Carinsa® (B).

No caso do preparado fermentado sólido adicionou-se: polpa de frutos silvestres e sêmea. A polpa de frutos foi produzida a partir de fruta congelada da marca Auchan® triturada com uma varinha mágica e filtrada com um coador metálico de malha fina (Figura 18). Em termos de formulação adicionaram-se 41 g de polpa de frutos silvestres e 4-5 g de sêmea ao preparado fermentado e homogeneizou-se novamente com uma varinha mágica.

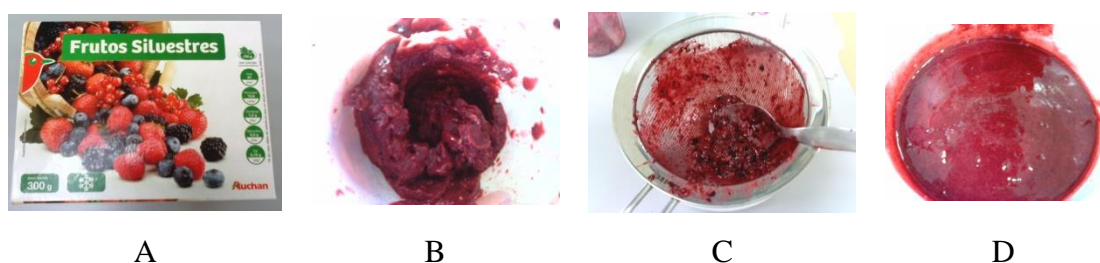


Figura 18 - Preparação da polpa de fruta de frutos silvestre da marca Auchan®. A-Embalagem de frutos silvestres congelados; B-Trituração dos frutos; C-Filtração das sementes dos frutos; D-Polpa de frutos silvestres.

A quantidade de sêmea (Figura 19) a adicionar ao preparado fermentado foi baseada na composição em fibras (2%) de uma sobremesa vegetal à base de arroz e avelãs, da marca Danival®.



Figura 19 - Sêmea de segundo e terceiro branqueamento usada nos ensaios.

Dividiu-se o preparado em copos com aproximadamente 170 g e adicionaram-se 20-25 g de fruta fresca em pedaços, a cada um. A quantidade de fruta fresca em pedaços a adicionar (10%) foi baseada na composição de um iogurte comum de pedaços da marca Continente®. Ao longo do trabalho foram testadas diferentes formulações do preparado líquido e do preparado sólido com e sem sêmea (Tabela 6 e 7)

Tabela 6 - Formulações do preparado líquido fermentado esterilizado à base de arroz.

Preparado líquido			
Ensaio	Hidrocolóides	Sêmea	Dosagem testada (%)
1	Goma xantana	N	0,59
	Goma xantana		0,59
2	Aroma	N	0,14



Legenda: N – não; S – sim

Tabela 7 - Formulações do preparado sólido fermentado esterilizado à base de arroz.

Preparado sólido					
Ensaio	Hidrocolóides	Sêmea	Dosagem testada (%)		
1	Goma xantana	N	0,56		
	Amido de milho		0,81		
2	Goma xantana	N	0,56		
	Amido de milho		1,12		
3	Goma xantana	N	0,57		
	Goma de alfarroba		0,40		
4	Goma de alfarroba	S	1,44		
			0,80		

Legenda: N – não; S – sim

2.6. Embalamento, selagem e esterilização

Por fim os preparados foram devidamente embalados e termoselados com um filme transparente de PP-EVOH para que pudessem sofrer o processo de esterilização, que ocorreu numa autoclave horizontal atingindo uma temperatura máxima de aproximadamente 130 °C. Os períodos de aquecimento e retenção à temperatura máxima duraram 1 h, já a duração do arrefecimento foi de 40 min com água refrigerada numa coluna de refrigeração.

2.7. Avaliação do produto final

Apenas serão apresentados os resultados das análises dos preparados líquidos (ensaio 2) (Tabela 6) e sólidos (ensaio 4) (Tabela 7). No primeiro caso o preparado fermentado líquido de manga com goma xantana, e no segundo caso o preparado fermentado sólido de frutos silvestres com goma de alfarroba, sêmea e mirtilos.

2.7.1. Cor

A cor dos preparados sólidos e líquidos foi determinada utilizando o colorímetro Minolta - CR200 devidamente calibrado com a placa branca padrão (L= 94,7, a= 0,3133, b= 0,3204) para medir de forma direta os parâmetros L, a, b, segundo o modelo de Hunter

Lab. O parâmetro L enquadra-se entre o preto (0) e branco (100), o “a” entre verde (negativo) e vermelho (positivo) e o “b” entre o azul (negativo) e o amarelo (positivo). As leituras dos parâmetros de cor foram executadas em triplicado.

2.7.2. °Brix

Os teores de sólidos solúveis foram avaliados em °Brix, foram obtidos a partir de um refratômetro com uma escala de 0-50%. Todas as amostras foram homogeneizadas e o valor de °Brix lido diretamente da escala do equipamento.

2.7.3. Textura

A textura dos preparados sólidos foi determinada utilizando o texturómetro TA.XTExpress da Stable Micro Systems. O equipamento foi programado para medir de forma direta os seguintes atributos: dureza, elasticidade e gomosidade. Nesta análise foi utilizada uma sonda esférica de 0,5” de diâmetro, a percorrer uma distância de 20,00 mm no produto. O teste foi efectuado à velocidade de 2,00 mm/s (pré-teste); 5,00 mm/s (teste) e 5,0 mm/s (pós-teste). As leituras foram realizadas em triplicado à temperatura ambiente.

2.7.4. Viscosidade

A viscosidade dos produtos líquidos foi avaliada num viscosímetro de Brookfield - DV-II com o *spindle* de referência 4. As leituras de viscosidade foram feitas com as amostras a temperatura ambiente, a velocidades de rotação de 0,5, 1,00 e 100 rpm.

2.7.5. Composição química

A determinação do extracto seco e das cinzas foi feita segundo o esquema de Weende, por desidratação da amostra em estufa a 70 °C durante 3 dias e posteriormente calcinação em mufla durante 1 dia e meio (Anexos V e VI).

A percentagem de humidade foi obtida a partir da equação (1) e a percentagem de extrato seco foi obtida a partir da equação (2).

$$\% \text{ humidade} = \frac{m_{H_2O}}{m_{amostra}} \times 100 = \frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_1} \times 100 \quad (1)$$

$$P_1 = m_{cadinho}; P_2 = m_{cadinho} + m_{amostra}; P_3 = m_{cadinho} + m_{resíduos}$$

$$\% \text{ Extrato seco} = 100 - \% \text{ Humidade} \quad (2)$$

A percentagem de cinzas foi calculada a partir da equação (3).

$$\% \text{ cinzas} = \frac{m_{\text{cinzas}}}{m_{\text{amostra seca}}} \times 100 = \frac{P_3 - P_1}{P_2 - P_1} \times 100 \quad (3)$$

$$P_1 = m_{\text{cadinho}}; P_2 = m_{\text{cadinho}} + m_{\text{amostra}}; P_3 = m_{\text{cadinho}} + m_{\text{cinzas}}$$

Ainda segundo o método de Weende, determinou-se o teor de fibras mas com uma pequena alteração. Devido à composição química do preparado sólido (elevado teor de açúcares), usaram-se 5 g de amostra em base húmida em vez de seca (Anexo VII).

A percentagem de fibra foi calculada a partir da equação (4).

$$\% \text{ Fibra} = \frac{m_{\text{resíduos } 130^{\circ}\text{C}} - m_{\text{resíduos } 550^{\circ}\text{C}}}{m_{\text{amostra}}} \times 100 = \frac{P_2 - P_3}{P_1} \times 100 \quad (4)$$

$$P_1 = m_{\text{cadinho}}; P_2 = m_{\text{resíduos a } 130^{\circ}\text{C}}; P_3 = m_{\text{resíduos a } 550^{\circ}\text{C}}$$

Para analisar o teor de gordura e de proteína utilizou-se a amostra em bruto, visto que os elevados teores de açúcares após o processo de desidratação caramelizavam, influenciando os resultados. A determinação do teor de matéria gorda foi feita com base na norma NP 1923/1987, utilizando-se a técnica de Gerber (Anexo VIII). A análise das proteínas foi baseada no teor de azoto dos alimentos determinado pelo método de Kjeldhal (Anexo IX).

