

Desenvolvimento e caracterização físico-química, sensorial e microbiológica de um puré de castanha e maçã

Jucimara Costa Silva

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança
para obtenção do Grau de Mestre em Qualidade e Segurança
Alimentar*

Orientado por
Professora Doutora Elsa Ramalhosa
Professora Doutora Ermelinda Pereira

**Bragança
2022**

Trabalho financiado pelo Projeto RevestCast - Otimização dos processos industriais de aplicação de revestimentos comestíveis para a conservação pós-colheita da castanha (*Castanea sativa* Mill.) (PROJETO POCI-01-0247-FEDER-049276), projeto elaborado no âmbito do Sistema de Incentivos à Investigação e Desenvolvimento Tecnológico (SI I&DT) - Projetos de I&D Empresarial em CoPromoção para Territórios do Interior



Agradecimentos

A concretização deste trabalho não seria possível sem o apoio de muitas pessoas, às quais gostaria de expressar todo meu agradecimento.

Primeiramente a Deus, por ter colocado esta oportunidade em minha vida e por ter me dado sabedoria para conseguir concluir mais esta etapa.

Agradeço à minha orientadora, Doutora Elsa Cristina Dantas Ramalhosa, da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança, por toda disponibilidade, orientação, conhecimentos transmitidos e todo auxílio para que o presente trabalho pudesse ser concluído.

À minha coorientadora, Doutora Ermelinda Lopes Pereira, da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança, por todo apoio, disponibilidade e conhecimentos transmitidos.

Agradeço ao Dr. António Luís Gonçalves e ao Chef Óscar Gonçalves do restaurante G e a empresa Sortegel, por terem me dado a oportunidade de fazer parte deste trabalho e por toda disponibilidade na execução do mesmo.

Agradeço, a todos os que durante este tempo partilharam comigo o laboratório. Especialmente à Céu, Ana Sagres e Felipe Lema, por toda ajuda, ensinamentos laboratoriais e boa disposição.

Agradeço imensamente ao meu marido Diego Gontigo, que embarcou neste sonho comigo e sem sua motivação, apoio, paciência e companheirismo, nada disso seria possível.

Agradeço também à minha família, aos meus pais Iraci e Gilmar, às minhas irmãs Juliana e Jussara, pelo incentivo e que mesmo distantes estiveram sempre presentes.

Resumo

A castanha (*Castanea sativa* Miller) apresenta grande importância económica nas regiões de Trás-os-Montes e Beira Interior. A maior parte da castanha produzida em Portugal é vendida em fresco ou congelada. Contudo, o desenvolvimento de novos produtos à base de castanha tem crescido, podendo ser uma mais-valia para os produtores e industriais deste fruto. De modo a contribuir para esta situação, o principal objetivo do presente trabalho foi a elaboração de um novo produto à base de castanha e maçã, em parceria com o restaurante G e a empresa Sortegel. Realizaram-se três experiências, em que na primeira elaboraram-se purés de castanha com maçã Granny Smith e Reineta, tendo sido posteriormente embalados a vácuo e congelados; na segunda experiência confeccionaram-se purés de castanha com maçã Granny Smith e diferentes concentrações de ácido ascórbico (0,05% e 0,1%); na terceira experiência, elaboraram-se purés com concentrações de ácido ascórbico em torno de 0,01%, tendo sido os purés da segunda e terceira experiência embalados em recipientes de vidro e pasteurizados ou embalados a vácuo e congelados. Pretendeu-se avaliar a qualidade e segurança dos mesmos, através da caracterização físico-química (cor, textura, teor de humidade, atividade de água e pH), sensorial e microbiológica (microrganismos a 30 °C, bolores e leveduras, *Staphylococcus aureus*, coliformes e *Escherichia coli*). Na primeira experiência, ambos os purés de castanha com maçã (Granny Smith e Reineta) apresentaram diferenças em termos de cor (a^* , b^* , C^* e h), textura e pH, apresentando um pH que poderia favorecer o desenvolvimento de microrganismos (5,44 e 5,62). Em termos de análise sensorial, os purés foram ambos classificados como “agradáveis”. A segunda experiência foi realizada com o objetivo de reduzir o valor do pH dos produtos, através da adição de ácido ascórbico. Como era esperado, o puré com a concentração de ácido ascórbico 0,1% apresentou os menores valores de pH (3,70 e 3,77). Verificou-se também que a adição de ácido ascórbico proporcionou aos purés uma coloração mais clara, devido ao seu poder antioxidante. Em relação à textura, as amostras contendo 0,05 e 0,1% de ácido ascórbico com e sem pasteurização mostraram-se mais firmes, mais coesas e mais consistentes. Em relação à análise sensorial, os purés preferidos foram aqueles sem adição de ácido. Desta forma, procedeu-se ao terceiro estudo, com a aplicação de concentrações de ácido ascórbico em torno de 0,01%, de modo a tornar os produtos mais seguros e, por outro lado, serem mais agradáveis em termos de análise sensorial. Porém, os resultados obtidos

sugerem uma possível variação na formulação do puré, pois os valores de pH obtidos (6,09 a 6,26) foram diferentes daqueles observados nos estudos anteriores. Sugere-se, assim, em trabalhos futuros a padronização das formulações e processos, para a obtenção de um produto final adequado, seguro e reprodutível para o consumidor.

Palavras-chave: Castanha, Novos produtos, Qualidade e Segurança Alimentar, Ácido ascórbico, Pasteurização.

Abstract

Chestnut (*Castanea sativa* Miller) has significant economic importance in Trás-os-Montes and Beira Interior regions. Most of the nuts produced in Portugal are sold fresh or frozen. However, the development of new chestnut-based products has grown and may be an asset for producers and industrials of this fruit. To contribute to this situation, the main objective of this work was to elaborate a new product based on chestnut and apple, in partnership with restaurant G and the company Sortegel. Three experiments were carried out in which in the first were prepared chestnut purees with Granny Smith and Reineta apples, which were subsequently vacuum packed and frozen; in the second experiment, chestnut purees were made with Granny Smith apple and different concentrations of ascorbic acid (0.05% and 0.1%); in the third experiment, purees were prepared with concentrations of ascorbic acid around 0.01%, being the purees of the second and third experiments packed in glass containers and pasteurized or vacuum packed and then frozen. All experiments aimed to evaluate purees' quality and safety through the physical-chemical (colour, texture, moisture content, water activity and pH), sensory and microbiological (microorganisms at 30 °C, molds and yeasts, *Staphylococcus aureus*, coliforms and *Escherichia coli*). In the first experiment, both apple chestnut purees (Granny Smith and Reineta) showed colour differences (a^* , b^* , C^* and h), texture and pH, with values that can favor the development of microorganisms (5.44 versus 5.62). In terms of sensory analysis, both purees were classified as "pleasant". The second experiment was carried out to reduce the products' pH value by adding ascorbic acid. As expected, the puree with the concentration of ascorbic acid 0.1% presented the lowest pH values (3.70 and 3.77). It was also verified that adding ascorbic acid gave the purees a lighter colouration, due to the its antioxidant power. Regarding texture, the samples containing 0.05 and 0.1% ascorbic acid with and without pasteurization were firmer, more cohesive and more consistent. Regarding the sensory analysis, the preferred purees were those without the addition of acid. Thus, a third study was carried out (applying concentrations of ascorbic acid of around 0.01%) to make the products safer and, on the other hand, to be more pleasant regarding the sensory analysis. However, the results suggest a possible variation in the formulation of puree because the pH values (6.09 to 6.26) were different from those observed in the previous studies. Thus, in future studies,

it is suggested to standardize formulations and processes to obtain an adequate, safe and reproducible final product for the consumer.

Keywords: Chestnut, New products, Food Quality and Safety, Ascorbic Acid, Pasteurization.

Índice

Índice de Figuras	viii
Índice de Tabelas	x
1. Enquadramento do trabalho e objetivos	1
2. Introdução.....	1
2.1 Castanha.....	1
2.1.1 Propriedades nutricionais da castanha portuguesa	5
2.1.2 Produtos à base de castanha	6
2.2 Determinação de tempos de validade de produtos.....	10
2.3 Aplicação de tecnologias no processamento de purés de frutas	10
3. Parte Experimental	12
3.1 Amostras e processo de fabrico	12
3.1.1 Puré de castanha e maçã – primeira experiência.....	12
3.1.2 Puré de castanha e maçã – segunda experiência	13
3.1.3 Puré de castanha e maçã – terceira experiência	13
3.2 Análises efetuadas.....	14
3.2.1. Análises físico-químicas	14
3.2.2 Análises microbiológicas	16
3.2.3 Análise sensorial	20
3.2.4 Análise estatística.....	21
4. Resultados e Discussão	22
4.1 Puré de castanha e maçã – primeira experiência	22
4.1.1 Parâmetros físico-químicos	22
4.1.2 Parâmetros microbiológicos.....	25
4.1.3 Análise sensorial	26
4.2 Puré de castanha e maçã – segunda experiência.....	29
4.2.1 Parâmetros físico-químicos	29
4.2.2 Parâmetros microbiológicos.....	34
4.2.3 Análise sensorial	37

4.3 Puré de castanha e maçã – terceira experiência	41
4.3.1 Parâmetros físico-químicos	41
4.3.2 Parâmetros microbiológicos	45
4.3.3 Análise sensorial	47
5. Conclusão	48
6. Referências	50
ANEXOS	54

Índice de Figuras

Figura 1: Produção e área relativas à castanha a nível mundial (Fonte: FAOSTAT, 2021)	2
Figura 2: Produção e área relativas à castanha a nível europeu (Fonte: FAOSTAT, 2021)	2
Figura 3: Produção e área relativas à castanha a nível nacional (Fonte: FAOSTAT, 2021)	3
Figura 4: Países com maior produção de castanha em 2019 (Fonte: FAOSTAT, 2021)	4
Figura 5: Países da Europa com maior produção de castanha em 2019 (Fonte: FAOSTAT, 2021).....	4
Figura 6: Purés de castanha elaborados com maçã Granny Smith (A) e Reineta (B)...	12
Figura 7: Purés de castanha e maçã pasteurizados com 0% (A), 0,05% (B) e 0,1% (C) de ácido ascórbico e purés de castanha e maçã sem pasteurização, congelados com 0% (D e G), 0,05% (E e H) e 0,1% (F e I) de ácido ascórbico.	13
Figura 8: Puré de castanha e maçã sujeito a congelação, sem ácido ascórbico (A) e com adição de ácido ascórbico a 0,01% (B). Puré de castanha e maçã pasteurizado, sem ácido ascórbico (C) e com adição de ácido ascórbico a 0,01% (D).	14
Figura 9: Placa com meio PCA com colónias de microrganismos a 30 °C após 48 horas em estufa.	17
Figura 10: Placa com meio DRBC referente à contagem de bolores e leveduras após 5 dias em estufa.	18
Figura 11: Sequência da análise de contagem de <i>Staphylococcus aureus</i> . Figura A: colónia típica em meio BPA. Figura B: Sementeira em caldo BHI. Figura C: Prova da coagulase com plasma de coelho liofilizado.	19
Figura 12: Placa petrifilm após 24 horas de incubação.....	19
Figura 13: Análise sensorial realizada no Laboratório das Agro-Indústrias da ESA....	20
Figura 14: Curvas obtidas na análise de textura realizada a purés de castanha e maçã.	23

Figura 15: PCA correspondente aos parâmetros físico-químicos dos purés elaborados com as variedades de maçã Granny Smith e Reineta.	25
Figura 16: Médias dos atributos avaliados na análise sensorial realizada aos dois purés de castanha e maçã.	27
Figura 17: PCA correspondente aos parâmetros físico-químicos dos purés elaborados com diferentes concentrações de ácido ascórbico e sujeitas ou não ao tratamento térmico (pasteurização).....	34
Figura 18: Médias dos atributos avaliados na análise sensorial realizada aos quatro purés de castanha e maçã analisados.....	37
Figura 19: Curvas obtidas na análise de textura realizada a purés de castanha e maçã. Puré de castanha e maçã sujeito a congelação, sem ácido ascórbico (A) e com adição de ácido ascórbico a 0,01% (B). Puré pasteurizado, sem ácido ascórbico (C) e com adição de ácido ascórbico a 0,01% (D).....	44

Índice de Tabelas

Tabela 1: Exemplos de trabalhos desenvolvidos em puré de castanha.	8
Tabela 2: Resultados das análises físico-químicas efetuadas ao puré de castanha e maçã.	22
Tabela 3: Resultados das análises microbiológicas efetuadas aos purés de castanha e maçã.....	26
Tabela 4: Valores-guia para parâmetros microbiológicos de alimentos do grupo 1B ..	26
Tabela 5: Resultados da análise sensorial efetuada aos purés de castanha e maçã.	27
Tabela 6: Aromas e sabores identificados nos purés de castanha e maçã elaborados a partir de maçã Granny Smith e Reineta.....	28
Tabela 7: Resultados das análises físico-químicas efetuadas ao puré de castanha e maçã.	31
Tabela 8: Resultados das análises microbiológicas efetuadas ao purés de castanha e maçã.	36
Tabela 9: Resultados da análise sensorial efetuada ao puré de castanha e maçã, com diferentes concentrações de ácido ascórbico e submetidas ou não a pasteurização (Média \pm Desvio Padrão).	39
Tabela 10: Aromas e sabores identificados nos purés de castanha e maçã analisados..	40
Tabela 11: Resultados das análises físico-químicas efetuadas aos purés de castanha e maçã, avaliando a utilização de tratamento térmico e adição de ácido ascórbico.....	42
Tabela 12: Resultados das análises microbiológicas efetuadas aos purés de castanha e maçã, avaliando a utilização de tratamento térmico e adição de ácido ascórbico.....	46

1. Enquadramento do trabalho e objetivos

A castanha é um fruto de grande importância económica para Portugal. O setor deste fruto no País tem apresentado um crescimento significativo de acordo com as Estatísticas Agrícolas (INE, 2020). A produção de castanha em Portugal atingiu o valor de 42 183 toneladas em 2020, sendo que 33 423 toneladas foram produzidas na região Norte. O castanheiro encontra-se distribuído pelas zonas Centro e Norte do país, estando os concelhos mais importantes localizados em Trás-os-Montes e Beira Interior (Henriques & Borges, 2017).

O presente trabalho de dissertação teve como objetivo a elaboração de um novo produto à base de castanha, em parceria com o restaurante G, localizado na Pousada de Bragança, e a empresa Sortegel em Sortes. Com a utilização da castanha neste produto, pretendeu-se elaborar um produto *gourmet*, agregando valor a este fruto, o qual tem uma grande importância económica na região de Trás-os-Montes.

Deste modo, elaboraram-se purés à base de castanha e maçã que foram avaliados em termos de qualidade e segurança alimentar. Os purés elaborados foram caracterizados em termos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais.

2. Introdução

2.1 Castanha

O género *Castanea*, família Fagaceae, compreende 12 espécies de castanheiros em diferentes regiões do mundo, sendo que quatro são de importância económica principal, designadamente: a *Castanea crenata* Siebold & Zucc. e *Castanea mollissima* Blume, ambas predominantemente presentes na Ásia, produtoras da castanha japonesa e chinesa, respetivamente; a *Castanea dentata* (Marsh.) Borkausen, encontrada na América do Norte e conhecida como castanha americana; e a *Castanea sativa* Miller, a castanha europeia (Possamai, 2020).