A percentagem total de azoto obtida foi multiplicada pelo fator de arroz, 5,95, que transforma o resultado em percentagem de proteína presente em cada preparado fermentado, utilizando as equações (5) e (6).

$$\% \text{ Azoto (N)} = \frac{M_N \times C_{HCl} \times (V_{\text{amostra}} - V_{\text{branco}})}{m_{\text{amostra}}} \quad (5)$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Azoto (N)} \times \text{fator do arroz} \quad (6)$$

2.7.6. Análise sensorial

A análise sensorial permitiu quantificar os atributos sensoriais dos novos produtos desenvolvidos, determinando a sua aceitação e apreciação por parte dos consumidores através de uma prova afetiva, também designada por prova hedónica (Noronha, 2003). O painel foi constituído por 30 provadores não treinados e consistiu na avaliação de cinco parâmetros: cheiro, cor, sabor, textura e apreciação global, usando uma escala de 1 (desgosto muito) a 7 (gosto muito), tendo sido ainda pedido aos provadores que descrevessem as observações que considerassem relevantes.

3. Apresentação e discussão dos resultados

3.1. Fermentação da bebida de arroz

A utilização de 25% de *L. bulgaricus* e de 75% de *S. thermophilus* na bebida de arroz resultou num processo de fermentação que praticamente terminou após 6 h com um pH de aproximadamente 4. O prolongamento da fermentação até às 24 horas permitiu concluir que a variação do pH neste período não foi significativa, como comprova a Figura 20.

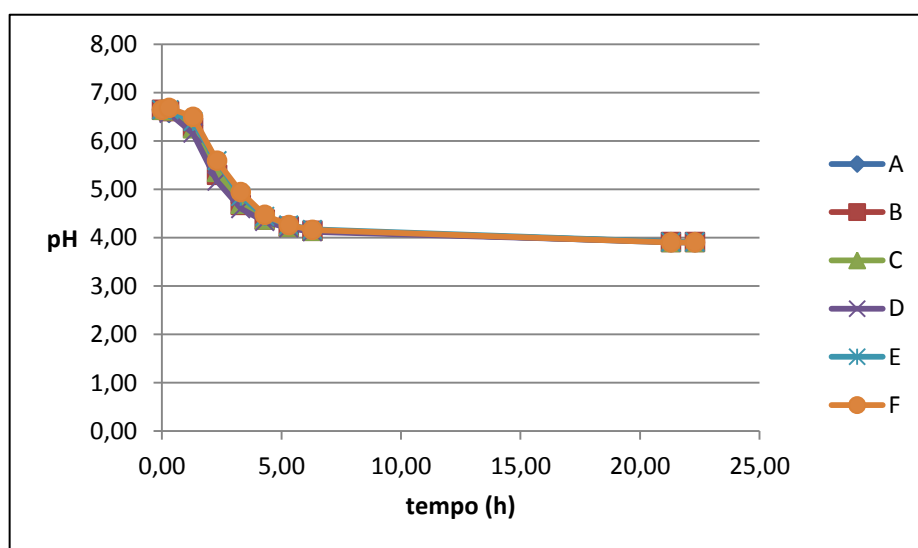


Figura 20 – Cinética da fermentação da bebida de arroz passado 16 h nos seis copos.

3.2. Cor

As coordenadas $L^*a^*b^*$ apresentadas nas Tabelas 8 e 9 foram obtidas através de médias aritméticas de três análises colorimétricas a quatro amostras aleatórias do preparado líquido de manga e do preparado sólido de frutos silvestres com mirtilos, respectivamente. A avaliação das diferenças de cor das amostras baseou-se no cálculo as respectivas diferenças das coordenadas, ΔL^* , Δa^* e Δb^* relativamente o valor padrão estabelecido (Placa Branca: $L=94,7$; $a=0,3133$ e $b=0,3204$). As diferenças foram calculadas através das seguintes equações:

$$\Delta L = L_{amostra} - L_{padrão} \quad (7)$$

$$\Delta a = a_{amostra} - a_{padrão} \quad (8)$$

$$\Delta b = b_{amostra} - b_{padrão} \quad (9)$$

Já o valor de ΔE foi determinado através da equação (10), representando a diferença de cor global entre o padrão e a amostra.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (10)$$

Tabela 8 – Coordenadas de cor para o preparado líquido de manga.

Manga	L	a	B	ΔL	Δa	Δb	ΔE
	60,5	-4,7	15,1	-34,2	-5,0	14,8	37,6
	51,0	-2,1	11,0	-43,7	-2,4	10,7	45,1
	54,7	-2,0	11,4	-40,0	-2,3	11,1	41,6
	59,9	-2,7	15,9	-34,8	-3,0	15,6	38,2
Média	56,5±3,71	-2,9±0,91	13,4±2,16	-38,2±3,71	-3,2±0,91	13,0±2,16	40,6±2,72

Tabela 9 - Coordenadas de cor de cor para o preparado sólido de frutos silvestre com mirtilos.

Frutos silvestres	L	a	B	ΔL	Δa	Δb	ΔE
	45,1	10,9	5,2	-49,6	10,6	4,9	51,0
	46,1	10,8	4,3	-48,6	10,5	3,9	49,9
	49,0	8,2	7,8	-45,7	7,9	7,5	47,0
	46,2	11,6	7,7	-48,5	11,3	7,4	50,4
Média	46,6±1,21	10,4±1,08	6,3±1,52	-48,1±1,21	10,1±1,08	5,9±1,52	49,6±1,29

Comparando os valores apresentados nas Tabelas 8 e 9, constata-se que as amostras analisadas para cada produto são semelhantes no que diz respeito a luminosidade (L), apresentando em média 56,5 no caso das amostras de manga e 46,6 nas amostras de frutos silvestres. Estas duas amostras são mais escuras que o padrão o que pode ser comprovado pelo valor negativo do ΔL.

Quanto ao parâmetro “a”, as amostras de manga aproximam-se mais do tom verde e as de frutos silvestres estão mais próximas da tonalidade vermelha. Os valores médios de Δa são diferentes, pois as amostras de manga têm um valor negativo, que indica ser mais verde que o valor padrão. Por sua vez, as amostras de frutos silvestres são mais vermelhas que o valor padrão. Todas as amostras, tanto as de manga como as de frutos silvestres, apresentam a coordenada “b” positiva. Mas sem dúvida as amostras com uma cor amarela correspondem ao preparado fermentado de manga. Os valores médios de Δb de todas as amostras são positivos, o que significa que as amostras analisadas eram mais amarelas que o valor padrão utilizado na calibração do colorímetro. Pode-se também observar que o valor de Δb das amostras de manga é mais elevado que as amostras de frutos silvestres, o que era esperado, uma vez que estes preparados fermentados apresentavam uma cor mais amarelada. O valor médio de ΔE torna-se mais elevado nas amostras de frutos silvestres.

Este número absoluto indica a diferença total da cor do alimento relativamente ao padrão branco.

3.3. °Brix

Os valores de °Brix apresentados na Tabela 10 foram obtidos através de triplicados de três amostras de cada preparado.

Tabela 10 - °Brix do preparado líquido e sólido.

Goma	Sêmea (S ou N)	Polpa de fruta	Pedaços (S ou N)	°Brix
Xantana	N	Manga	N	12,8
Alfarroba	S	Frutos silvestres	S	14,5

Legenda: N – não; S – sim

O preparado líquido de manga apresentou 12,8 °Brix e o preparado sólido de frutos silvestres com 14,5 °Brix e por isso é mais rico em sólidos solúveis como seria de esperar pela sua composição em termos de formulação.

3.4. Textura

Os valores de textura apresentados na Tabela 11 foram obtidos a partir de três réplicas de três amostras de preparado sólido. Os preparados com goma xantana e amido de milho, e com goma xantana e goma de alfarroba foram excluídos dos trabalhos uma vez que o produto final apresentava grânulos.

Tabela 11 - Textura do preparado sólido e do produto final.