De acordo com os dados da FAOSTAT, a produção de castanha tem vindo a aumentar, nos últimos 10 anos, tanto a nível mundial, quanto a nível europeu e nacional, como indicado nas figuras seguintes.

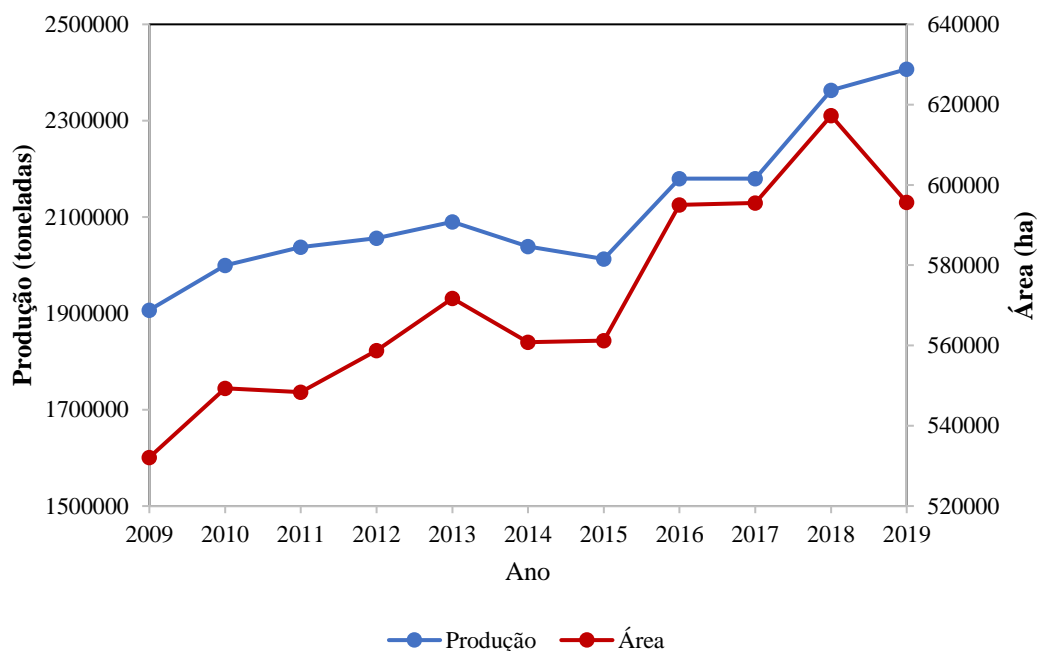


Figura 1: Produção e área relativas à castanha a nível mundial (Fonte: FAOSTAT, 2021)

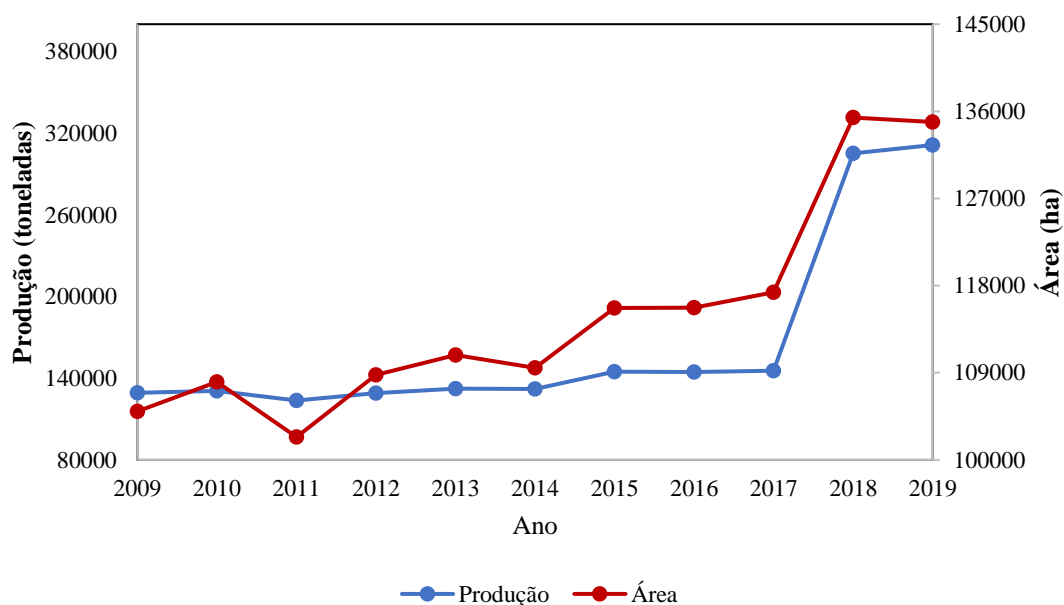


Figura 2: Produção e área relativas à castanha a nível europeu (Fonte: FAOSTAT, 2021)

A nível mundial, a produção e área aumentaram de forma significativa a partir do ano 2016, atingindo-se o valor de 2 406 903 toneladas e 595 703 ha em 2019. Já a nível europeu, o maior aumento na área e produção foi observado no ano de 2018. Em 2019, a produção europeia atingiu as 311 257 toneladas, correspondendo a 12,9% da produção mundial.

Em Portugal (Figura 3) também se observou um aumento mais significativo a partir do ano de 2016, tanto a nível de produção como de área. Em 2019, a produção nacional atingiu as 35 830 toneladas, correspondendo a uma área de 38 870 ha. Esta produção corresponde a 1,5% da produção mundial e 11,5% da produção europeia.

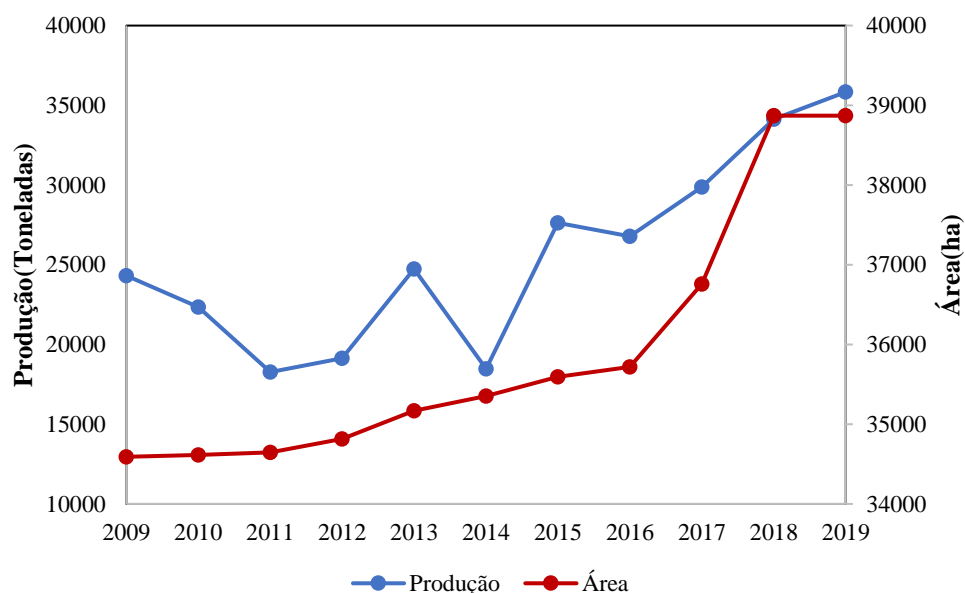


Figura 3: Produção e área relativas à castanha a nível nacional (Fonte: FAOSTAT, 2021)

Os 10 países a nível mundial e europeu, em 2019, com as maiores produções de castanha são mostrados nas Figuras 4 e 5, respetivamente, sendo que a nível mundial, Portugal ocupa o sétimo lugar e a nível europeu ocupa o terceiro lugar.

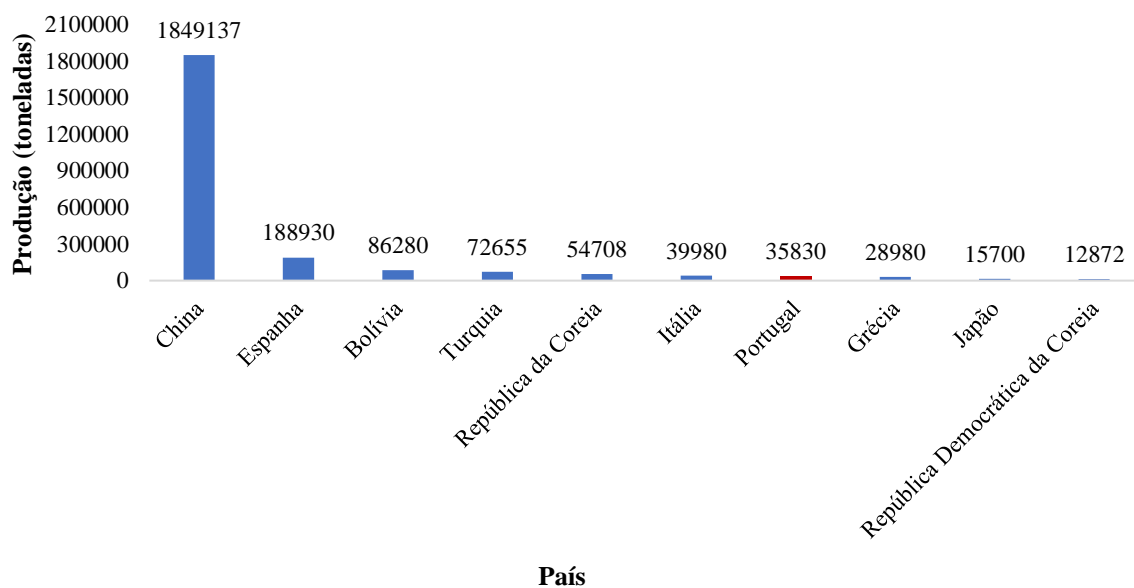


Figura 4: Países com maior produção de castanha em 2019 (Fonte: FAOSTAT, 2021)

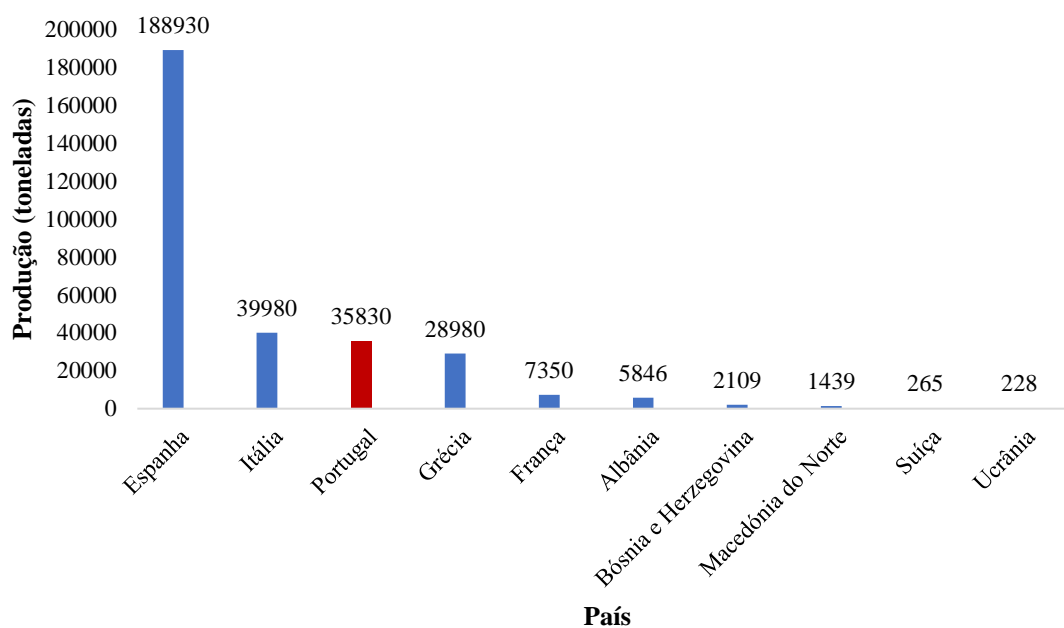


Figura 5: Países da Europa com maior produção de castanha em 2019 (Fonte: FAOSTAT, 2021)

Em Portugal, o castanheiro encontra-se distribuído no Centro e Norte do país. Nesta zona destacam-se as regiões de Trás-os-Montes (Valpaços, Bragança e Vinhais) e Beira Interior (Trancoso, Sabugal e Guarda) (Henriques & Borges, 2017). Devido à qualidade do fruto nacional foram já criadas quatro regiões demarcadas com Denominação de Origem Protegida (DOP), designadamente a Castanha da Terra Fria, Castanha da Padrela,

Castanha dos Soutos da Lapa e Castanha do Marvão. A procura crescente por este género de produto deve-se a uma maior exigência do mercado por produtos de elevada qualidade, além de se preservar o património genético nacional (Costa et al., 2008).

2.1.1 Propriedades nutricionais da castanha portuguesa

A castanha portuguesa (*Castanea sativa* Miller), em completo estado de maturação, contém um conteúdo de água superior a 50% (Fontes, 2014). Os hidratos de carbono são também um dos nutrientes maioritários no fruto, basicamente o amido. O valor de proteína bruta da castanha fresca, quando comparado a outros frutos, é baixo, porém de alto valor biológico, pois possui todos os aminoácidos essenciais (de Souza et al., 2014). Foram encontrados 17 aminoácidos no estudo da composição química de 8 variedades de castanhas, sendo eles: cisteína (Cys), prolina (Pro), L-alanina (Ala), L-ácido aspártico (Asp), glicina (Gly), ácido L-glutâmico (Glu), arginina (Arg), isoleucina (Iso), leucina (Leu), lisina (Lys), L-histidina (His), L-metionina (Met), L-treonina (Thr), L-fenilalanina (Phe), L-tirosina (Tyr), L-serina (Ser) e L-valina (Val), (Borges et al. 2008).

De acordo com estudos, a castanha é considerada um dos frutos secos com menor teor de gordura, com baixos teores em ácidos gordos saturados e teor elevado em ácidos gordos insaturados (de Souza et al., 2014). Valores de gordura bruta da castanha entre 1,7 e 3,1 g 100 g⁻¹ m.s., foram encontrados por Borges et al. (2008), sendo baixos quando comparados a outros frutos, como por exemplo a avelã e o amendoim, que segundo Freitas & Naves (2010), apresentam valores de lípidos de 63,18 e 44,57 g 100 g⁻¹, respetivamente.

Contém quantidades significativas de fibra, com valores próximos de 22,85 mg/100g (Fontes, 2014). A ingestão de fibras está associada a efeitos benéficos à saúde, como por exemplo, aumento da viscosidade do conteúdo intestinal, redução do tempo de trânsito no intestino grosso, e tornam a eliminação fecal mais fácil e rápida (de Souza et al., 2014). Alguns estudos também apontam que a ingestão de fibras pode melhorar o controle do diabetes *mellitus*, entre outros (de Souza et al., 2014). Adicionalmente contém várias vitaminas, destacando-se as vitaminas E e C, com um valor médio em torno dos 1,9 e 15,6 mg/100g, respetivamente (Fontes, 2014).

2.1.2 Produtos à base de castanha

Segundo Costa et al. (2008), o consumo da castanha é maioritariamente em fresco. Este fruto apresenta um valor nutricional interessante, como mencionado no ponto 2.1.1, além de características sensoriais de destacar, devido à sua versatilidade. Em Portugal, a castanha é geralmente consumida assada, cozida ou frita. Como a produção deste fruto é geralmente feita em modo biológico, este facto tem contribuído para o aumento da sua procura por parte dos consumidores que consomem este tipo de produtos. Tem-se também verificado a recente inclusão da castanha na gastronomia, com destaque para o importante papel que alguns *chefs* de cozinha têm prestado, uma vez que têm desenvolvido produtos diferenciados à base de castanha.

Uma parte da produção de castanha é também destinada à indústria transformadora, como por exemplo para elaborar farinha de castanha a utilizar na elaboração de sopas, pudins, bolachas/biscoitos e produtos de pastelaria (ex. bolos), castanha em calda, licor de castanha, cerveja de castanha, e vinagre de castanha, entre outros produtos, que acrescentam valor ao produto (Couto, 2018). De referir que em França, o produto “marron glacé” é muito apreciado, não sendo ainda elaborado em Portugal de forma expressiva.

Atualmente, os consumidores estão cada vez mais exigentes, desejando que a castanha esteja disponível no mercado durante todo o ano, levando à necessidade da transformação da castanha em novos produtos. Adicionalmente a castanha não contém glúten, sendo atualmente procurada por consumidores intolerantes a esta proteína, designadamente celíacos.

Neste sentido, alguns estudos foram desenvolvidos com o intuito de avaliar a influência da utilização da castanha na elaboração de produtos sem glúten. Paciulli et al. (2016) e Rinaldi et al. (2017) analisaram a influência da adição de farinha de castanha a formulações de pães sem glúten, durante o armazenamento de 3 e 5 dias, tendo sido monitorizadas as características físico-químicas e nutricionais dos pães. Ambos os estudos tiveram como principais resultados o escurecimento da cor da crosta (aspeto desejável pois alguns pães sem glúten tendem a ter uma cor de crosta mais clara que, em algumas situações, parece artificial) e obtenção de um pão com menor volume, mas com mais alvéolos. Paciulli et al. (2016) observaram ainda uma maior atividade antioxidante nos pães enriquecidos com farinha de castanha, mas em relação à digestibilidade do

amido, esta não foi alterada. Também verificaram que apenas nos pães com 20 g de farinha de castanha/100 g, se observou um aumento significativo nos teores de fibra total, solúvel e insolúvel. De referir que os pães sem glúten têm sido preparados a partir de amidos de milho, batata ou tapioca, farinha de arroz e tremoço (Paciulli et al., 2016; Rinaldi et al., 2017).

Em relação a produtos elaborados à base de castanha, alguns dos trabalhos desenvolvidos até ao momento, utilizando a castanha como matéria-prima, encontram-se descritos na Tabela 1. Verifica-se que a adição de microrganismos probióticos tem estado a ser estudada com resultados interessantes. Além disso, diferentes tipos de produtos, desde iogurtes até mousses têm sido desenvolvidos com propriedades benéficas à saúde humana. Em termos gerais, estes trabalhos evidenciam o grande potencial que a castanha tem.

Tabela 1: Exemplos de trabalhos desenvolvidos em puré de castanha.

Descrição do produto desenvolvido	Análises efetuadas	Principais resultados	Referência
<ul style="list-style-type: none"> – Elaboração de mousses de castanha em forma de pó (base anidra) às quais foram adicionadas duas estirpes de <i>Lactobacillus rhamnosus</i> (RBM526 e GG) sujeitas a spray drying, usando um extrato de castanha como transportador. 	<ul style="list-style-type: none"> – Estudos de resistência ao calor das estirpes; – Teor de humidade e enumeração dos lactobacilos nas amostras obtidas após spray drying; – Testes de sensibilidade ao sal e de sobrevivência ao suco gástrico; – Análise sensorial descritiva dos mousses obtidos. 	<ul style="list-style-type: none"> – Observaram-se células viáveis acima das 10⁸ UFC/g durante três meses a 15 °C; – Não foram detetadas diferenças significativas entre as mousses controlo e as enriquecidas com probióticos; – Todas as mousses exibiram boa aceitabilidade. 	Romano et al. (2014)
<ul style="list-style-type: none"> – Desenvolvimento de iogurte em pó contendo puré de castanhas cristalizadas (com vários conteúdos de puré de castanha cristalizada: 5, 10 e 20% em peso). 	<ul style="list-style-type: none"> – Teor de Humidade – Atividade de água – Cinzas – Fluidez – Densidade – Molhabilidade – Solubilidade – Cor – Contagem de bactérias lácticas 	<p>Os iogurtes em pó apresentaram:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Diminuição dos valores de humidade, atividade de água, teor de cinzas e <i>L*</i> (Luminosidade) com a adição de puré de castanha; – Aumento da densidade com adição de puré de castanha; – Bom comportamento de fluidez; – Tempos reduzidos de solubilidade e molhabilidade com o aumento do conteúdo em puré de castanha; – A liofilização do iogurte reduziu significativamente o número de <i>S. thermophilus</i> e <i>L. bulgaricus</i>. Contudo, os critérios mínimos de contagem total de bactérias de ácido láctico presentes neste tipo de produto foi cumprido. 	Ergun et al. (2013)

Tabela 1: Exemplos de trabalhos desenvolvidos em puré de castanha (continuação).

Descrição do produto desenvolvido	Análises efetuadas	Principais resultados	Referência
<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento de purés fermentados por seis diferentes estirpes de <i>Lactobacillus rhamnosus</i> e <i>Lactobacillus casei</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação organoléptica inicial; - Sobrevivência das estirpes sujeitas a condições que simulam o aparelho digestivo humano; - Susceptibilidade a antibióticos; - Capacidade de digestão de amido, proteína e lípidos; - Características tecnológicas de interesse; - Atividade antibacteriana; - Análise PFGE (<i>Pulsed-field gel electrophoresis</i>) para determinação de genótipos. 	<ul style="list-style-type: none"> - As estirpes foram capazes de crescer e sobreviver no puré de castanha, a uma concentração superior a 10⁸ UFC/mL, ao longo de 40 dias a 4 °C; - Em termos sensoriais, os purés obtidos a partir de estirpes do <i>Lb. rhamnosus</i> foram os preferidos. 	Blaiotta et al. (2012)
<ul style="list-style-type: none"> - Hidrólise do amido presente num puré de castanha pela ação da mistura da α-amilase (Termamyl 120L, Tipo S) e a glucoamilase (AMG 300L) 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudo das condições de hidrólise; - Inibição de produto; - Desativação térmica; - Modelação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ao aplicar as condições ótimas de hidrólise, observou-se a conversão completa do polissacarídeo (amido) a glucose, após 15 minutos. - Se não forem aplicadas as condições ótimas, observa-se desativação térmica e inibição de produto por parte da glucoamilase. 	López et al. (2006)
<ul style="list-style-type: none"> - A castanha foi cozida e transformada em puré para obter uma amostra homogénea 	<ul style="list-style-type: none"> - Comparação das características tecnológicas, sensoriais e de armazenamento dos frutos <i>in natura</i> e castanha transformada em puré; - Frutos provenientes de castanheiros situados em diferentes localidades; - Puré de castanhas armazenado por 8 meses a -18°C; - Efetuada análise sensorial: aparência geral, cor, sabor e textura. 	<ul style="list-style-type: none"> - A análise estatística mostrou que as localidades afetaram de forma significativa a aparência, cor e sabor dos purés de castanha; - Apesar deste resultado, não foi possível comprovar quais condições ambientais particulares (solo, clima, microclima) estiveram envolvidas neste efeito; - Foi evidenciado que o efeito do genótipo tem influência nas características sensoriais do fruto. 	Bolvansky et al. (2004)

2.2 Determinação de tempos de validade de produtos

O prazo de validade é o período de tempo que o gênero alimentício permanece seguro e adequado para o consumo, desde que o mesmo seja armazenado de acordo com as condições estabelecidas pelo fabricante. O alimento deve manter todas as suas características, tanto em relação à segurança, quanto em termos de qualidade, como aparência, cheiro, textura e sabor, além de manter as alegações nutricionais presentes nos rótulos. Alguns fatores podem influenciar na vida útil do produto, podendo estar relacionados com a qualidade da matéria-prima, valores de pH, atividade de água, teor de humidade, disponibilidade de oxigênio, além das condições de processamento, tipos de embalagens utilizadas, condições de armazenamento, entre outros. Tais fatores podem levar a alterações sensoriais, físico-químicas, multiplicação de microrganismos, reduzindo assim o prazo de validade dos produtos. Os tempos máximos de armazenamento que garantem a qualidade e a segurança ao produto podem ser diferentes, devendo o tempo de vida útil ser igual ao que for inferior diminuído de uma margem de segurança (Ramalhosa & Pereira, 2015).

A determinação deste prazo de validade pode ser realizada através de métodos diretos, pelos quais se identifica quais as alterações/deteriorações que podem ocorrer no produto. Depois destes parâmetros estarem estabelecidos, define-se quais serão as análises a realizar devendo o produto ser mantido em condições normais de armazenamento e analisado em intervalos pré-determinados, verificando-se quando as alterações se iniciam. Existem também os métodos indiretos, onde são utilizadas condições aceleradas de armazenamento e se aplicam modelos preditivos que permitem prever o crescimento microbiano sob condições definidas (Ramalhosa & Pereira, 2015).

2.3 Aplicação de tecnologias no processamento de purés de frutas

Os consumidores procuram produtos de maior conveniência, além de serem saudáveis e que apresentem um tempo de prateleira razoável ou estendida. Desta forma, a indústria alimentar pretende desenvolver produtos que possam atender as expectativas dos consumidores, inovando tanto na elaboração de novos produtos, quanto nas técnicas aplicadas nos mesmos (Landl et al., 2010).

Os purés de frutas estão sendo bastante estudados neste sentido, como mostra o trabalho elaborado por Yi et al. (2022), que produziram um puré de bagas de arônia, que é uma fruta raramente consumida fresca, e que possui altos teores de polifenóis, sendo bastante perecível. O objetivo dos autores foi aplicar a tecnologia de altas pressões hidrostáticas e comparar os efeitos desta técnica com os do tratamento térmico convencional, através das contagens microbianas, propriedades físico-químicas, atividades enzimática e antioxidante, bem como o teor em polifenóis, logo após os tratamentos e após um período de 20 dias de armazenamento a 4° C, tendo como principais resultados que os tratamentos com altas pressões e o térmico convencional foram eficazes em aumentar o prazo de validade do produto até 16 semanas sob refrigeração. Porém, as amostras tratadas com altas pressões hidrostáticas mantiveram melhor a cor, teor de polifenóis e atividade antioxidante. Num trabalho semelhante, Picouet et al. (2009) elaboraram um puré de maçã Granny Smith e aplicaram a tecnologia de aquecimento por micro-ondas, avaliando os efeitos sob alguns microrganismos, a estabilidade da vitamina C, o teor de polifenóis totais e algumas propriedades físico-químicas como a cor, viscosidade e acidez titulável por um período de duas semanas a 5 °C. O tratamento envolvendo micro-ondas foi capaz de reduzir as contagens dos microrganismos, enquanto os teores de polifenóis e vitamina C foram mantidos. Contudo, durante o armazenamento o teor de vitamina C foi bastante reduzido. A viscosidade do produto foi alterada logo após o tratamento, mas não foram observadas alterações durante o armazenamento. Verificou-se ainda o escurecimento durante o armazenamento, indicando que o tratamento não foi capaz de inativar as enzimas relacionadas ao escurecimento.

3. Parte Experimental

3.1 Amostras e processo de fabrico

Os purés foram elaborados pelo restaurante G, tendo como base a castanha fornecida pela Sortegel. Foram realizadas três experiências de modo a desenvolver produtos que fossem ao encontro às preferências dos consumidores e seguros do ponto de vista microbiológico.

Em mais pormenor, as diferentes amostras foram recolhidas no restaurante G, nos dias 10 de dezembro de 2021 (primeira experiência), 10 de fevereiro de 2022 (segunda experiência) e 12 de maio de 2022 (terceira experiência).

Os purés foram confeccionados com castanha e maçã, aos quais foram adicionados manteiga e natas, modificando apenas a variedade da maçã, as percentagens de ácido ascórbico e a aplicação de tratamento térmico em cada formulação.

Nas três situações, as amostras foram transportadas, sob refrigeração, para os Laboratórios de Agro-Indústrias e de Microbiologia da ESA onde foram posteriormente analisadas.

3.1.1 Puré de castanha e maçã – primeira experiência

Na primeira formulação testaram-se duas variedades de maçãs, designadamente a Granny Smith e a Reineta. As duas amostras de puré foram embaladas a vácuo e congeladas, como mostra a Figura 6.



Figura 6: Purés de castanha elaborados com maçã Granny Smith (A) e Reineta (B).

3.1.2 Puré de castanha e maçã – segunda experiência

Após análise e discussão dos resultados da primeira experiência (Secção 4.1), nesta formulação optou-se por utilizar a maçã Granny Smith e proceder-se à adição de ácido ascórbico, bem como se aplicar a pasteurização. Assim, nove amostras de purés de castanha e maçã (Figura 7) foram elaboradas com diferentes concentrações de ácido ascórbico (0%, 0,05%, e 0,1%), sendo posteriormente embaladas em recipientes de vidro e pasteurizadas (Amostras de A a C) ou embaladas a vácuo (sem pasteurização) e em seguida congeladas (D a I) (Figura 7) As concentrações de ácido ascórbico nas amostras foram as seguintes: 0% (A, D e G), 0,05% (B, E e H) e 0,1% (C, F e I). Na Figura 7 pode-se observar o aspeto de cada uma das amostras fornecidas pelo Restaurante G.



Figura 7: Purés de castanha e maçã pasteurizados com 0% (A), 0,05% (B) e 0,1% (C) de ácido ascórbico e purés de castanha e maçã sem pasteurização, congelados com 0% (D e G), 0,05% (E e H) e 0,1% (F e I) de ácido ascórbico.

3.1.3 Puré de castanha e maçã – terceira experiência

Após análise e discussão dos resultados da segunda experiência (Secção 4.2), optou-se por elaborar mais quatro amostras de puré, as quais foram recolhidas no restaurante G (Figura 8). Duas amostras foram embaladas a vácuo e congeladas, uma sem adição de ácido ascórbico (amostra A) e outra contendo ácido ascórbico a 0,01% (amostra B). Outras duas amostras foram submetidas à pasteurização, uma delas sem adição de ácido

ascórbico (amostra C) e outra contendo ácido ascórbico a 0,01% (amostra D), tendo ambas sido embaladas em recipientes de vidro (Figura 8).

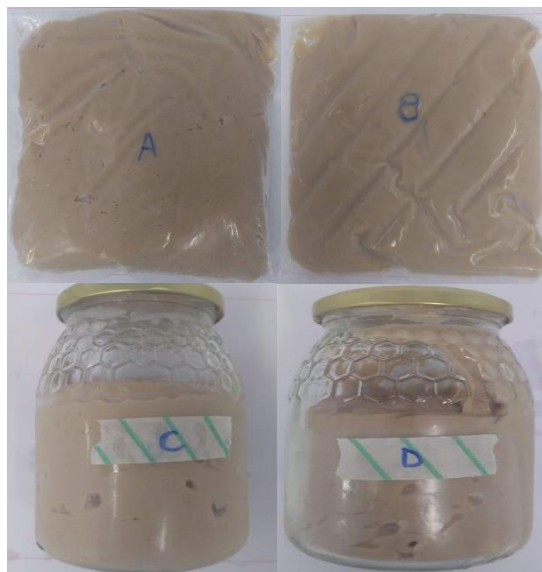


Figura 8: Puré de castanha e maçã sujeito a congelação, sem ácido ascórbico (A) e com adição de ácido ascórbico a 0,01% (B). Puré de castanha e maçã pasteurizado, sem ácido ascórbico (C) e com adição de ácido ascórbico a 0,01% (D).