Goma	Sêmea (S ou N)	Pedaços (S ou N)	Dosagem (g)	Textura		
				Dureza (g)	Elasticidade (%)	Gomosidade (g)
Xantana e Amido de milho	N	N	3,5	4,27±0,58	0,92±0,00	2,97±0,23
			5			
Alfarroba	S	S	9	5,73±0,42	0,95±0,02	4,67±0,32
			5			
Xantana e Alfarroba	N	N	3,5	22,70±0,60	0,95±0,01	7,50±0,62
			2,5			

Legenda: N – não; S – sim

Os atributos de textura avaliados foram a dureza, a elasticidade e a gomosidade. Como se verifica através da Tabela 11 a dureza é próxima nos dois primeiros produtos (4,27 g e 5,73 g) para o preparado com goma xantana e amido de milho e goma de alfarroba e sêmea respectivamente. O preparado de goma xantana e alfarroba distancia-se com 22,70 g, uma vez que se mostrou mais consistente. Em termos de elasticidade, os valores são muito semelhantes entre as três amostras e próximos de 1, o que significa que após a força aplicada durante os testes os preparados praticamente recuperaram a sua forma original. Comparativamente com as amostras iniciais, o produto final (goma de alfarroba e sêmea) apresentou uma gomosidade intermédia, com 4,67 g, e uma textura gomosa e elástica. O preparado que apresenta maior gomosidade contém goma xantana e goma de alfarroba que, devido à sua elevada sinergia, formam um gel com um valor de gomosidade de 7,50 g.

3.5. Viscosidade

Os valores de viscosidade apresentados na Tabela 12 foram obtidos a partir de três réplicas de uma amostra líquida à velocidade de 0,5, 1 e 100 rpm.

Tabela 12 - Viscosidade do produto final.

Goma	Sêmea (S ou N)	Pedaços (S ou N)	Dosagem (g)	Viscosidade (Spdl 04)	
				(rpm)	(cps)
Xantana	N	N	3,5	0,5	15000,00
				1	41333,33
				100	524,00

Legenda: N-não; S-sim

A viscosidade foi determinada com um viscosímetro Brookfield DV-II, submeteu-se o fluido a uma agitação ou mistura com o *spindle* adequado. Através da rotação do *spindle* estabeleceu-se um gradiente de velocidades e o fluido transmitiu um torque (força) que possibilitou a recolha de um valor de viscosidade em cps.

O preparado fermentado líquido de goma xantana apresentou um comportamento de um fluido não Newtoniano, pois a viscosidade não se mantinha constante para as velocidades de corte testadas. Pode-se dizer também que o preparado líquido mostrava um escoamento pseudoplástico verdadeiro porque à medida que se aumentava a velocidade de corte e depois se diminuía a viscosidade do preparado voltava ao valor inicial não apresentado sinérese.

3.6. Composição química

Na Tabela 13 encontram-se a humidade e, por consequência, a percentagem de extrato seco das três amostras de produto final.

Tabela 13 - Humidade e extrato seco dos produtos.

Amostra	Goma	% Humidade	Média	% Extrato seco	Média
1	Xantana	84,63	84,48±0,10	15,37	15,52±0,10
2		84,38		15,62	
3		84,42		15,58	
4	Alfarroba com sêmea de 2ºBQ	83,12	81,74±0,91	16,88	18,26±0,91
5		81,00		18,99	
6		81,11		18,89	
7	Alfarroba com sêmea de 3ºBQ	84,35	84,39±0,11	15,65	15,61±0,11
8		84,56		15,44	
9		84,27		15,73	

Legenda: BQ – Branqueamento

Como se pode verificar, as amostras têm um elevado teor de humidade entre os 81 e 84%. Verifica-se que quer a goma xantana quer a goma de alfarroba com sêmea de terceiro branqueamento possuem a mesma capacidade de retenção de água, enquanto que a goma de alfarroba com sêmea de segundo branqueamento apresenta menor capacidade de retenção e por isso maior teor de sólidos.

O teor de cinzas foi obtido a partir das mesmas amostras desidratadas (Tabela 14).

Tabela 14 – Teor em cinzas dos produtos.

Goma	% Cinzas	Média
Xantana	0,28	0,38±0,06
	0,38	
	0,47	
Alfarroba com sêmea de 2ºBQ	0,73	0,90±0,11
	0,90	
	1,07	
Alfarroba com sêmea de 3ºBQ	0,43	0,65±0,16
	0,63	
	0,88	

Legenda: BQ – Branqueamento

A amostra com goma de alfarroba e sêmea de 2º branqueamento tem, em média, maior percentagem de resíduos calcinados, 0,90%, tendo por consequência maior percentagem de extrato seco. Já a amostra com goma xantana, tem em média 0,38% de cinzas, sendo uma a amostra com maior percentagem de humidade e uma das amostras com menor percentagem de extrato seco.

A percentagem de fibras foi analisada em duplicado para cada amostra: preparado líquido e preparados sólidos, com sêmea de 2º e 3º branqueamento. Na Tabela 15 observa-se que existe uma maior quantidade de fibras nas amostras sólidas comparativamente à amostra líquida. Era previsível que a amostra com sêmea de 2º branqueamento tivesse uma maior percentagem de fibras, uma vez que a sêmea proveniente do 2º branqueamento contém uma maior quantidade de resíduos (fibras).

Tabela 15 – Teor em fibra das amostras líquida e sólidas.

Amostra	Goma	% Fibras	Média
1	Xantana	0,11	0,11±0,002
2		0,12	
3	Alfarroba com sêmea de 2º BQ	0,33	0,37±0,04
4		0,41	
5	Alfarroba com sêmea de 3º BQ	0,39	0,34±0,05
6		0,29	

Legenda: BQ – Branqueamento

Relativamente à gordura observou-se que pelo método utilizado os preparados fermentados à base de arroz contêm menos de 0,1%. Este valor apesar de bastante reduzido é esperado uma vez que durante todo o processo a eventual gordura adicionada é apenas a que faz parte dos compostos da formulação que por si só são também extremamente pobres neste componente.

Para determinar a percentagem de proteínas utilizaram-se 5 g de cada amostra de preparado fermentado. A Tabela 16 mostra a percentagem de azoto e de proteína dos preparados líquido e sólidos e, como se pode verificar, não existem diferenças significativas entre as amostras. Torna-se, contudo, importante referir que o primeiro passo da determinação de proteínas (a digestão) não decorreu como esperado, uma vez que existiam resíduos negros junto às paredes dos tubos, resultantes da dificuldade que surgiu na colocação da amostra (espessa) nos tubos de ensaio. Por isso, a determinação da proteína pode ter um ligeiro erro.

Tabela 16 - Percentagem de azoto e de proteínas das amostras.

Amostra	Goma	% Azoto	% Proteína	Média
1	Xantana	0,23	1,35	1,43±0,09
2		0,25	1,52	
3	Alfarroba com sêmea de 2º BQ	0,25	1,46	1,44±0,02
4		0,24	1,43	
5	Alfarroba com sêmea de 3º BQ	0,24	1,43	1,42±0,01
6		0,24	1,40	

Legenda: BQ – Branqueamento

3.7. Análise sensorial

A prova de análise sensorial foi realizada com 30 provadores não treinados (colaboradores da empresa), dos quais 16 eram do sexo masculino e 14 do sexo feminino, com uma idade entre os 23 e os 63 anos.

O objectivo da prova afectiva era avaliar os parâmetros: cheiro, cor, sabor, textura e apreciação global, dos dois preparados fermentados à base de arroz, utilizando uma escala de 1 (desgosto muito) a 7 (gosto muito). Durante a prova de análise sensorial, realizada no Laboratório de Inovação da Empresa, foi cedida uma folha de prova sobre a qual os provadores indicaram a sua escolha (Anexo X).

O preparado fermentado de manga devia ser bebido pelo copo e foi identificado pela letra A. Quanto ao preparado de frutos silvestres, devia ser provado à colher e foi identificado com a letra B. As Figuras 21 e 22 foram obtidas através das respostas dos provadores dos 5 parâmetros avaliados.

A amostra A foi a mais apreciada pelos provadores, comparativamente a amostra B, como se verifica nas Figuras 21 e 22.