3.2 Análises efetuadas

As análises abaixo indicadas foram realizadas nos diferentes estudos.

3.2.1. Análises físico-químicas

Foram realizadas as seguintes análises: cor, textura, teor de humidade, atividade de água e pH. Todas as análises foram realizadas em triplicado.

Cor

A análise de cor foi determinada diretamente no colorímetro digital (Konica Minolta CR-400), previamente calibrado, o qual fornece os dados de espaço de cor de acordo com a linguagem universal CIE, fornecendo os dados de L^* , a^* , b^* , C^* e h , os quais indicam:

- A coordenada L^* corresponde à luminosidade e pode variar entre 0 (preto) a +100 (branco);
- A coordenada a^* que varia entre o vermelho (valores positivos de a^*) e o verde (valores negativos de a^*);

- A coordenada b^* que varia entre o amarelo (valores positivos de b^*) e o azul (valores negativos de b^*);

- O C^* indica a pureza ou intensidade da cor. Um maior valor deste parâmetro indica maior pureza ou intensidade da cor;

- O h refere-se à tonalidade, ou seja, à cor propriamente dita.

Para se medir a cor dos purés no equipamento referido, colocaram-se as amostras numa placa de Petri, preenchendo de forma uniforme o fundo da placa.

As amostras foram previamente homogeneizadas.

Textura

As análises de textura foram realizadas utilizando um texturómetro Stable Micro Systems com o *probe* designado “Backward Extrusion Rig”,. O equipamento foi previamente calibrado.

O disco de extrusão foi posicionado no centro do recipiente, o qual continha a amostra a analisar (altura igual a 45 mm de produto). O disco foi colocado a 20 mm acima da amostra, penetrando nesta 30 mm, a uma velocidade igual a 1 mm/s. De referir que para efeito de comparação entre amostras, o *probe*, ao fim de cada teste, regressou à posição inicial, ficando acima das amostras (20 mm). De salientar que quando o *probe* estava em posição de testar outra amostra, este foi devidamente limpo para não haver contaminação entre amostras. De forma a evitar a movimentação do recipiente com o puré, quando o *probe* estava a realizar o movimento ascendente, teve-se o cuidado de segurar o recipiente com o intuito de evitar a sua deslocação devido à resistência das amostras à saída do disco.

Os dados foram recolhidos através do programa Exponent, a partir do gráfico de Força (N) *versus* Tempo (s), obtendo-se os seguintes parâmetros: força máxima positiva, força máxima negativa, área positiva e área negativa, que representam a firmeza, coesividade, consistência e trabalho de coesão, respetivamente.

Teor de Humidade

Para calcular o teor de humidade, aproximadamente 5 g de amostra foram medidas para cadinhos (previamente secos), os quais foram posteriormente colocados numa estufa

(JP Selecta) a 105 °C, até obtenção de peso constante. O teor de humidade foi calculado através da seguinte expressão:

$$\text{Teor de Humidade (\%)} = \frac{(M1 - M2)}{M \times 100}$$

Sendo M1 = massa do cadinho + massa inicial da amostra; M2 = massa do cadinho + amostra no final da secagem; M = massa inicial da amostra.

Atividade de água (a_w)

A determinação da a_w foi efetuada através do medidor de atividade da água portátil (Novasina, LabSwift – aw), previamente calibrado com os padrões 58% (constituído por NaBr), 84% (constituído por KCl) e 11% (constituído por LiCl). Em seguida a amostra foi homogeneizada, colocada na caixa de medição do aparelho e introduzida no equipamento para posterior leitura da a_w.

pH

Os valores de pH foram obtidos através da medição num potenciómetro, previamente calibrado, utilizando-se soluções tampão comerciais de pH=7,0 e pH=4,0, à temperatura ambiente. De seguida, aproximadamente 20g de amostra foi diluída em 10 mL de água destilada previamente fervida e arrefecida, tendo as amostras sido mantidas num banho termostaticado a 25 °C, tendo sido o valor de pH determinado nessa solução.

3.2.2 Análises microbiológicas

Foram realizadas as seguintes análises microbiológicas: Contagem total de microrganismos a 30 °C, bolores e leveduras, *Staphylococcus aureus*, coliformes e *Escherichia coli*.

Preparação da amostra

Todos os utensílios utilizados nas análises microbiológicas foram previamente esterilizados e as análises foram efetuadas em condições de assepsia. Nas análises do puré de castanha, foram recolhidas aproximadamente 10 g de amostra, que foram colocadas em bolsa estéril, à qual se adicionou 90 mL de água peptonada (preparada de acordo com o fabricante) e homogeneizadas, a fim de se obter a suspensão inicial (diluição 10⁻¹). Assim, retirou-se 1 mL desta primeira diluição, transferiu-se para um tubo de ensaio

contendo 9 mL de água peptonada e, em seguida, procedeu-se à sua homogeneização no vortex, obtendo a diluição 10^{-2} . O mesmo procedimento foi realizado a partir da diluição 10^{-2} , para obtenção da diluição 10^{-3} . Todas as análises foram realizadas em triplicado.

Contagem total de microrganismos a 30 °C

As contagens de microrganismos totais a 30°C foram determinadas utilizando o meio de cultura Plate Count Agar (PCA, Liofilchem, Italy), preparado de acordo com as instruções do fabricante. As placas de Petri continham aproximadamente 15 mL de meio de cultura solidificado, nas quais foram semeados 0,2 mL de cada diluição decimal. Em seguida as placas foram incubadas em posição invertida na estufa a 30 °C, durante 48 horas. No final do período de incubação procedeu-se à contagem de colónias (Figura 9) e os resultados foram expressos em unidades formadoras de colónias por grama (UFC/g).

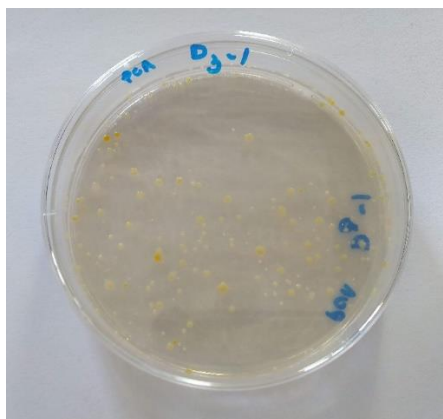


Figura 9: Placa com meio PCA com colónias de microrganismos a 30 °C após 48 horas em estufa.

Bolores e leveduras

Para as contagens de bolores e leveduras foi utilizado o meio de cultura Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC, Liofilchem, Italy) (preparado de acordo com as instruções do fabricante), onde cada placa de Petri continha cerca de 15 mL de meio de cultura. Sobre o meio solidificado, foram semeados 0,2 mL de inóculo, espalhado com auxílio de um espalhador. As placas foram incubadas a 25 °C por 5 dias e depois analisadas (Figura 10). Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colónias por grama (UFC/g).

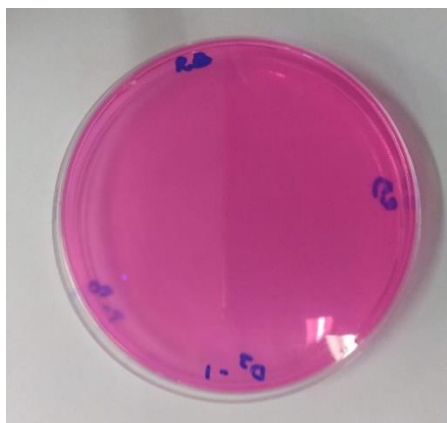


Figura 10: Placa com meio DRBC referente à contagem de bolores e leveduras após 5 dias em estufa.

Staphylococcus aureus

A contagem de *Staphylococcus aureus* foi efetuada utilizando o meio de cultura Baird Parker agar (BPA, Liofilchem, Italy), preparado de acordo com as instruções do fabricante. Sobre a superfície do meio de cultura solidificado foram semeados 0,2 mL de cada diluição decimal e, em seguida, o inóculo foi espalhado, com o auxílio de um espalhador, por toda a superfície da placa. As placas foram incubadas a 37 °C, por 48 horas, e após o período de incubação, foram identificadas a presença ou ausência de colônias típicas: negras, lisas e pequenas, circundadas por zona opaca e/ou halo transparente. Quando verificado a presença de colônias típicas, as mesmas foram confirmadas mediante a sementeira em caldo *Brain Heart Infusion* (BHI), incubando-se a 37 °C, por 24 horas. A partir da cultura desenvolvida em BHI, realizou-se a prova de coagulase com plasma de coelho liofilizado, que consistiu na transferência de 0,1 mL do inóculo para um tubo de ensaio ao qual foi adicionado 0,3 mL de plasma de coelho e incubado a 37 °C por 4 horas (Figura 11), considerando como resultado positivo a formação do coágulo no fundo do tubo. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias por grama (UFC/g).

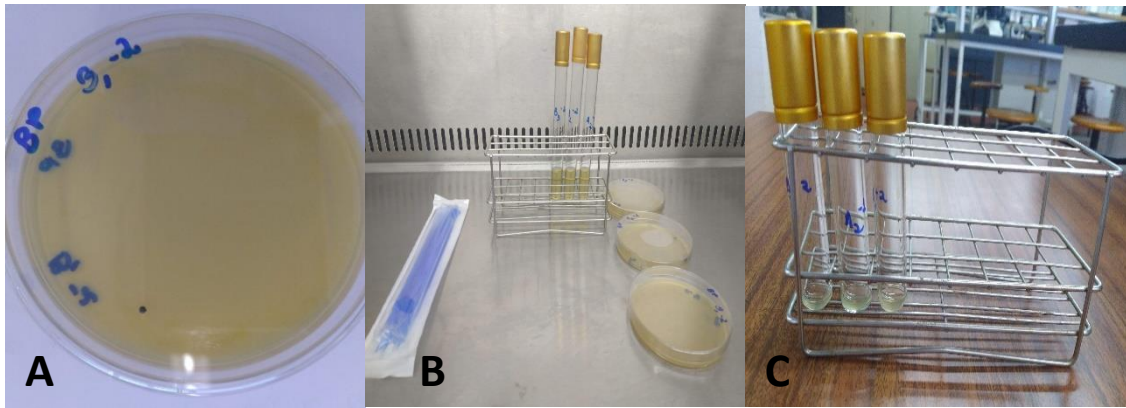


Figura 11: Sequência da análise de contagem de *Staphylococcus aureus*. Figura A: colônia típica em meio BPA. Figura B: Sementeira em caldo BHI. Figura C: Prova da coagulase com plasma de coelho liofilizado.

Coliformes e *Escherichia coli*.

Alíquotas de 1 mL de cada diluição foram inoculadas em placas Petrifilm (3M™ Petrifilm™), Figura 12, e incubadas a 37 °C por 24 h - 48 h. Após o período de incubação, foi verificada a presença de colônias típicas de coliformes (colônias vermelhas acompanhadas de gás) e colônias de *E. coli* (colônias azuis). Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias por grama (UFC/g).

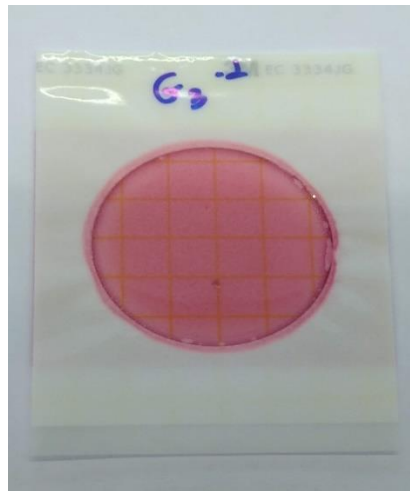


Figura 12: Placa petrifilm após 24 horas de incubação.

3.2.3 Análise sensorial

Nas situações em que existiu amostra suficiente, foram realizados testes de aceitabilidade, nos quais se avaliaram os seguintes parâmetros: aparência visual, cor, aroma geral, textura, dureza, adesividade, mastigabilidade, sabor, doçura, apreciação global e interesse pela compra do produto. Adicionalmente foram realizados testes de preferência para determinar qual o produto favorito dos consumidores. As análises foram efetuadas no Laboratório das Agro-Indústrias da ESA (Figura 13). Nas secções seguintes descrevem-se, em mais pormenor, os ensaios sensoriais realizados.



Figura 13: Análise sensorial realizada no Laboratório das Agro-Indústrias da ESA

Análise sensorial: Puré de castanha e maçã – primeira experiência

Na primeira experiência realizada, a análise sensorial realizada envolveu 22 provadores, entre eles alunos, professores e investigadores da ESA/IPB, de ambos os sexos, com faixa etária entre os 18 e 50 anos, os quais receberam orientações específicas sobre os testes, antes das provas. Foram distribuídos aos provadores duas amostras de puré à base de castanha e maçã, sendo que uma continha a variedade de maçã Granny Smith e a outra continha a variedade de maçã Reineta, codificadas com números de três dígitos aleatórios. Os provadores receberam uma folha para análise dos parâmetros (Anexo I), sendo que os atributos avaliados foram classificados utilizando-se uma escala hedónica estruturada de 1 a 7 pontos, variando entre “extremamente desagradável” e “extremamente agradável”. Adicionalmente realizaram um teste de preferência, identificando qual a amostra preferida e a sua intenção de compra.

Análise sensorial: Puré de castanha e maçã – segunda experiência

Nesta experiência, a análise sensorial envolveu apenas 13 provadores. Os provadores possuíam as características mencionadas anteriormente e foram igualmente informados. Optou-se por só avaliar as amostras sem ácido ascórbico (sem e com pasteurização), e com 0,05% de ácido ascórbico, uma vez que o pH dessas amostras era próximo do valor desejado ($< 4,5$) e as amostras com 0,1% de ácido ascórbico se encontravam demasiado ácidas em termos de sabor. Foram distribuídas quatro amostras aos provadores, codificadas com números de três dígitos aleatórios, a uma temperatura de aproximadamente 40 °C. Esta temperatura foi sugerida pelo *Chef* Óscar, uma vez que se pretende que os purés estejam mais cremosos na altura do seu consumo. Os provadores receberam uma folha para análise dos parâmetros (Anexo II), sendo que os atributos avaliados foram classificados utilizando-se uma escala de 1 a 7 pontos, variando entre extremamente desagradável e extremamente agradável. Tal como na experiência anterior, foi solicitado aos provadores que indicassem qual era a sua amostra preferida, sendo-lhes assim pedido que realizassem um teste de preferência.

Análise sensorial: Puré de castanha e maçã – terceira experiência

Relativamente à análise sensorial, esta não foi possível de realizar devido à quantidade insuficiente de amostra. Porém, as amostras foram avaliadas pela equipa responsável pelas medições.

3.2.4 Análise estatística

Os resultados de cada parâmetro das análises físico-química e sensorial foram analisados no software estatístico SPSS. Para analisar a normalidade e homogeneidade da variância foram utilizados os testes Shapiro-Wilk e Levene, respetivamente. Uma vez que os dados seguiram uma distribuição normal e se observou homogeneidade de variâncias, aplicou-se a ANOVA. Seguidamente, no caso de existirem diferenças significativas entre amostras ($p < 0,05$), aplicou-se o teste de Tukey. Também foi realizada a Análise de Componentes Principais (PCA), para entender melhor as tendências e relações existentes entre as diferentes formulações.

4. Resultados e Discussão

Nas secções seguintes serão discutidos os resultados obtidos nas diferentes formulações do produto desenvolvido.

4.1 Puré de castanha e maçã – primeira experiência

4.1.1 Parâmetros físico-químicos

Na Tabela 2 encontram-se os resultados das análises físico-químicas efetuadas em dezembro de 2021, aos purés de castanha com maçã Granny Smith e Reineta.

Tabela 2: Resultados das análises físico-químicas efetuadas ao puré de castanha e maçã.

Parâmetros	Amostras		
	Granny Smith	Reineta	
Físico-Químicos			
Cor	L^*	$66,52 \pm 0,48^a$	$66,36 \pm 0,28^a$
	a^*	$4,05 \pm 0,08^a$	$4,37 \pm 0,12^b$
	b^*	$15,53 \pm 0,11^b$	$14,53 \pm 0,14^a$
	C^*	$16,05 \pm 0,13^b$	$15,18 \pm 0,14^a$
	h	$75,39 \pm 0,19^b$	$73,27 \pm 0,40^a$
Textura	Força máxima positiva	807 ± 75^a	654 ± 70^a
	Força máxima negativa	-1032 ± 79^b	-727 ± 34^a
	Área positiva	11477 ± 871^b	8318 ± 716^a
	Área negativa	-1185 ± 102^b	-750 ± 69^a
Atividade de água (a_w)	$0,945 \pm 0,002^a$	$0,946 \pm 0,004^a$	
Teor de Humidade (%)	$59,30 \pm 0,18^a$	$61,69 \pm 0,77^b$	
pH	$5,62 \pm 0,02^b$	$5,44 \pm 0,02^a$	

Nota: Letras minúsculas distintas na mesma linha representam diferenças significativas entre as amostras ($p < 0,05$).

Em relação à **cor**, foram observadas diferenças significativas entre as amostras Granny Smith e Reineta nos parâmetros a^* , b^* , C^* e h , ao contrário da luminosidade, que não apresentou diferenças significativas entre as duas amostras. O valor de a^* , que avalia os tons verde (valores negativos) e vermelho (valores positivos), foi maior na amostra de maçã Reineta (4,37), enquanto os valores de b^* , parâmetro que avalia os tons amarelo⁺/azul⁻, de C^* , que indica a intensidade ou saturação da cor, e o h , que representa a tonalidade ou pureza da cor, foram inferiores neste puré (14,53; 15,18 e 73,27, respetivamente). Estes resultados são idênticos aos reportados por Corrêa (2016), ao

avaliar a conservação de puré de maçã por agentes químicos e físicos, utilizando as variedades Fuji e Gala. Estes autores também indicaram diferenças na cor dos purés, sendo que o puré elaborado com a cultivar Gala apresentou coloração mais clara do que o preparado com a Fuji. Contudo, no presente trabalho não se detetaram diferenças ao nível da luminosidade entre os dois purés elaborados.

Relativamente à análise da **textura** dos purés (Figura 14) pôde-se observar, através das curvas obtidas, que estes tiveram um comportamento reológico semelhante, traduzido em curvas com um formato idêntico.

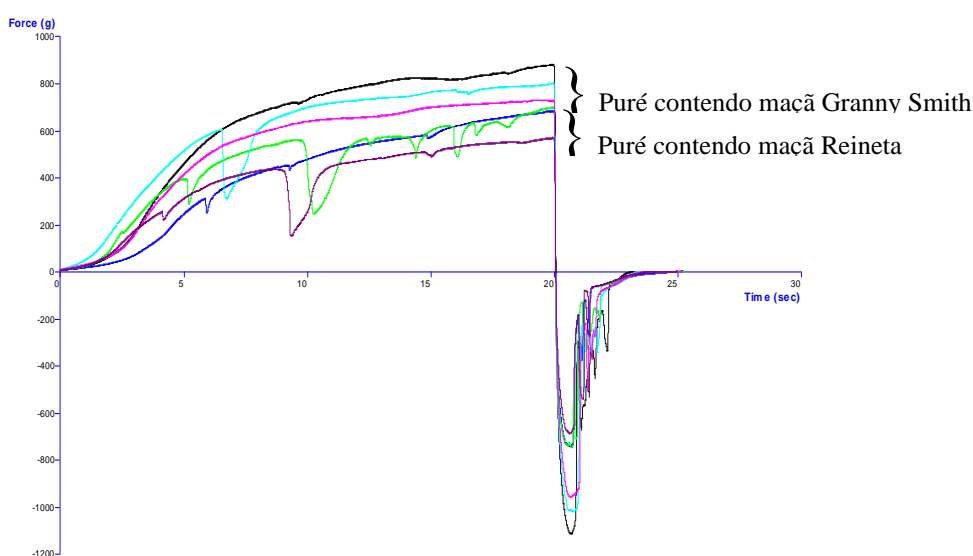


Figura 14: Curvas obtidas na análise de textura realizada a purés de castanha e maçã.

Contudo, detetaram-se diferenças significativas entre as amostras em relação aos parâmetros: força máxima negativa, área positiva e área negativa (Tabela 2). De referir que a força máxima positiva representa a firmeza, sendo que quanto maior o valor for, mais firme é a amostra; a força máxima negativa indica a coesividade, sendo que quanto mais negativa mais coesa; a área positiva representa a consistência; e a área negativa, o trabalho de coesão, sendo que a um maior valor corresponde uma maior resistência à retirada da amostra, o que indica também uma maior consistência/viscosidade da amostra. Assim sendo, ambos os purés apresentaram uma firmeza semelhante. Contudo, o elaborado com maçã Granny Smith apresentou uma maior coesividade, consistência e trabalho de coesão (maior viscosidade) do que o elaborado com a maçã Reineta. No

entanto, estes parâmetros são instrumentais o que pode não se traduzir em diferenças sensoriais perceptíveis por parte dos consumidores.

Num estudo realizado por Lan et al. (2022), para avaliar o impacto de diferentes variedades de maçãs na qualidade de purés processados, foi verificado que os purés elaborados com as variedades Granny Smith e Braeburn apresentaram uma maior viscosidade que aqueles preparados com as variedades Royal Gala e Golden Delicious, sendo que purés com Granny Smith e Braeburn foram descritos como tendo um tamanho de partícula maior e uma adesão celular promovida por pectinas mais ramificadas, justificando, provavelmente, a maior viscosidade. Já Buergy et al. (2021) investigaram o impacto da firmeza do fruto na textura de purés utilizando quatro variedades de maçãs. Apesar da viscosidade dos purés ter variado significativamente entre as cultivares, não foi possível correlacionar com a firmeza dos frutos, exceto para a variedade Granny Smith, que apresentou frutos mais firmes e purés mais viscosos. Deste modo, ambos os trabalhos estão em linha com o presente, indicando que os purés elaborados com maçã Granny Smith são mais consistentes e viscosos. Em relação aos valores de **atividade de água** do puré de maçã Granny Smith (0,945) e de Reineta (0,946), estes foram semelhantes entre si. No entanto, o **teor de humidade** e o valor de **pH** entre amostras foram significativamente diferentes, com maior e menor valor destes parâmetros sido obtido no puré de maçã Reineta (61,69% e 5,44, respetivamente). A maçã Reineta é considerada mais ácida, justificando o resultado obtido em relação ao pH.

Os valores de pH obtidos no presente estudo, 5,62 (amostra de puré de castanha e maçã Granny Smith) e 5,44 (amostra de puré de castanha e maçã Reineta) poderão favorecer o crescimento microbiano, uma vez que alimentos com valores de pH superiores a 4,5 (ácidos) estão mais sujeitos à multiplicação microbiana e por conseguinte à deterioração. Com efeito, Santos (2011) ao desenvolver um iogurte com fruta (maçã crua e maçã cozida), verificou que nos produtos em que o pH se encontrava em torno dos 5,5 foi favorecido o crescimento microbiano, enquanto aqueles em que o pH se encontrava próximo de 4,5, este desenvolvimento foi limitado. Assim, uma redução do valor de pH dos purés poderia ser uma medida a ter em conta para aumentar a segurança microbiológica dos mesmos. Deste modo, a equipa de investigação sugeriu ao *Chef Óscar* e Dr. António Luís que se baixasse ligeiramente o pH dos purés através da adição de ácido ascórbico (ácido orgânico fraco e antioxidante) na próxima experiência.

Realizou-se uma análise de componentes principais aos dois purés, tendo em conta os parâmetros físico-químicos avaliados. Como mostra a Figura 15, 93,0% da variância total pôde ser explicada através de dois factores principais (PC1 = 66,4% e PC2 = 26,6%). Observaram-se dois grupos: o Grupo I constituído pelos purés de castanha elaborados com maçã Granny Smith e situados na parte positiva do Fator 1, e o Grupo II pelos purés de castanha elaborados com maçã Reineta, mais localizados nas partes negativas dos Factores 1 e 2. Os purés de castanha com maçã Granny Smith apresentaram maiores valores de b^* , C^* e h em relação à cor, e maiores valores de área positiva em termos de textura. Pelo contrário, os purés de castanha com maçã Reineta, apresentaram os menores valores nos parâmetros de cor anteriormente indicados e um teor de humidade maior.

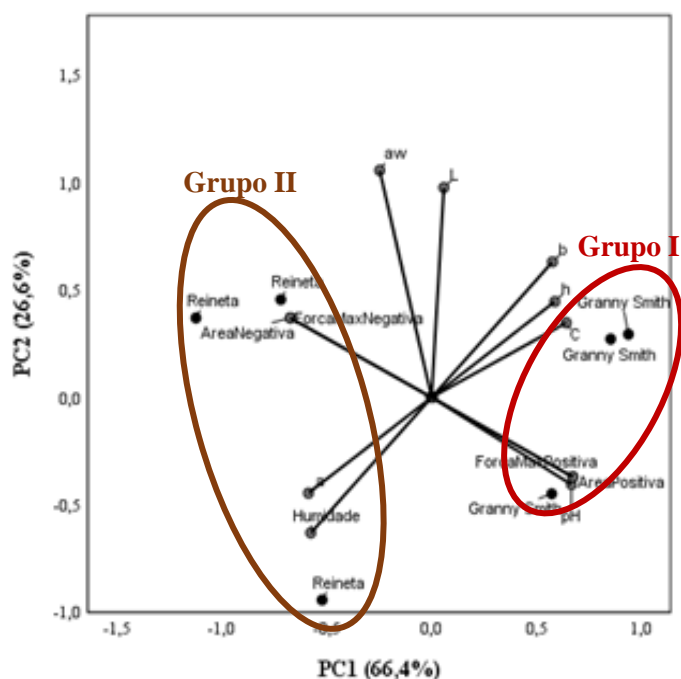


Figura 15: PCA correspondente aos parâmetros físico-químicos dos purés elaborados com as variedades de maçã Granny Smith e Reineta.

4.1.2 Parâmetros microbiológicos

Em relação à análise microbiológica (Tabela 3) efetuada aos purés, à exceção das contagens de microrganismos a 30 °C e de coliformes obtidas na amostra com maçã Reineta, respetivamente de 100 e 73 UFC/g, as restantes contagens de microrganismos

foram inferiores ao limite de detecção (< 10 UFC/g para os coliformes e *E. coli*, e < 50 UFC/g para os restantes parâmetros analisados). Para a interpretação de resultados de ensaios microbiológicos foram usados os valores-guia definidos pelo Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (INSA; 2019) para a categoria de alimentos 1B (alimentos totalmente cozinhados, manuseados após o tratamento térmico), indicados na Tabela 4. Assim, concluiu-se com base nos resultados obtidos que os dois purés apresentavam uma qualidade microbiológica satisfatória.

Tabela 3: Resultados das análises microbiológicas efetuadas ao puré de castanha e maçã.

Parâmetros	Amostras	
	Granny Smith	Reineta
Microbiológicos (UFC/g)		
Contagem total de microrganismos a 30 °C	<50	100
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva	<50	<50
Bolores e leveduras	<50	<50
Coliformes	<10	73
<i>Escherichia coli</i>	<10	<10

Nota: UFC/g – unidades formadoras de colónias por grama de alimento

Tabela 4: Valores-guia para parâmetros microbiológicos de alimentos do grupo 1B

Microrganismo	Resultado (UFC/g)		
	Satisfatório	Questionável	Não satisfatório
Microrganismos a 30 °C	<10 ⁴	10 ⁴ - ≤ 10 ⁵	>10 ⁵
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva	<10	-	10 ² - 10 ⁴ *
Leveduras	<10 ³	10 ³ - ≤ 10 ⁴	>10 ⁴
Bolores	<5×10 ²	5×10 ² - ≤ 10 ³	>10 ³
Enterobacteriaceae a 37 °C	<10 ²	10 ² - ≤ 10 ³	>10 ³
<i>Escherichia coli</i>	<10	10 - ≤ 10 ²	>10 ²

* >10⁴ - Não satisfatório/potencialmente perigoso

4.1.3 Análise sensorial

Os resultados obtidos foram bastante semelhantes entre as duas amostras (Figura 16 e Tabela 5).

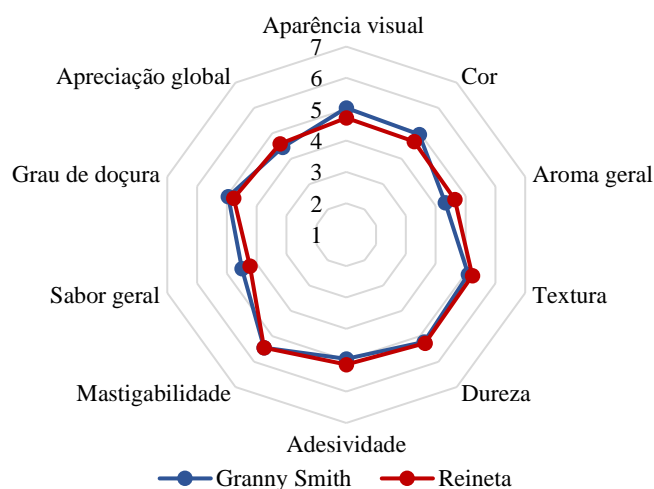


Figura 16: Médias dos atributos avaliados na análise sensorial realizada aos dois purés de castanha e maçã.

Tabela 5: Resultados da análise sensorial efetuada aos purés de castanha e maçã.

Parâmetros	Amostra	
	Granny Smith	Reineta
Aparência visual	5,05 ± 0,84 ^a	4,73 ± 1,03 ^a
Cor	4,95 ± 1,09 ^a	4,68 ± 1,17 ^a
Aroma geral	4,32 ± 1,17 ^a	4,64 ± 1,40 ^a
Textura	5,09 ± 1,02 ^a	5,23 ± 0,81 ^a
Dureza	5,23 ± 0,87 ^a	5,27 ± 0,83 ^a
Adesividade	4,95 ± 0,78 ^a	5,14 ± 0,94 ^a
Mastigabilidade	5,45 ± 0,86 ^a	5,45 ± 0,86 ^a
Sabor geral	4,50 ± 1,30 ^a	4,23 ± 1,44 ^a
Grau de doçura	4,95 ± 0,78 ^a	4,77 ± 0,61 ^a
Apreciação global	4,45 ± 1,37 ^a	4,59 ± 1,22 ^a

Nota: Letras minúsculas distintas na mesma linha representam diferenças significativas entre as amostras ($p < 0,05$).