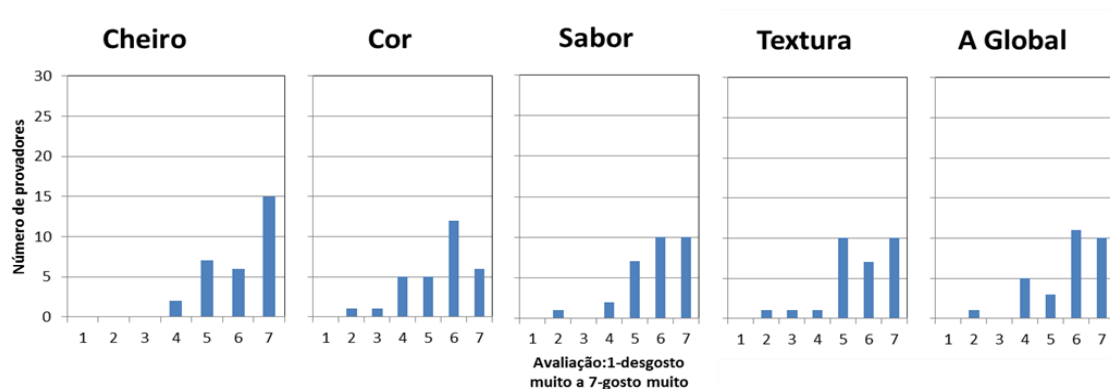


Figura 21 - Avaliação sensorial da amostra A.

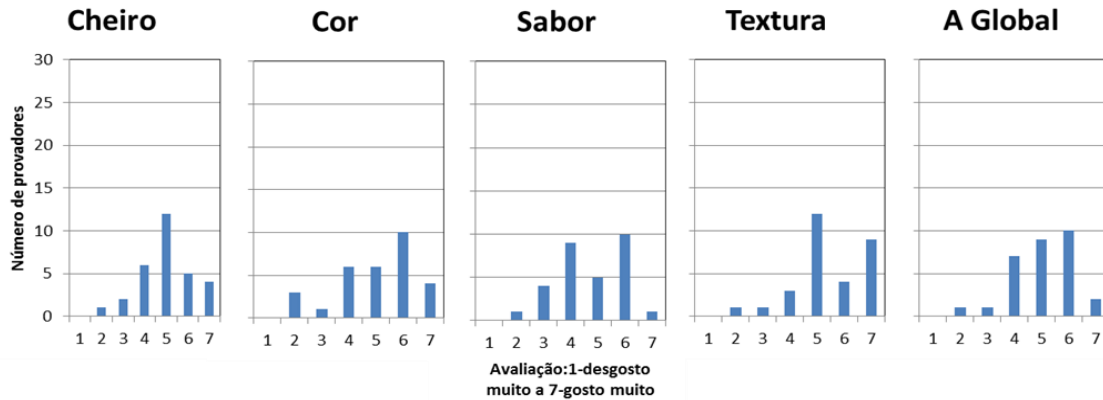


Figura 22 - Avaliação sensorial da amostra B.

Os parâmetros que obtiveram melhor avaliação na amostra A foram o cheiro com 15 respostas “gostar muito” (7) e o sabor com uma avaliação de “gosto” a “gosto muito” com um total de 20 respostas. Quanto à apreciação global do preparado A foi avaliado com “gosto” e “gosto muito” que representam 70% das respostas. Na amostra B apenas 12 provadores gostaram do cheiro e da textura, somente 10 provadores avaliaram a apreciação global com gosto.

O gráfico da figura 23 foi obtido através das cotações médias dadas pelos provadores a cada parâmetro, com o objectivo de verificar se existiam diferenças significativas entre os dois preparados fermentados à base de arroz.

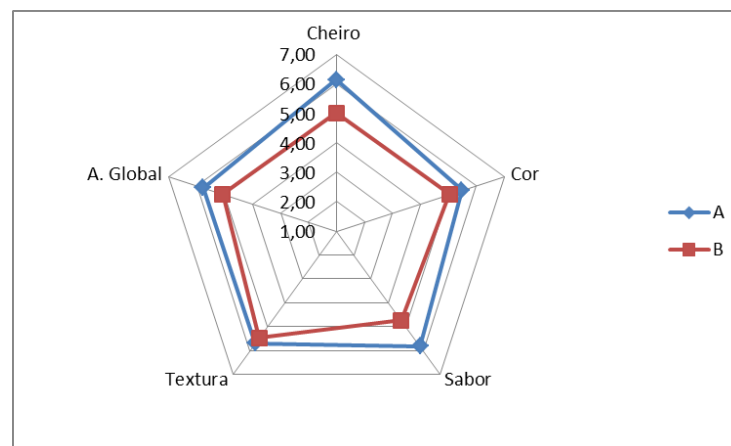


Figura 23 - Perfis sensoriais do produto A (preparado líquido) e do produto B (preparado sólido).

Na Figura 23 pode-se verificar que os parâmetros de cor e textura, para as amostras A e B encontram-se próximos. Relativamente ao cheiro e ao sabor, os provadores consideraram que existiam diferenças entre as amostras, apreciando mais o preparado

fermentado líquido de manga. Pode-se concluir que a amostra A foi do agrado da maior parte dos consumidores, como se pode ver no parâmetro da apreciação global.

No campo das observações, os provadores sugeriram que os preparados fossem consumidos em fresco, para acentuar o seu cheiro e sabor. Referiram também que a amostra líquida podia ter mais aroma de manga e que a sua textura deveria ser um pouco menos viscosa, isto é, que se diminuísse a quantidade de goma xantana na formulação. Quanto ao preparado B, sugeriram que fosse mais ácido para que o sabor estivesse equilibrado, devido a sua consistência.

De uma forma geral, obtiveram-se dois produtos com resultados bastantes promissores, em que o processo fermentativo dos preparados com base em subprodutos não resultou num sabor ácido como o de um iogurte comum, embora com um pH idêntico e cujo sabor pronunciado a arroz desapareceu com a fermentação.

Conclusão

O desenvolvimento de preparados fermentados à base de arroz, com adição de hidrocolóides, polpa de fruta, fruta fresca e sêmea foi alcançado. Os produtos foram produzidos por fermentação da bebida de arroz (durante 6 h a 44,0 °C), utilizando *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* atingindo no final um pH de 4 aproximadamente. Após fermentação procedeu-se à adição de hidrocolóides selecionados para se dar a formação de um gel, sem se verificar alteração considerável de textura e viscosidade depois do processo de esterilização.

A textura do produto final, produzido com goma de alfarroba e sêmea, apresentou valores intermédios de dureza, elasticidade e gomosidade comparativamente aos preparados de goma xantana com amido de milho e de goma xantana com goma de alfarroba. Pode-se assim concluir que o preparado fermentado sólido à base de arroz, composto por goma de alfarroba e sêmea, apresenta uma textura gomosa e elástica. Quanto ao preparado fermentado líquido apresentava um comportamento de um fluido não Newtoniano.

Relativamente às características físico-químicas os preparados que contêm maior humidade são o preparado de goma xantana (líquido) e o preparado de goma de alfarroba com sêmea de terceiro branqueamento (sólido) com $84,48\% \pm 0,10$ e $84,39\% \pm 0,11$, respectivamente. O preparado sólido com goma de alfarroba e sêmea de segundo branqueamento teve uma maior percentagem de fibra com $0,37\% \pm 0,04$, o que era de esperar, uma vez que a sêmea de segundo branqueamento contém maior quantidade de fibras alimentares devido ao processo de polimento do arroz. Os preparados apresentam um teor de matéria gorda inferior a 0,1% e de proteína 1,43% aproximadamente.

De um modo geral o preparado líquido fermentado esterilizado à base de arroz foi bem aceite pelos provadores. A fermentação foi um elemento chave, com resultados organolépticos excelentes, obtendo-se produtos que não tem o sabor ácido, como o de um iogurte, nem o sabor pronunciado a arroz. Verificou-se também que o sabor e o cheiro têm uma elevada importância na aceitação destes preparados.

Com este trabalho deu-se um novo ciclo económico a dois subprodutos da indústria arroseira, a trinca de arroz e a sêmea, ricos em gorduras, proteínas, hidratos de carbono e fibras alimentares, de forma a trazer benefícios aos consumidores. O preparado fermentado à base de arroz, formulado durante este trabalho, é um alimento isento de lactose e glúten, podendo preencher lacunas existentes no mercado atual.