Na aparência visual, cor e sabor, o puré confeccionado com maçã Granny Smith apresentou um valor médio ligeiramente superior ao confeccionado com a maçã Reineta, mas próximos da classificação de 5, correspondendo ao “agradável”. Pelo contrário, ao nível do aroma geral, o último puré foi ligeiramente melhor classificado. No entanto, as diferenças não foram significativas (Tabela 5). Deve ser referido que a nível instrumental tinham sido detetadas diferenças significativas em alguns parâmetros. Contudo, em termos sensoriais, não foi possível detetar essas diferenças instrumentais, indicando que o texturómetro permite detetar diferenças entre amostras que ainda não são perceptíveis a nível sensorial.

Em relação aos aromas (Tabela 6), foram identificados com maior predominância pelo painel de provadores, os aromas de anis no puré de castanha com maçã Granny Smith e o aroma de castanha no puré de maçã Reineta. Relativamente aos sabores identificados, estes foram variáveis, desde o anis, castanha, milho, cidra, amêndoa e leite (Tabela 6).

Tabela 6: Aromas e sabores identificados nos purés de castanha e maçã elaborados a partir de maçã Granny Smith e Reineta.

Amostra	Aromas identificados	Sabores identificados
Puré de castanha com maçã Granny Smith	anis (3)	doce e anis (1)
	anis e castanha (1)	milho (1)
	milho (1)	natas (1)
	castanha (1)	anis e castanha (1)
	anis e leite (1)	castanha (1)
	azeite (1)	maçã e cidra (1)
	maçã e cidra (1)	anis (1)
	castanha e nata (1)	leite (1)
	leite (1)	
	puré de batata (1)	
Puré de castanha com maçã Reineta	anis e açúcar (1)	natas (1)
	castanha (4)	anis e castanha (1)
	natas (1)	castanha (1)
	noz e banana (1)	maçã e cidra (1)
	azeite (1)	anis (1)
	maçã e cidra (1)	amêndoa amarga (1)
	maçã e cidra (1)	leite e manteiga (1)
	amêndoa amarga (1)	
	fermento (1)	
puré de batata (1)		

Nota: Os valores entre parêntesis correspondem ao número de provadores que identificaram o aroma e sabor indicados.

Em relação à preferência, 45,5% dos provadores indicaram preferir a amostra contendo a maçã Granny Smith, enquanto 40,9% manifestaram preferência pela amostra contendo a maçã Reineta. Já 13,6% não tiveram preferência por nenhuma amostra. De entre os provadores, 50% indicaram que comprariam ambos os produtos, enquanto 41% indicaram que não comprariam nenhum. Entre os fatores indicados pela não compra do produto foram os seguintes: “Não gosto da aparência”, “Não aprecio o tipo de produto”, “Não é o esperado”, “Devido ao sabor”, e “Inexistente sabor a castanha”. De referir, ainda, que 9% dos provadores indicaram que só não comprariam o puré de castanha com maçã Granny Smith.

Em termos gerais, ambos os purés apresentaram características físico-químicas muito semelhantes relativamente aos parâmetros da cor, textura e atividade da água. As principais diferenças foram observadas ao nível dos valores de pH, com o puré de maçã Reineta apresentando um valor médio mais baixo. No entanto, ambos os purés apresentaram valores de pH que poderão favorecer o crescimento microbiano. Assim, sugeriu-se, à equipa de produção de fabrico, uma redução do valor de pH dos purés de modo a aumentar a segurança microbiológica dos mesmos, resultando assim na segunda experiência do presente trabalho.

Relativamente à qualidade microbiológica, ambos os purés apresentaram qualidade microbiológica satisfatória. Em termos de análise sensorial, os purés foram classificados como “agradáveis”, não tendo sido detetadas diferenças significativas entre eles. Devido a ser mais fácil adquirir maçã Granny Smith e os resultados terem sido ligeiramente melhores para esta variedade, decidiu-se nas próximas experiências só se utilizar esta variedade.

4.2 Puré de castanha e maçã – segunda experiência

4.2.1 Parâmetros físico-químicos

Na Tabela 7 encontram-se os resultados das análises físico-químicas efetuadas em fevereiro de 2022, aos purés de castanha e maçã Granny Smith com diferentes concentrações de ácido ascórbico, com e sem pasteurização.

Em relação à **cor**, no parâmetro L^* que indica a luminosidade (quanto maior o valor, mais clara é a amostra), verificou-se o maior valor na amostra contendo 0,1% de ácido ascórbico e sem pasteurização. O valor de a^* , que avalia os tons verde (valores negativos) e vermelho (valores positivos), foi maior na amostra sem adição de ácido ascórbico e com pasteurização, indicando coloração mais avermelhada, resultado de possíveis Reações de Maillard ou de atividade enzimática. Estes resultados são idênticos aos obtidos por Landl et. al (2010), em puré de maçã Granny Smith, onde foram estudados os efeitos do processamento a alta pressão e os da pasteurização suave, em que se verificou, no parâmetro cor, que o tratamento térmico suave teve efeito significativo nos valores de a^* , tendo valores mais positivos (avermelhados). Os autores sugeriram a ocorrência de escurecimento não enzimático nos produtos submetidos ao tratamento

térmico, relacionado com várias reações, incluindo reações de Maillard e caramelização. Já a amostra contendo 0,1% de ácido ascórbico sem pasteurização forneceu o maior valor negativo, indicando coloração com tons de verde.

Os valores de b^* (parâmetro que avalia os tons amarelo⁺/azul⁻), C^* (que indica a intensidade ou saturação da cor), e o h , que representa a tonalidade ou pureza da cor, foram maiores na amostra contendo 0,1% de ácido ascórbico e com pasteurização. Pôde-se notar que a adição de ácido ascórbico proporcionou aos purés uma coloração mais clara, com tons amarelos, devido ao poder antioxidante do ácido ascórbico. Guerrero-Beltrán et al. (2005), ao avaliarem o efeito de diferentes agentes anti escurecimento em puré de manga, sendo eles ácido ascórbico, cisteína e 4-hexilresorcinol, e a adição de ácido fosfórico para o ajuste do pH (3,5; 4,0 ou 4,5), observaram que a atividade das polifenoloxidasas, principais causadoras do escurecimento enzimático em produtos de frutas, foi reduzida nos produtos com pH 3,5, sendo que quanto maior a percentagem de ácido ascórbico ou cisteína, menor a atividade das mesmas.

Tabela 7: Resultados das análises físico-químicas efetuadas ao puré de castanha e maçã.

Parâmetros	Amostras						
	0% ácido ascórbico, sem pasteurização	0,05% ácido ascórbico, sem pasteurização	0,1% ácido ascórbico, sem pasteurização	0% ácido ascórbico, com pasteurização	0,05% ácido ascórbico, com pasteurização	0,1% ácido ascórbico, com pasteurização	
Físico-Químicos							
Cor	<i>L</i> *	68,80 ± 0,46 ^a	73,13 ± 0,07 ^{c,d}	73,82 ± 0,11 ^e	69,58 ± 0,09 ^b	72,79 ± 0,10 ^c	73,53 ± 0,32 ^{d,e}
	<i>a</i> *	0,65 ± 0,20 ^c	-0,79 ± 0,12 ^b	-1,49 ± 0,24 ^a	0,83 ± 0,33 ^c	-0,79 ± 0,10 ^b	-1,48 ± 0,27 ^a
	<i>b</i> *	12,12 ± 0,28 ^a	14,98 ± 0,14 ^b	16,51 ± 0,06 ^c	12,10 ± 0,30 ^a	15,19 ± 0,12 ^b	17,09 ± 0,09 ^d
	<i>C</i> *	12,14 ± 0,29 ^a	15,00 ± 0,14 ^b	16,58 ± 0,04 ^c	12,13 ± 0,32 ^a	15,22 ± 0,12 ^b	17,15 ± 0,12 ^d
	<i>h</i>	86,93 ± 0,89 ^a	93,01 ± 0,47 ^b	95,15 ± 0,82 ^b	86,10 ± 1,48 ^a	92,99 ± 0,40 ^b	94,96 ± 0,89 ^b
Textura	Força máxima positiva	140 ± 6 ^a	246 ± 6 ^b	376 ± 18 ^d	170 ± 1 ^a	304 ± 19 ^c	461 ± 44 ^e
	Força máxima negativa	-178 ± 7 ^c	-305 ± 15 ^b	-428 ± 25 ^a	-186 ± 5 ^c	-330 ± 9 ^b	-459 ± 28 ^a
	Área positiva	2205 ± 113 ^a	3651 ± 217 ^{b,c}	5400 ± 540 ^{d,e}	2433 ± 111 ^{a,b}	4390 ± 341 ^{c,d}	6226 ± 841 ^e
	Área negativa	-296 ± 15 ^b	-408 ± 17 ^{a,b}	-487 ± 53 ^a	-305 ± 8 ^b	-391 ± 21 ^{a,b}	-473 ± 102 ^a
	Trabalho de coesão	-273 ± 17 ^b	-398 ± 15 ^{a,b}	-477 ± 52 ^a	-285 ± 10 ^b	-380 ± 21 ^{a,b}	-464 ± 102 ^a
Atividade de água (<i>a_w</i>)	0,953 ± 0,005 ^a	0,949 ± 0,006 ^a	0,950 ± 0,004 ^a	0,953 ± 0,003 ^a	0,950 ± 0,004 ^a	0,951 ± 0,006 ^a	
Teor de Humidade (%)	73,3 ± 0,4 ^b	70,9 ± 0,1 ^{a,b}	69,8 ± 1,5 ^a	73,4 ± 0,1 ^b	71,1 ± 0,6 ^{a,b}	70,3 ± 1,7 ^a	
pH	4,82 ± 0,01 ^c	4,09 ± 0,01 ^c	3,70 ± 0,01 ^a	4,93 ± 0,02 ^f	4,19 ± 0,01 ^d	3,77 ± 0,01 ^b	

Nota: Letras minúsculas distintas na mesma linha representam diferenças significativas entre as amostras ($p < 0,05$).

Relativamente à análise da **textura**, observou-se que as amostras contendo 0,05% e 0,1% de ácido ascórbico com e sem pasteurização apresentaram valores maiores em relação à força máxima positiva, força máxima negativa e área positiva, sendo as amostras mais firmes, mais coesas e mais consistentes em relação às amostras sem este antioxidante. Também se observou que ao considerar as amostras com a mesma concentração de ácido ascórbico, as sujeitas à pasteurização apresentaram maiores valores nestes parâmetros em relação aquelas que não foram sujeitas ao tratamento térmico, sendo assim mais firmes, coesas e consistentes. Desta forma, pôde-se verificar que a adição de ácido ascórbico e a aplicação da pasteurização influenciaram a textura dos purés, sendo maior a influência à medida que se adiciona uma maior quantidade deste composto, associado com o tratamento térmico. Resultados semelhantes foram obtidos por Maia (2012), ao utilizar a pasteurização no fabrico de smoothies de fruta, tendo verificado que a viscosidade dos produtos aumentou com a pasteurização. Tal efeito da pasteurização sob a viscosidade dos purés pode ser explicado devido ao fenómeno de gelatinização e de retrogradação que ocorre no amido, quando os produtos que o contêm (como é o caso da castanha) passam por processos que aplicam calor e de seguida são arrefecidos, promovendo a transição do grânulo de amido para gel (Silva, 2019).

Em relação aos valores de **atividade de água** e **teor de humidade**, os purés tiveram valores semelhantes entre si, sendo que os valores de atividade de água variaram entre 0,949 e 0,953, e os valores de humidade variaram entre 69,8 e 73,4%. Resultados semelhantes, em relação ao teor de humidade, foram obtidos por Brito et al. (2011), que realizaram a caracterização e avaliaram a estabilidade de puré misto de frutas, encontrando valores de humidade entre 71,48 e 71,73%. Pelo contrário, os valores de atividade de água encontrados pelos autores referidos foram ligeiramente diferentes aos determinados no presente trabalho, com valores abaixo de 0,9. Relativamente aos valores de **pH**, observaram-se diferenças significativas entre as amostras. Assim, como era de esperar, as amostras sem adição de ácido ascórbico apresentaram valores de pH mais elevados (4,82 e 4,93), enquanto aquelas com uma maior concentração de ácido ascórbico (0,1%) apresentaram os menores valores de pH (3,70 e 3,77) (Tabela 7). Realça-se que a adição de apenas 0,05% de ácido ascórbico aos purés permitiu baixar os valores de pH para valores inferiores a 4,2, aumentando a segurança microbiológica dos purés. Também

Corrêa (2016), ao avaliar a preservação de puré de maçã por agentes químicos e físicos, com a aplicação de diferentes doses de antioxidantes, encontrou valores de pH semelhantes, sendo que foram observados valores de pH de 3,57 com a utilização de ácido ascórbico (0,5%) associado com ácido cítrico (0,5%). De referir que, abaixo de 4,5 não ocorre o desenvolvimento de *Clostridium botulinum*, bem como da maioria das bactérias patogénicas. Novamente, se realizou uma análise de componentes principais aos seis purés, tendo em conta os parâmetros físico-químicos avaliados. Como mostra a Figura 17, 99,4% da variância total pôde ser explicada através de dois factores principais (PC1 = 91.7% e PC2 = 7.7%). Observaram-se dois grupos: o Grupo I constituído pelos purés de castanha elaborados com maçã Granny Smith sem ácido ascórbico e situados na parte negativa do Fator 1, e o Grupo II pelos purés de castanha elaborados com ácido ascórbico, mais localizados na parte positiva do Fator 1. Pelo contrário, não foi possível detetar diferenças ao nível do processamento térmico (sem e com pasteurização), apresentando-se as amostras pasteurizadas e não pasteurizadas misturadas entre si. Os purés de castanha com maçã Granny Smith, sem ácido ascórbico, apresentaram maiores valores de humidade e pH. Pelo contrário, os purés de castanha com ácido ascórbico, apresentaram os maiores valores nos parâmetros de cor: L^* , b^* , C^* e h .

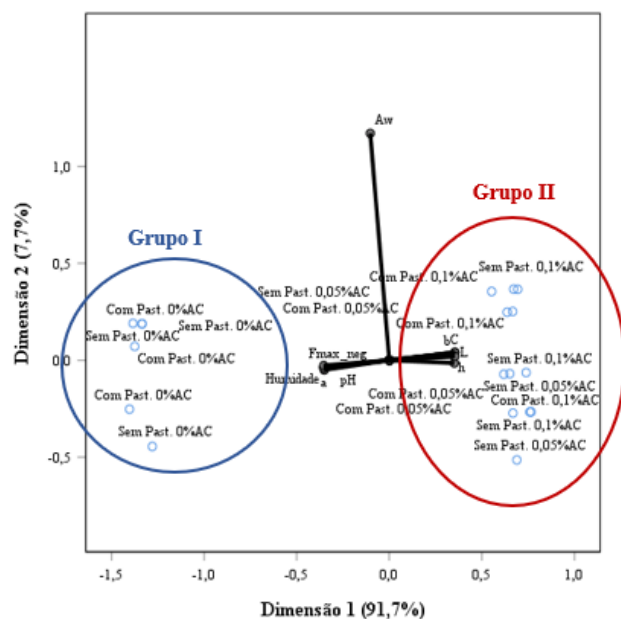


Figura 17: PCA correspondente aos parâmetros físico-químicos dos purés elaborados com diferentes concentrações de ácido ascórbico e sujeitas ou não ao tratamento térmico (pasteurização).