Avaliando globalmente este trabalho, pode concluir-se que todos os objectivos estabelecidos pela empresa Ernesto Morgado S.A. foram alcançados, tendo o estudo ido para além do plano de estágio, uma vez que também foram estudadas algumas recomendações de ensaios anteriores no âmbito de outros trabalhos.

Sugestões para trabalho futuro

No decorrer deste trabalho, foram surgindo algumas sugestões para futuras contribuições, no sentido de melhorar nutricionalmente e organolepticamente os preparados fermentados à base de arroz. Em suma:

- Testar a adição de edulcorantes, sem que haja alterações após o tratamento térmico, para que este produto possa abranger consumidores com diabetes;
- Verificar a eficácia da pasteurização como tratamento térmico, uma vez que o preparado no final da fermentação láctea tem pH 4 aproximadamente;
- Melhorar a textura do preparado sólido com goma xantana e goma de alfarroba, incluindo no processo a etapa de homogeneização, para que o produto final não apresente grânulos;
- Realizar balanços mássicos e energéticos do preparado fermentado à base de arroz, de forma a avaliar o rendimento do processo, os custos e os meios necessários para a sua produção à escala industrial,
- Realizar um estudo de mercado de forma a verificar a aceitação do produto pelos consumidores;
- Fazer o estudo do tempo de vida deste produto inovador.

Bibliografia

AP Arroz (Agrupamento de Produtores de Arroz do Vale do Sado) – A cultura do arroz. [Em linha]. (2009), [Consult.7 Mar. 2014]. Disponível em WWW:<URL: <http://www.aparroz.org/> >.

AZEREDO, Henriette Monteiro Cordeiro – Fundamentos de estabilidade de alimentos. **Embrapa** [Em linha]. (2012), p.77-101 e 129-185, [Consul. 7 Fev. 2014] Disponível em WWW: <URL: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77697/1/CLV12015.pdf>>.

BAPTISTA, Paulo; VENÂNCIO, Armando – Os perigos para a segurança alimentar no processamento de alimentos. **Ficha Técnica** [Em linha]. (2003), p.9-75, [Consult. 25 Mar. 2014]. Disponível em WWW:<URL: http://www.esac.pt/noronha/manuais/manual_4_perigos.pdf>.

BARRACOSA, Paulo; CAETANO, Isabel; BATISTA, Maira Teresa – Avaliação do rendimento agro-industrial dos frutos e sementes de cultivares de alfarrobeira (*Ceratonia siliqua* L.) no Algarve. [Em linha]. (2014). [Consilt.21 Abr. 2014]. Disponível em WWW:<URL: <http://repositorio.ipv.pt/handle/10400.19/333>>.

BARRADO, Antonio Marata – **Nuevas Tecnologías de Conservación de Alimentos**. 2ª ed. Madrid: A. Madrid Vicente Ediciones, 2010. ISBN:978-84-96709-41-6. p. 1-317.

BISCAIA, Islaine; STANDLER, Carlos; PILATTI, Luiz - Avaliação das alterações físico-química em iogurtes adicionado de culturas probióticas. [Em linha]. (2004), p. 1-9, [Consult.19 Fev. 2014]. Disponível em WWW:< URL: <http://pg.utfpr.edu.br/dirppg/ppgep/ebook/2004/11.pdf>>.

BOTELHO, Fabiana de Souza –Efeito das gomas xantana e/ou guar na textura de pães isentos de glúten elaborados com farinha de arroz e milho. **Dissertação de Mestrado**. Instituto Superior de Agronomia – Universidade Técnica de Lisboa [Em linha]. (2012), p. 1-69, [Consult.7 Abr. 2014]. Disponível em WWW: <URL: <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/5324>>.

Caderno de especificações – Arroz carolino do Baixo Mondego IGP. [Em linha]. (2014) [Consult. 7 Mar. 2014]. Disponível em WWW:<URL: <http://pt.scribd.com/doc/53731500/Arroz-Carolino-Baixo-Mondego-IGP>>.

Decreto-Lei nº 365. 21 de novembro de 1998 – Fixa os princípios gerais de utilização dos aditivos alimentares admissíveis em géneros alimentícios, remetendo para posterior regulamentação a fixação dos respectivos critérios de pureza. **Diário da República**.

Decreto-Lei nº 62. 19 de abril de 2000 - Define as características do arroz e da trinca de arroz, seus tipos e classes comerciais, estabeleceu a classificação de variedades, fixou as regras de acondicionamento e rotulagem deste produto e os respectivos métodos de análise, definindo ainda alguns aspectos da sua comercialização. **Diário da República**.

ERNESTO MORGADO S.A. (a) – Arroz Pato Real [Em linha]. actual. Julho de 2013. [Consult. 4 Fev. 2014]. Disponível em WWW:<URL: http://www.emorgado.pt/Em_2013_PT_.pdf>.

ERNESTO MORGADO S.A. (b) - Manual de Boas Práticas para a Transformação do Arroz, 2011.

ESTEVES, Eduardo. – Introdução à Análise Sensorial. [Em linha]. (2014), p. 5-42, [Consult. 8 Mai. 2014]. Disponível em WWW:<URL: http://www.academia.edu/2993383/Introducao_a_Analise_Sensorial>.

FA - Fibras alimentares. **Nutribrica: nutrição na escola** [Em linha]. (2010), p. 1-5, [Consult. 13 Mai. 2014]. Disponível em WWW:< URL: http://www.esb.ucp.pt/nutribrinca/docs/Unidade_2.6_guia_fibras_alimentares.pdf>.

FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nation. [Em linha], 2014. [Consult. 11 Jun. 2014]. Disponível em WWW:<URL: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>>.

FERREIRA, José Manuel Ribeiro – Efeito do tratamento por alta pressão na sorção de água pelo amido. **Dissertação de Mestrado**. Universidade de Aveiro – Departamento de Química [Em linha]. (2011), p. 1-10, [Consult. 25 Fev. 2014]. Disponível em WWW:<URL: <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/8096/1/5808.pdf>>.

FIOCCHI, A.; TRAVAINI, M.; D'AURIA, E.; BANDERALI, G.; BERNARDO, L.; RIVA, E. – Tolerance to a rice hydrolysate formula in children allergic to cow's milk and soy. (2003), p. 1576-1580.

FONSECA, Maria Manuela; TEIXEIRA, José A. – Reactores biológicos: Fundamentos e Aplicações. Lidel, 2007. ISBN-13:978-972-757-366-0. p. 125-147 e 153-171.

GLYN, O. Phillips; PETER, A. Williams – Handbook of Hydrocolloids. [Em linha]. (2009). ISBN: 1845694147. p. 1-901. [Consult. 7 Abr. 2014]. Disponível em WWW:<URL: http://nashaucheba.ru/docs/51/50986/conv_1/file1.pdf>.

INS Doutor Ricardo Jorge (a) - Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge – Detalhe alimento. **Arroz integral cru** [Em linha]. [Consult. 11 Mar. 2014]. Disponível em WWW:<URL: <http://www.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/AlimentNutricao/AplicacoesOnline/TabelaAlimentos/PesquisaOnline/Paginas/DetalheAlimento.aspx?ID=IS401>>.

INS Doutor Ricardo Jorge (b) - Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge – Detalhe alimento. **Arroz comum cru** [Em linha]. [Consult. 11 Mar. 2014]. Disponível em WWW:<URL: <http://www.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/AlimentNutricao/AplicacoesOnline/TabelaAlimentos/PesquisaOnline/Paginas/DetalheAlimento.aspx?ID=IS402>>.

INSUMOS – Ágar ou ágar-ágar, o mais antigo ficocolóide. **Aditivos e ingredientes** [Em linha]. (2014). p. 31-39, [Consult. 28 Abr. 2014]. Disponível em WWW:<URL: http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/87.pdf>.

LIDON, Fernando; SILVESTRE, Maria Manuela (a) – **Conservação de Alimentos: Princípios e Metodologias**. Lisboa: Escolar Editora, 2008. ISBN 978-972-592-227-9. p. 11-218.

LIDON, Fernando; SILVESTRES, Maria Manuela (b) – **Indústrias Alimentares: Aditivos e Tecnologias**. Lisboa: Escolar Editora, 2007. ISBN: 978-972-592-203-3. p. 15-353.

LUVIELMO, Márcia de Mello; SCAMPARINI, Adilma Regina Pippa – Goma Xantana: produção, recuperação, propriedades e aplicação. **Estudos tecnológicos**. [Em linha]. (2009), p. 50-67, [Consult. 3 Abr. 2014]. Disponível em WWW:<URL: http://revistas.unisinus.br/index.php/estudos_tecnologicos/article/view/4964>.

McHugh, Dennis. – Production and utilization of products from comercial seaweeds. **Chapter 1: Production, Properties and uses of agar. FAO** [Em linha]. (1987), [Consult. 28 Abr. 2014]. Disponível em WWW:<URL: <http://www.fao.org/docrep/X5822E/X5822E00.htm>>.

MILANI, Jafar; MALEKI, Gisoo – Food Industrial Processes: methods and equipment. **Chapter 2: Hydrocolloids in Food Industry** [Em linha]. Irão (2012), p. 17-38, [Consult. 7 Abr. 2014]. Disponível em WWW:<URL: <http://www.intechopen.com/books/food-industrial-processes-methods-and-equipment/hydrocolloids-in-food-industry>>.

MORALES, Jessica – **Métodos de conservación de alimentos**. Estado do México: Red Tercer Milenio, 2012. ISBN 978-607-733-150-6. p. 9-184.

NORONHA, João Feire – Análise Sensorial – Metodologia. **Apontamentos de Análise Sensorial** [Em linha]. (2003), p. 1-71, actual. 20 Jan. 2003. [Consult. 8 Mai. 2014]. Disponível em WWW:<URL: http://www.esac.pt/noronha/A.S/Apontamentos/sebenta_v_1_0.pdf>.

Novarroz (a) – A produção de arroz em Portugal. **Mundo do arroz** [Em linha]. (2014). [Consul.5 Fev. 2014]. Disponível em WWW:<URL: <http://novarroz.pt/mundo-do-arroz/historia-do-arroz/a-producao-de-arroz-em-portugal/>>.

Novarroz (b) - História do arroz em Portugal. **Mundo do arroz** [Em linha]. (2014). [Consul.5 Fev. 2014]. Disponível em WWW:<URL: <http://novarroz.pt/mundo-do-arroz/historia-do-arroz/historia-do-arroz-em-portugal/>>.

PESTANA, Vanessa; MENDONÇA, Carla; ZAMBLIAZI, Rui – Farelo de arroz: Características, Benefícios à saúde e aplicações. [Em linha].nº1 (2008), p. 29-40, [Consult. 12 Mai. 2014]. Disponível emWWW:<URL: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/alimentos/article/view/11789/8308>>.

PINTO, Carlito – Caracterização e aproveitamento tecnológico de variedades de arroz autóctone de Timor-Leste. **Dissertação de Mestrado**. Instituto Superior Agronomia – Universidade Técnica de Lisboa [Em linha]. (2009), p. 20-38, [Consult. 21 Fev. 2014].

Disponível em WWW:<URL:

<https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/1898/1/Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20e%20Aproveitamento%20Tecnol%C3%B3gico%20de%20Variedades%20de%20Arroz%20Aut%C3%B3ctone%20de%20Timor-Leste.pdf>>.

PINTO, Marta Pereira – Optimização dos processos de produção de xaropes de glucose e dextrose monohidratada. **Dissertação de Mestrado**. Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa [Em linha]. (2009), p. 1-28, [Consult. 7 Fev. 2014].

Disponível em WWW: <URL:

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/2589867751765/dissertacao.pdf>>.

Portaria nº 742/92. 24 de julho – Estabelece regras sobre a produção, comercialização e consumo de iogurte e de leites fermentados. **Diário da República**.

RAO, B. S. Narasinga – Nutritive Value of Rice Bran. [Em linha]. (2000), p. 5-8, [Consult. 12 Mai. 2014]. Disponível em WWW: <URL:

http://www.nutritionfoundationofindia.res.in/pdfs/BulletinArticle/Pages_from_nfi_10_00_2.pdf>.

Regulamento (CEE) nº 1898/87 do Conselho. 2 de julho de 1987 – Relativo à proteção da denominação de leite e dos produtos lácteos aquando da sua comercialização. **Jornal Oficial das Comunidades Europeias**.

SILVA, Lucrecia de Jesus Melo – Isolamento e caracterização bioquímica das bactérias do ácido láctico do queijo São Jorge DOP. **Dissertação de Mestrado** – Universidade dos Açores [Em linha]. (2012), p. 1-100, [Consult. 19 Fev. 2014]. Disponível em WWW:<URL: <https://repositorio.uac.pt/handle/10400.3/134>>.

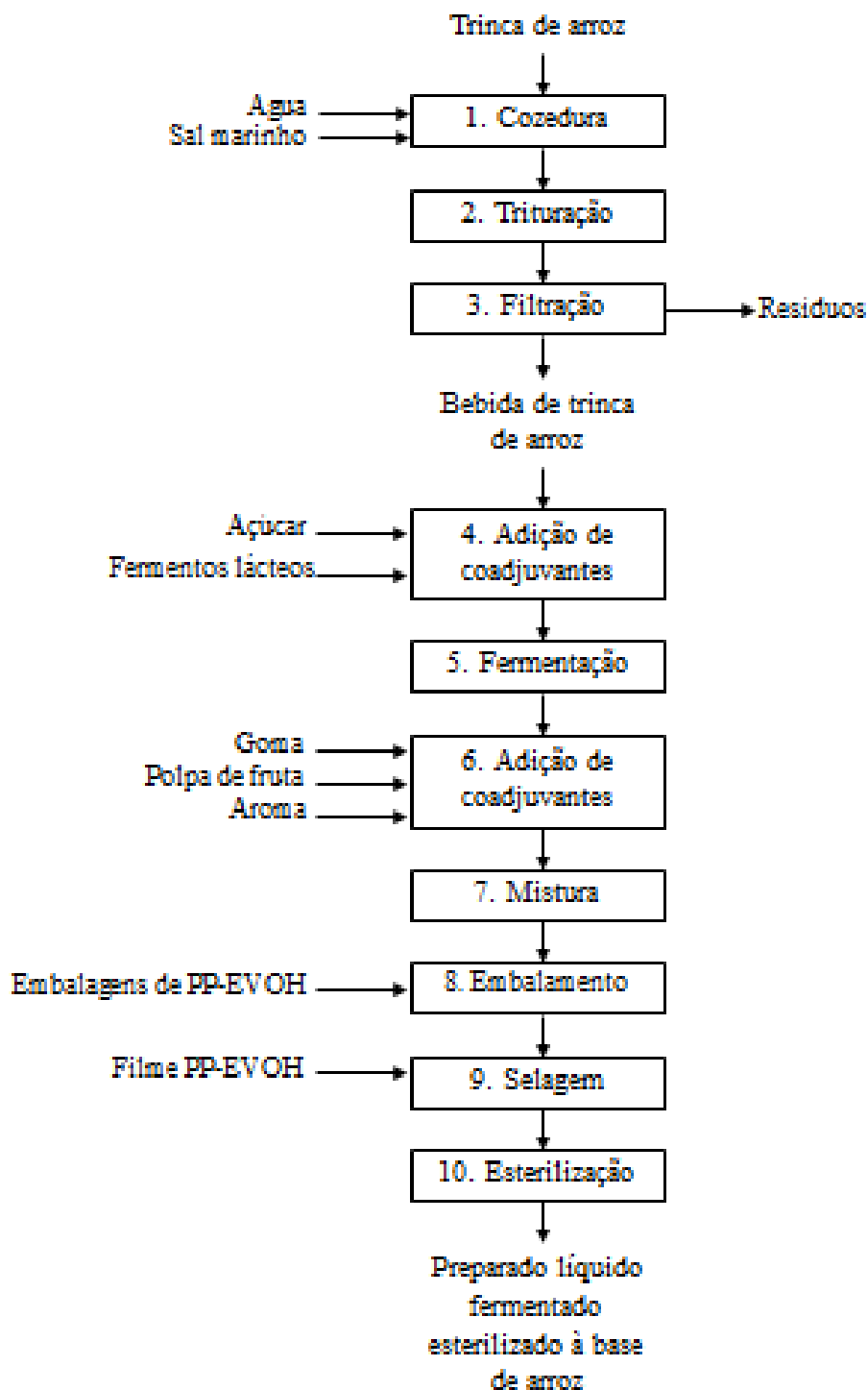
SILVA, Manuel. – **Arroz**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1969. p. 11-418.