4.2.2 Parâmetros microbiológicos

Em relação à análise microbiológica (Tabela 8), as maiores contagens de microrganismos a 30 °C foram obtidas nas amostras sem adição de ácido ascórbico (2259 UFC/g - sem pasteurização e 939 UFC/g - pasteurizada), seguidas da amostra contendo 0,05% de ácido ascórbico sem pasteurização (688 UFC/g). Já as amostras contendo 0,1% de ácido ascórbico apresentaram as menores contagens destes microrganismos (75 UFC/g – sem pasteurização e <50 UFC/g – pasteurizadas). Os resultados demonstram que a adição de ácido ascórbico aos purés resulta numa diminuição marcada da carga microbiana, devido à diminuição do pH. A associação de ácido ascórbico e pasteurização contribuiu ainda mais na redução dos microrganismos mesófilos. Relativamente aos resultados referentes aos restantes microrganismos analisados, estes foram inferiores ao limite de deteção (< 10 UFC/g para os coliformes e *E. coli*, e < 50 UFC/g para os restantes parâmetros analisados).

Reduções nas contagens (UFC/g) de aeróbios mesófilos e fungos filamentosos foram também observadas por Corrêa (2016) em puré elaborado com maçã imersa em

antioxidante, triturado e submetido a micro-ondas (de $< 5,2 \times 10^2$ para $< 5,2 \times 10^1$ e de $< 2,0 \times 10^1$ para $< 1,0 \times 10^1$, respectivamente). Porém, num estudo realizado por Mukhopadhyay et al. (2016), em puré de melão submetido ao tratamento de altas pressões hidrostáticas, não foi verificada ação antimicrobiana do ácido ascórbico a 0,1% contra agentes patogénicos, apesar de ocorrer uma redução não significativa em relação aqueles em que não se utilizou o ácido ascórbico.

Assim, conclui-se com base nos resultados obtidos e tendo em conta os valores-guia definidos pelo Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (INSA, 2019), para a categoria de alimentos 1B (alimentos totalmente cozinhados, manuseados após o tratamento térmico) (Tabela 4), que todos os purés analisados apresentaram uma qualidade microbiológica satisfatória.

Tabela 8: Resultados das análises microbiológicas efetuadas aos purés de castanha e maçã.

Parâmetros	Amostras					
	0% ácido ascórbico, sem pasteurização	0,05% ácido ascórbico, sem pasteurização	0,1% ácido ascórbico, sem pasteurização	0% ácido ascórbico, com pasteurização	0,05% ácido ascórbico, com pasteurização	0,1% ácido ascórbico, com pasteurização
Microbiológicos (UFC/g)						
Contagem total de microrganismos a 30 °C	2259	688	75	939	50	<50
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Bolores e leveduras	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Coliformes	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<i>Escherichia coli</i>	<10	<10	<10	<10	<10	<10

Nota: UFC/g – unidades formadoras de colónias por grama de alimento

4.2.3 Análise sensorial

Optou-se por só avaliar as amostras sem ácido ascórbico (sem e com pasteurização), e com 0,05% de ácido ascórbico, pelo facto dos resultados apontarem que não é necessário usar uma concentração de ácido ascórbico de 0,1%, uma vez que o valor de pH não necessita de baixar tanto e as amostras se tornarem demasiado “ácidas” em relação ao sabor das mesmas.

Na apreciação global, grau de acidez, grau de doçura e sabor geral, os purés confeccionados sem adição de ácido ascórbico apresentaram valores médios superiores aos confeccionados com ácido ascórbico (Figura 18), próximos da classificação de 5, correspondendo ao “agradável”. Pelo contrário, ao nível da aparência visual e cor, os purés contendo ácido ascórbico foram melhores classificados, como mostra a Figura 18.

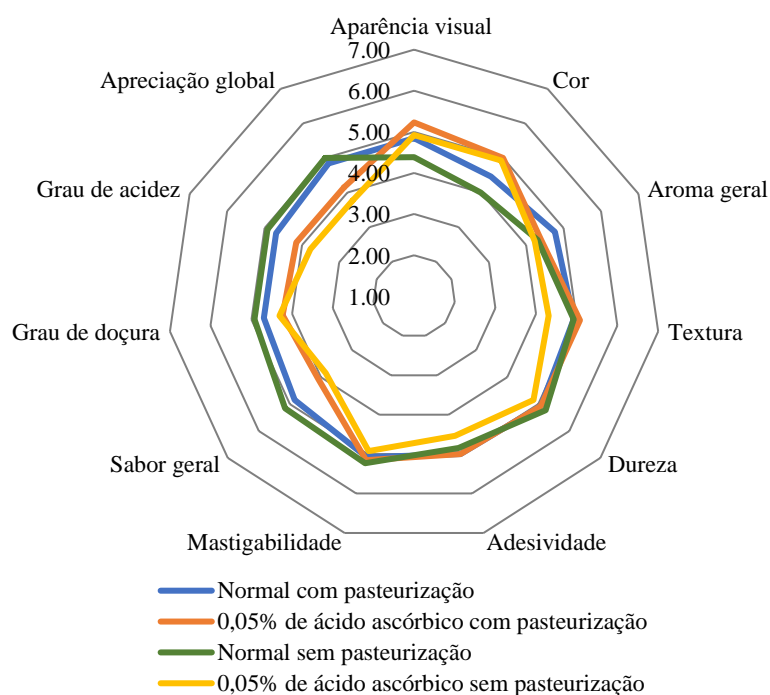


Figura 18: Médias dos atributos avaliados na análise sensorial realizada aos quatro purés de castanha e maçã analisados.

A amostra com 0,05% de ácido ascórbico sem pasteurização foi a pior classificada em termos de textura, dureza e adesividade (Tabela 9). Contudo, não se observaram

diferenças significativas entre as amostras. Todas as amostras apresentaram uma classificação semelhante em relação à mastigabilidade. Em termos de apreciação global, os purés foram classificados como “agradáveis”.

Apenas, o puré contendo 0,05% de ácido ascórbico sem pasteurização obteve uma avaliação um pouco inferior (3,8), tendo uma classificação global entre o “Desagradável” e “Nem agradável nem desagradável”. Porém, não se observaram diferenças significativas entre as amostras. Contudo, as avaliações das amostras sem ácido ascórbico apresentaram menores desvios padrões, indicando ser mais consensuais.

Em relação à preferência, as amostras sem adição de ácido ascórbico com e sem pasteurização, reuniram 30,8% de preferência dos provadores. Já 23,1% dos provadores preferiram ambas as amostras, enquanto 7,7% manifestaram preferência pela amostra contendo 0,05% de ácido ascórbico com pasteurização. Já a amostra contendo 0,05% de ácido ascórbico sem pasteurização, não teve preferência por nenhum provador. Entre os provadores, a maioria, 77 e 69%, indicou que compraria o produto sem adição de ácido ascórbico com e sem pasteurização, respectivamente. Já 46% compraria o produto com 0,05% de ácido ascórbico, pasteurizado. Entre os fatores indicados pela não compra do produto, foram referidos os seguintes: “Aroma desagradável”, “Não aprecio o tipo de produto”, “Sabor ácido”, e “Sabor desagradável”. Em relação aos aromas, o aroma de castanha foi o identificado com maior predominância pelo painel de provadores (Tabela 10). Relativamente aos sabores identificados, os relatados variaram entre castanha, maçã, limão, puré de batata e manteiga.

Corrêa (2016), ao realizar a análise sensorial de purés de maçã tratados com diferentes antioxidantes, teve como resultado que o tratamento com eritorbato de sódio (7%) conferiu menor alteração sensorial no puré de maçã elaborado com a variedade Fuji, sendo identificado um sabor mais doce (menos ácido), visto que a doçura da fruta desempenha papel importante nas preferências dos consumidores. Tal facto vem ao encontro com o resultado obtido neste estudo, visto que a amostra preferida pelos provadores (em relação ao sabor geral, acidez e doçura) foi aquela que não continha ácido na sua formulação.

Tabela 9: Resultados da análise sensorial efetuada ao puré de castanha e maçã, com diferentes concentrações de ácido ascórbico e submetidas ou não a pasteurização (Média \pm Desvio Padrão).

Parâmetros	Amostra			
	0% ácido ascórbico, sem pasteurização	0,05% ácido ascórbico sem pasteurização	0% ácido ascórbico, com pasteurização	0,05% ácido ascórbico com pasteurização
Aparência visual	4,4 \pm 1,0 ^a	4,9 \pm 0,8 ^{a,b}	4,8 \pm 0,6 ^{a,b}	5,2 \pm 0,4 ^b
Cor	4,0 \pm 0,8 ^a	4,9 \pm 1,0 ^b	4,5 \pm 0,7 ^{a,b}	5,0 \pm 0,6 ^b
Aroma geral	4,3 \pm 0,9 ^a	4,2 \pm 0,8 ^a	4,8 \pm 0,4 ^a	4,4 \pm 1,0 ^a
Textura	4,9 \pm 1,0 ^a	4,3 \pm 1,2 ^a	4,9 \pm 0,9 ^a	5,1 \pm 0,5 ^a
Dureza	5,2 \pm 0,9 ^a	4,8 \pm 0,9 ^a	5,1 \pm 1,0 ^a	5,1 \pm 0,6 ^a
Adesividade	4,8 \pm 0,7 ^a	4,5 \pm 0,7 ^a	5,0 \pm 0,8 ^a	5,0 \pm 0,6 ^a
Mastigabilidade	5,2 \pm 0,7 ^a	4,9 \pm 0,8 ^a	5,1 \pm 1,0 ^a	5,2 \pm 0,6 ^a
Sabor geral	5,2 \pm 1,2 ^a	3,8 \pm 1,5 ^a	4,8 \pm 0,9 ^a	4,1 \pm 1,4 ^a
Grau de doçura	4,9 \pm 0,8 ^a	4,3 \pm 1,0 ^a	4,7 \pm 0,8 ^a	4,2 \pm 1,0 ^a
Grau de acidez	4,9 \pm 0,5 ^b	3,8 \pm 1,0 ^a	4,8 \pm 0,6 ^b	4,2 \pm 0,8 ^{a,b}
Apreciação global	5,0 \pm 0,9 ^a	3,8 \pm 1,6 ^a	4,8 \pm 1,0 ^a	4,2 \pm 1,5 ^a

Nota: Letras minúsculas distintas na mesma linha representam diferenças significativas entre as amostras ($p < 0,05$).

Tabela 10: Aromas e sabores identificados nos purés de castanha e maçã analisados.

	Amostra			
	0% de ácido ascórbico, sem pasteurização	0,05% ácido ascórbico sem pasteurização	0% ácido ascórbico, com pasteurização	0,05% ácido ascórbico, com pasteurização
Aromas identificados	castanha (6) puré de batata (1)	castanha (3) natas (1) maçã e manteiga (1)	castanha (5) puré de batata (1)	maçã (1) castanha (3) maçã e castanha (1) puré de batata (1)
Sabores identificados	castanha (3) maçã (2) natas e castanha (1)	maçã ácida (1) maçã (2) maçã e castanha (1) castanha e limão (1) puré de maçã (1)	castanha (6) maçã (1) puré de batata (1)	maçã (2) maçã ácida (1) maçã, manteiga e castanha (1) castanha e limão (1) puré de maçã (1)

Nota: Os valores entre parêntesis correspondem ao número de provadores que identificaram o aroma e sabor indicados.

De modo geral, a adição de ácido ascórbico proporcionou aos purés uma coloração mais clara, influenciou a textura e promoveu uma redução no pH. A adição de 0,05% de ácido ascórbico foi suficiente para baixar o pH para valores inferiores a 4,2, permitindo reduzir significativamente a carga microbiana de microrganismos mesófilos. A associação de ácido ascórbico e pasteurização reduziu ainda mais o desenvolvimento microbiano nas três amostras em que foi utilizado. Assim, com base nos resultados obtidos, sugeriu-se para a próxima formulação, o processo de pasteurização e uma concentração de ácido ascórbico próxima dos 0,01%, de modo a tornar os produtos mais seguros e, por outro lado, serem mais agradáveis em termos de análise sensorial.

4.3 Puré de castanha e maçã – terceira experiência

4.3.1 Parâmetros físico-químicos

Na Tabela 11 encontram-se os resultados das análises físico-químicas efetuadas em maio de 2022, aos purés de castanha e maçã, onde foi possível avaliar o efeito do tratamento térmico e da adição de ácido ascórbico numa concentração de 0,01%.

Em relação à **cor**, e em particular ao parâmetro L^* , que indica a luminosidade (quanto maior for o parâmetro, mais clara é a amostra), foi obtido o maior valor na amostra pasteurizada, sem ácido ascórbico. Pelo contrário, o menor valor de L^* foi obtido na amostra congelada, sem ácido ascórbico. Estes resultados sugerem que a congelação pode não ser suficiente para inativar as enzimas responsáveis pelo escurecimento, fenómeno que explica a importância de se realizar um branqueamento prévio na conservação de produtos vegetais congelados. Para o parâmetro a^* , que avalia os tons verde (valores negativos) e vermelho (valores positivos), não se observaram diferenças significativas entre as amostras, sugerindo que os tratamentos aplicados (congelação / pasteurização) e a adição de ácido ascórbico não induziram alterações neste parâmetro.

Tabela 11: Resultados das análises físico-químicas efetuadas aos purés de castanha e maçã, avaliando a utilização de tratamento térmico e adição de ácido ascórbico

Parâmetros	Amostras				
	Congelação, sem ácido ascórbico	Congelação, com 0,01% de ácido ascórbico	Pasteurização, sem ácido ascórbico	Pasteurização, com 0,01% de ácido ascórbico	
Físico-Químicos					
Cor	<i>L</i> *	61.14 ± 0.16 ^a	62.29 ± 0.14 ^b	63.51 ± 0.31 ^c	62.43 ± 0.11 ^b
	<i>a</i> *	4.11 ± 0.06 ^a	4.28 ± 0.07 ^a	4.10 ± 0.10 ^a	4.20 ± 0.08 ^a
	<i>b</i> *	13.92 ± 0.03 ^b	13.86 ± 0.10 ^b	13.18 ± 0.20 ^a	13.03 ± 0.10 ^a
	<i>C</i> *	14.51 ± 0.04 ^b	14.51 ± 0.12 ^b	13.80 ± 0.22 ^a	13.69 ± 0.12 ^a
	<i>h</i>	73.54 ± 0.21 ^c	72.86 ± 0.15 ^b	72.74 ± 0.16 ^b	72.15 ± 0.20 ^a
Textura	Força máxima positiva	1049 ± 127 ^c	458 ± 62 ^a	723 ± 59 ^b	868 ± 78 ^{b,c}
	Força máxima negativa	-987 ± 124 ^a	-494 ± 48 ^c	-631 ± 11 ^{b,c}	-767 ± 63 ^b
	Área positiva	14514 ± 2675 ^c	6616 ± 957 ^a	9869 ± 119 ^{a,b}	11477 ± 622 ^{b,c}
	Área negativa	-1081 ± 271 ^a	-549 ± 67 ^b	-631 ± 18 ^b	-726 ± 67 ^{a,b}
	Trabalho de coesão	-1076 ± 272 ^a	-540 ± 71 ^b	-626 ± 18 ^b	-718 ± 68 ^{a,b}
Atividade de água (<i>a_w</i>)	0.949 ± 0.002 ^a	0.951 ± 0.003 ^a	0.951 ± 0.003 ^a	0.949 ± 0.02 ^a	
Teor de Humidade (%)	64.42 ± 0.11 ^a	67.70 ± 0.46 ^b	67.92 ± 0.08 ^b	67.90 ± 0.10 ^b	
pH	6.23 ± 0.02 ^b	6.11 ± 0.02 ^a	6.26 ± 0.01 ^b	6.09 ± 0.02 ^a	

Nota: Letras minúsculas distintas na mesma linha representam diferenças significativas entre as amostras (p<0,05).