WALTER, Melissa; MARCHEZAN, Enio; AVILA, Luis Antonio – Arroz: composição e características nutricionais. **Revisão bibliográfica** [Em linha]. (2008), p. 1184-1192,

ISSN:0103-8478, [Consult.10 Mar. 2014]. Disponível em WWW:<URL:
<http://www.scielo.br/pdf/cr/v38n4/a49v38n4.pdf>>.

Anexos

Anexo I - Fluxograma do preparado líquido fermentado esterilizado à base de arroz



Anexo II - Descrição do processo do preparado líquido fermentado esterilizado à base de arroz

1. Cozedura

Coze-se 300 g de trinca de arroz com 8 g de sal marinho em 4 L de água. A preparação da bebida de trinca de arroz realizava-se num fogão de indução durante 40 minutos a uma temperatura de 140 °C, assim que atinge o ponto de ebulição baixa-se a temperatura do fogão de indução para os 60 °C.

2. Trituração

Após a cozedura ocorre a etapa de trituração da trinca de arroz com uma varinha-mágica.

3. Filtração

Nesta etapa ocorrem 2 filtrações em simultâneo.

Numa primeira fase filtra-se o preparado, após a trituração, num coador de pano e de seguida num coador de metal de rede fina, obtendo-se a bebida de arroz.

4. Adição de coadjuvantes

Para que ocorra fermentação adiciona-se açúcar (sacarose) e fermentos lácteos (*Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*).

5. Fermentação

O processo de fermentação ocorre num banho-maria a uma temperatura de 44,0 °C, com os copos tapados com papel de alumínio. Durante a fermentação mede-se o pH do preparado de hora em hora, para se verificar o nível de acidez do produto. A fermentação tem uma duração de 6h.

6. Adição de coadjuvantes

Depois do processo de fermentação estar concluído adiciona-se goma, polpa de fruta e aroma.

7. Mistura

Nesta etapa ocorre um processo de mistura de todos os coadjuvantes adicionados a bebida de arroz fermentada, com auxílio de uma varinha-mágica.

8. Embalamento

Após o processo de mistura dos coadjuvantes o preparado fermentado é devidamente embalado em copos de PP-EVOH.

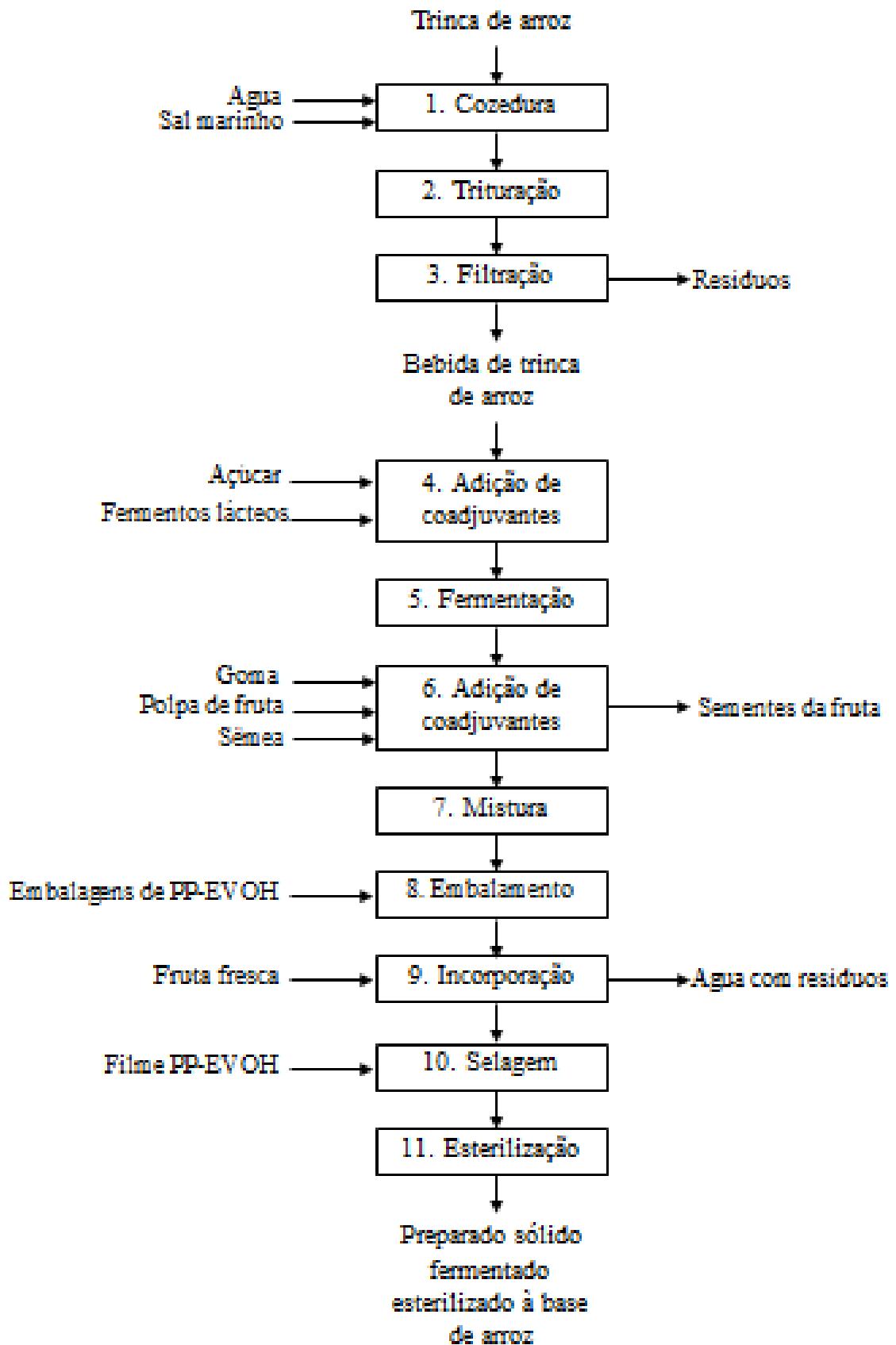
9. Selagem

De seguida todos os copos são selados com um filme transparente de PP-EVOH.

10. Esterilização

Todos os copos que contenham o preparado fermentado à base de arroz sofrem um processo de esterilização numa autoclave horizontal, que atinge uma temperatura máxima de aproximadamente 130 °C no espaço de tempo de 1 h e o arrefecimento, com água refrigerada, durante 40 min.

Anexo III - Fluxograma do preparado fermentado sólido



Anexo IV - Descrição do processo do preparado fermentado sólido

1. Cozedura

Coze-se 300 g de trinca de arroz com 8 g de sal marinho em 4 L de água. A preparação da bebida de trinca de arroz realizava-se num fogão de indução durante 40 min a uma temperatura de 140 °C, assim que atinge o ponto de ebulição baixa-se a temperatura do fogão de indução para os 60 °C.

2. Trituração

Após a cozedura ocorre a etapa de trituração da trinca de arroz com uma varinha-mágica.

2. Filtração

Nesta etapa ocorrem 2 filtrações em simultâneo.

Numa primeira fase filtra-se o preparado, após a trituração, num coador de pano e de seguida num coador de metal de rede fina, obtendo-se a bebida de arroz.

4. Adição de coadjuvantes

Para que ocorra fermentação adiciona-se açúcar (sacarose) e fermentos lácteos (*Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*).

5 Fermentação

O processo de fermentação ocorre num banho-maria a uma temperatura de 44,0 °C, com os copos tapados com papel de alumínio Durante a fermentação mede-se o pH do preparado de hora em hora, para se verificar o nível de acidez do produto. A fermentação tem uma duração de 6 h.

6. Adição de coadjuvantes

Depois do processo de fermentação estar concluído adiciona-se goma, sêmea e polpa de fruta.

Obtém-se polpa de fruta a partir de fruta congelada devidamente triturada com o auxílio de uma varinha-mágica. Depois de triturados e com o auxílio de um coador

metálico de rede fina remove-se as sementes que possam estar presentes nos frutos congelados.

7. Mistura

Nesta etapa ocorre um processo de mistura de todos os coadjuvantes adicionados a bebida de arroz fermentada, com auxílio de uma varinha-mágica.

8. Embalamento

Após o processo de mistura dos coadjuvantes o preparado fermentado é devidamente embalado em embalagens de PP-EVOH.

9. Incorporação

Ao preparado fermentado à base de arroz incorpora-se os pedaços de fruta fresca, posteriormente lavada com água corrente.

10. Selagem

De seguida todos os copos são selados com um filme transparente de PP-EVOH.

11. Esterilização comercial

Todos os copos que contenham o preparado fermentado à base de arroz sofrem um processo de esterilização numa autoclave horizontal, que atinge uma temperatura máxima de aproximadamente 130 °C no espaço de tempo de 1 h e o arrefecimento, com água refrigerada, durante 40 min.

Anexo V – Determinação de extrato seco

A determinação de extrato seco do produto final (preparado líquido e sólido) foi feita segundo o esquema de Weende, a partir da secagem de 5 g de amostra, numa estufa a 70 °C, durante 3 dias. Após este período, os cadinhos foram retirados da estufa e colocados num exsicador para que arrefecessem (Figura 24). No fim, os cadinhos foram devidamente pesados numa balança analítica. A percentagem de extracto seco para as diferentes amostras foi determinada a partir de três réplicas.

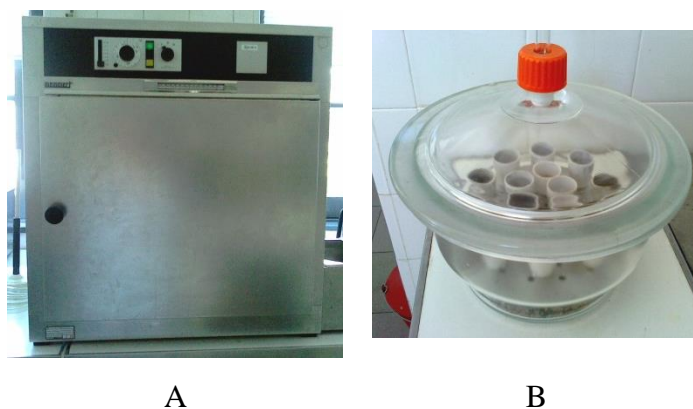


Figura 24 - Estufa a 70°C (A) e exsicador com cadinhos (B)

Anexo VI – Determinação de cinzas

A determinação de cinzas foi feita segundo o esquema de Weende, a partir da secagem das amostras a temperaturas que rondavam os 450-600 °C, durante 4 h. Para esta análise foi utilizada uma mufla, a fim de obter um resíduo branco no fundo de cada cadinho. Passadas as 4 h, os cadinhos foram retirados da mufla e colocados no exsiccador (Figura 25). Na última etapa, os cadinhos foram pesados para que se pudesse calcular a percentagem de cinzas de cada amostra. A percentagem de cinzas para as diferentes amostras foi obtida em triplicado.



A



B

Figura 25– Mufla (A) e exsiccador com cadinhos (B)

Anexo VII – Determinação de fibra

A determinação de fibra foi feita segundo o esquema de Weende, mas com uma pequena alteração. Pesaram-se 5 g de preparado sólido, utilizando a amostra em bruto, uma vez que os preparados continham açúcares que após o processo de desidratação caramelizavam podendo influenciar os resultados.

A extração das fibras foi feita num extrator com 200 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4), durante 45min, de forma a hidrolisar os hidratos de carbono. De seguida, filtrou-se, com o auxílio de uma bomba de vácuo, a amostra para um cadinho de placa filtrante (Figura 26). Os cadinhos foram raspados e lavados com 200 mL de hidróxido de sódio (NaOH), para ocorrer a hidrólise das gorduras no extrator. Passados 45 min, as amostras foram novamente filtradas nos mesmos cadinhos. A seguir, os cadinhos foram colocados numa estufa a 130 °C, durante uma hora. Após esse período, passaram pelo exsicador para serem pesados e passaram para a mufla, a 550 °C durante 4 h. No fim, os cadinhos foram pesados novamente, numa balança analítica.



Figura 26– Determinação de fibras no preparado fermentado à base de arroz

Anexo VIII – Determinação de gordura

A partir da NP 1923/ 1987 utilizando-se a técnica de Gerber para determinar o teor de matéria gorda. Nesta técnica estão envolvidos dois passos: digestão dos compostos sólidos não gordurosos a partir do ácido sulfúrico (H_2SO_4), com produção de calor para manter a amostra em estado líquido e a inibição da carbonização da gordura, proporcionando uma leitura límpida no butirómetro de Gerber.

Para se determinar o teor de matéria gorda dos preparados fermentados sólidos e líquidos diluídos (1:1) mediram-se 10 mL de H_2SO_4 para um butirómetro de Gerber, adicionaram-se lentamente 11 mL da amostra previamente diluída com água destilada e 1ml de álcool isoamílico, sem que a mistura entrasse em reação. Rolhou-se o butirómetro e colocou-se na centrífuga durante 5 minutos.

No fim ocorreu a separação da gordura, que se leu diretamente na escala do butirómetro.

Anexo IX – Determinação de proteína

Pelo método de Kjeldhal determinou-se a quantidade de proteína baseado no teor de azoto dos preparados. O método envolve três passos: o primeiro relativo à digestão da amostra, a segunda etapa referente à neutralização/destilação do ião amónio e por fim, o terceiro passo, que se designa por titulação (Figura 27).

No primeiro passo, a amostra foi digerida com 24 mL de ácido sulfúrico concentrado, na presença de duas pastilhas de catalisador, composto por sulfato de potássio e cobre, a uma temperatura de 380 °C, durante 4 h, aproximadamente. Nestas condições, todo o azoto orgânico presente foi convertido no ião amónio. Era esperado que as amostras tivessem um aspecto incolor e sem resíduos no final do processo de digestão.

Na fase seguinte, todo o ião amónio foi convertido em amoníaco, por meio de uma reação de neutralização com hidróxido de sódio. Esta reação ocorreu num destilador automático, de modo a recolher todo o amoníaco. Passou-se vapor de água pela solução neutralizada, recolhendo o excesso para a solução de ácido bórico com indicador. Registou-se então mudança de cor, de púrpura para verde.

No terceiro etapa, a solução de ácido bórico foi titulada com ácido clorídrico, observando-se a mudança de cor de verde para púrpura. A solução recuperou a sua cor inicial. O volume gasto de ácido clorídrico em cada amostra foi proporcional à quantidade de azoto existente.



Figura 27 - Determinação da proteína no preparado fermentado à base de arroz

Prova de Análise Sensorial

Produto: Preparado fermentado à base de arroz

Agradeço a sua participação nesta prova de análise sensorial dos preparados fermentados à base de arroz

- Por favor prove as amostras que lhe são apresentadas.
- Avalie as duas amostras utilizando a escala que é apresentada na folha seguinte, de forma a exprimir a sua opinião colocando uma cruz no retângulo apropriado.
- Se achar conveniente escreva uma observação.

Procedimento da prova de análise sensorial:

1. Preencha o cabeçalho da folha seguinte;
2. Avalie em primeiro lugar o cheiro e a cor, tanto do preparado sólido como do preparado líquido;
3. De seguida, prove cada amostra avaliando o sabor e a textura das amostras apresentadas;
4. Se achar necessário passe a boca por água, quando passar de uma amostra para a outra;
5. Pode provar as amostras quantas vezes quiser até ter a sua opinião formada.
6. É importante referir que a amostra apresentada em copo é para ser bebida e a amostra apresentada na taça é para ser comida com a colher;

Cristiana Pires

Prova de Análise Sensorial

Produto: Preparado fermentado à base de arroz

Sexo: _____ Idade: _____

Parâmetros	Amostra	1	2	3	4	5	6	7
Cheiro	A							
	B							

Cor	A							
	B							

Sabor	A							
	B							

Textura	A							
	B							

Apreciação Global	A							
	B							

Onde:

1	Desgosto muito
2	Desgosto
3	Desgosto ligeiramente
4	Não gosto, nem desgosto
5	Gosto ligeiramente
6	Gosto
7	Gosto muito

Observações: _____

Obrigada!