Pelo contrário, os maiores valores de b^* (parâmetro que avalia os tons azul/amarelo⁺) foram determinados nas amostras sujeitas a congelação (com e sem adição de ácido ascórbico), sugerindo algum amarelecimento desses purés face aos pasteurizados. Estes resultados parecem estar em linha com os observados anteriormente para o L^* , sugerindo uma não inativação das enzimas responsáveis pelo escurecimento das amostras, como por exemplo, a polifenoloxidase, por parte da congelação. Clerici et al. (2014), ao avaliarem o escurecimento enzimático em vegetais, com o uso de reagentes químicos e pelo método de branqueamento, avaliando também após a refrigeração e congelação, verificaram que a velocidade de congelação é outro parâmetro importante a ter em conta, uma vez que uma congelação realizada de forma lenta implicará que o escurecimento seja mais rápido. Este fenómeno pode dever-se à formação de cristais de gelo, os quais podem perfurar os tecidos, colocando as enzimas em contacto com os substratos, favorecendo as reações de escurecimento.

Também foram observados os maiores valores de intensidade de cor (C^*) nas amostras congeladas. Já no que se refere ao h , que representa a tonalidade ou pureza da cor, o maior valor foi determinado na amostra congelada sem ácido ascórbico e o menor na amostra pasteurizada com 0,01% de ácido ascórbico. Contudo, os valores foram bastante próximos, o que se pode traduzir numa mudança de cor não detetável a olho nu.

Relativamente à análise da **textura** dos purés (Figura 19 e Tabela 11) pôde-se observar, através das curvas obtidas, que a amostra congelada sem ácido ascórbico apresentou os maiores valores (em módulo) em relação a todos os parâmetros: força máxima positiva, força máxima negativa, área positiva, área negativa e trabalho de coesão, sendo a amostra mais firme, mais coesa, mais consistente e viscosa. Pelo contrário, a amostra congelada com 0,01% de ácido ascórbico foi a que apresentou as menores forças máximas positiva e negativa (em módulo), sugerindo ser a menos firme e coesa. Contudo, nos restantes parâmetros, não foram observadas diferenças significativas entre as três amostras.

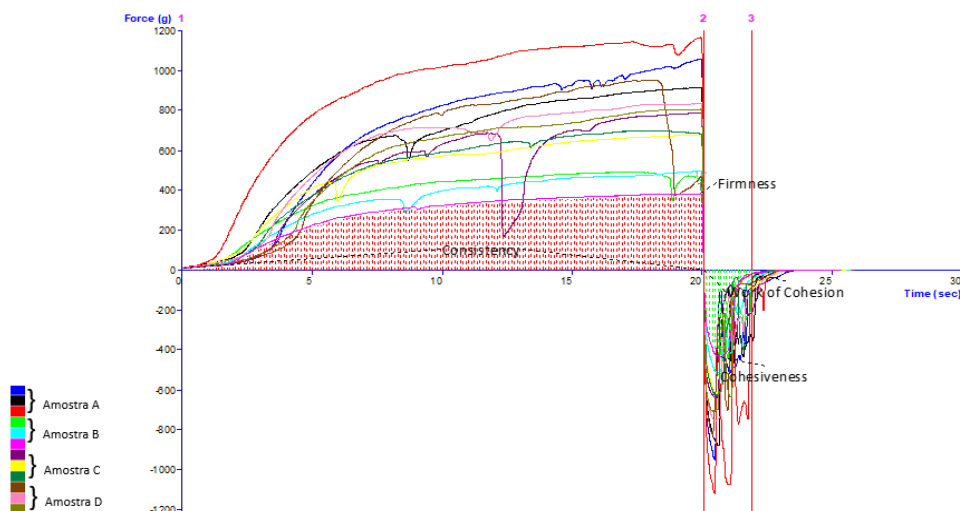


Figura 19: Curvas obtidas na análise de textura realizada a purês de castanha e maçã. Purê de castanha e maçã sujeito a congelamento, sem ácido ascórbico (A) e com adição de ácido ascórbico a 0,01% (B). Purê pasteurizado, sem ácido ascórbico (C) e com adição de ácido ascórbico a 0,01% (D).

Desta forma os resultados em relação à textura obtidos nesta terceira formulação, seguiram linhas diferentes aos encontrados no estudo realizado na segunda formulação. Enquanto no segundo estudo foi observado que a adição de ácido ascórbico associada à pasteurização proporcionava aos purês uma textura mais firme, coesa e viscosa, na terceira formulação o efeito da adição de ácido ascórbico foi inverso, tornando as amostras menos firmes.

Em relação aos valores de **atividade de água** e **teor de humidade**, os purês apresentaram valores semelhantes entre si, com exceção do menor teor de humidade determinado na amostra congelada sem ácido ascórbico, situação para a qual não se encontrou justificação. Novamente se observaram valores de atividade de água muito elevados (0,949 e 0,951). Ao desenvolverem e caracterizarem purê de mamão antes de ser transformado em pó por pulverização, Saw & Pui (2021), encontraram um valor semelhante de atividade de água (0,97). No entanto, o teor de humidade determinado por esses autores (89,82%) foi um pouco mais elevado em relação aos encontrados no presente estudo. Valores de atividade de água acima dos 0,95 são característicos de produtos alimentares muito perecíveis, permitindo o desenvolvimento de *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Proteus*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Bacillus*, *Clostridium perfringens* e leveduras (Beuchat, 1981), o que demonstra a sua perecibilidade. Estes valores de atividade de água

não são adequados para produtos que se deseje que tenham um tempo de prateleira relativamente longo e que não sejam sujeitos a outras formas de conservação.

Adicionalmente, as amostras analisadas apresentaram valores de **pH** entre 6,09 e 6,26, como mostra a Tabela 11. Estes valores foram bastante diferentes daqueles observados nas análises realizadas nos estudos anteriores (por exemplo: 3,70 a 4,93, determinados na segunda experiência). O objetivo da adição de ácido ascórbico a 0,01%, seria verificar se os purés atingiriam valores de pH um pouco inferiores a 4,5, sem grandes alterações no sabor, uma vez que anteriormente valores de pH em torno dos 4,82 a 4,93 tinham sido obtidos em purés elaborados sem ácido ascórbico (resultados retirados do segundo trabalho). Assim, a obtenção de valores tão elevados de pH, só podem ser justificados por uma possível variação na formulação, em relação às utilizadas anteriormente, como por exemplo a não utilização da maçã na formulação, originando um produto com valores de pH mais elevados. Com efeito, Silva et al. (2021), avaliaram as características físico-químicas da castanha portuguesa (*Castanea sativa* Mill.), verificando valores de pH entre 6,36 e 6,65. Estes valores são superiores aos determinados na maçã Granny Smith, que é uma variedade ácida, com um pH em torno de 3,21 (Treptow et al.,1995).

4.3.2 Parâmetros microbiológicos

Em relação à análise microbiológica (Tabela 12), as contagens totais de microrganismos a 30 °C, obtidas nas amostras congeladas e pasteurizadas, sem adição de ácido ascórbico, foram de 167 e 150 UFC/g, respetivamente. Também nas amostras congeladas e pasteurizadas, contendo 0,01% de ácido ascórbico, foram determinadas contagens de 129 e 300 UFC/g, respetivamente, de ordem de grandeza idêntica às anteriores. As restantes contagens de microrganismos foram inferiores ao limite de deteção (< 10 UFC/g para os coliformes e *E. coli*, e < 100 UFC/g para os restantes parâmetros analisados).

Assim, conclui-se com base nos resultados obtidos que os purés apresentavam uma qualidade microbiológica satisfatória, de acordo com os valores-guia definidos pelo Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (INSA; 2019).

Tabela 12: Resultados das análises microbiológicas efetuadas aos purés de castanha e maçã, avaliando a utilização de tratamento térmico e adição de ácido ascórbico

Parâmetros	Amostras			
	Congelação, sem ácido ascórbico	Congelação, com 0,01% de ácido ascórbico	Pasteurização, sem ácido ascórbico	Pasteurização, com 0,01% de ácido ascórbico
Microbiológicos (UFC/g)				
Contagem total de microrganismos a 30 °C	167	129	150	300
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva	<100	<100	<100	<100
Bolores e leveduras	<100	<100	<100	<100
Coliformes	<10	<10	<10	<10
<i>Escherichia coli</i>	<10	<10	<10	<10

Nota: UFC/g – unidades formadoras de colónias por grama de alimento

4.3.3 Análise sensorial

Os parâmetros sensoriais foram avaliados somente pela equipa responsável pelas análises, devido à quantidade insuficiente de amostra, tendo-se observado a falta de sabor a maçã e das natas nos purés congelados, embalados a vácuo, o que vem corroborar a hipótese anteriormente colocada de ter havido uma mudança na formulação dos purés de castanha e maçã. Adicionalmente, o puré congelado sem ácido ascórbico apresentou-se bastante espesso face ao com ácido ascórbico, em linha com os resultados obtidos no texturómetro. Além disso, detetou-se um sabor a “azedo” no puré pasteurizado sem ácido ascórbico. Já o puré pasteurizado, contendo 0,01% de ácido ascórbico, não foi possível experimentá-lo devido à presença de bolores no mesmo.

De forma geral, observou-se uma alteração indesejável na formulação dos purés, o que se traduziu em valores de pH bastante elevados, não se encontrando numa faixa adequada (abaixo de 4,5), de forma a garantir a segurança microbiológica dos produtos. Contudo, em relação à qualidade microbiológica, todos os purés apresentaram qualidade satisfatória. Desta forma, não foi possível chegarmos a um resultado satisfatório para a definição do puré mais adequado para seguimento do trabalho.

Foi sugerido aos produtores, que a formulação seja padronizada, variando apenas a quantidade de ácido ascórbico, para se conseguir obter um produto final adequado e seguro para o consumidor.

5. Conclusão

Foi possível desenvolver um novo produto à base de castanha, agregando processos que tornam o produto mais seguro para o consumidor.

Através do primeiro estudo, foi possível observar que os purés elaborados com maçã Granny Smith e Reineta apresentaram características físico-químicas muito semelhantes relativamente aos parâmetros da cor, textura e atividade da água. As principais diferenças foram observadas ao nível dos valores de pH, com o puré de maçã Reineta apresentando um valor médio mais baixo. Os purés apresentaram qualidade microbiológica satisfatória, no entanto, ambos os purés apresentaram valores de pH que poderão favorecer o crescimento microbiano. Em termos de análise sensorial, os purés foram classificados como “agradáveis”, não tendo sido detetadas diferenças significativas entre eles.

Desta forma, foi realizado o segundo estudo com o objetivo de reduzir o valor de pH dos purés de modo a aumentar a segurança microbiológica dos mesmos. Através da adição de ácido ascórbico, foi possível reduzir o pH dos produtos, além de lhes proporcionar uma coloração mais clara, e influenciar a textura. A adição de 0,05% de ácido ascórbico foi suficiente para baixar o pH para valores inferiores a 4,2, permitindo reduzir significativamente a carga microbiana de microrganismos mesófilos. A associação de ácido ascórbico e pasteurização reduziu ainda mais o desenvolvimento microbiano, porém a análise sensorial mostrou que os purés preferidos pelos provadores eram os sem ácido ascórbico.

Assim, o terceiro estudo foi realizado com a utilização de concentrações de ácido ascórbico em torno de 0,01%, de modo a tornar os produtos mais seguros e, por outro lado, serem mais agradáveis em termos de análise sensorial, juntamente com o processo de pasteurização. Os resultados obtidos não foram os esperados, pois o produto apresentou algumas características indesejáveis, como por exemplo valores de pH elevados, que podem tornar o produto inseguro.

Assim é de grande importância ressaltar que a padronização de formulações e processos é de extrema importância quando se deseja elaborar um novo produto, principalmente se o objetivo é introduzir um novo produto no mercado. O objetivo era chegar-se a uma formulação final, para que mais análises pudessem ser realizadas, como

a determinação da composição nutricional, além da determinação do tempo de prateleira do produto. Porém, devido à falta de tempo, não foi possível finalizar o estudo.

6. Referências

- Beuchat L. R. (1981). Microbial stability as affected by water activity. *Cereal Foods World*, **26**, 345-349 (adaptado por Labcell Ltd.).
- Blaiotta, A., Di Capua, M., Coppola, R., & Aponte, M. (2012). Production of fermented chestnut purees by lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, **158**, 195-202.
- Bolvansky, M., Brindza, J., & Horcin, V. (2004). Technological and Sensory Characteristics of Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) Fruits from Different Seedling Orchards in Slovakia. *Acta Horticulturae*, **693**, 325-332.
- Borges, O., Gonçalves, B., de Carvalho, J. L. S., Correia, P., & Silva, A. P. (2008). Nutritional quality of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars from Portugal. *Food chemistry*, **106**(3), 976-984.
- Brito, A. C. W. D., Junior, B. D., Stertz, S. C., & Freitas, R. J. S. D. (2011). Caracterização e estabilidade de purê misto de frutas, fonte de fibra alimentar. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, **29**(1), 137-146.
- Buergy, A., Rolland-Sabaté, A., Leca, A., & Renard, C. M. (2021). Apple puree's texture is independent from fruit firmness. *LWT*, **145**, 111324.
- Clerici, M. T. P. S., Sebastião, R. H., Oliveira, L. C., dos Santos, M. S., Moraes, A. L. L., & Claretto, S. S. (2014). Escurecimento enzimático: uma aula prática. *Revista de Ensino de Bioquímica*, **12**(2), 71-90.
- Corrêa, R. C. (2016). *Preservação de purê de maçã (Malus domestica Borkh) por agentes químicos e físicos*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pelotas.
- Costa, R., Ribeiro, C., Valdiviesso, T., Afonso, S., Borges, O., Soeiro, J., Costa, H., Fonseca, L., Augusta, C., Cruz, M.H., Salazar, M., Soares, F., Sequeira, J., Assunção, A., Correia, P., & Lima, M.J. (2008). Variedades de Castanha das Regiões Centro e Norte de Portugal. Lisboa: INRB.I.P.
- Couto, J. O. D. (2018). *A gestão da cadeia de abastecimento sustentável: o negócio da castanha portuguesa*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho.

- de Souza, A. G., dos Santos, L. S., Silva, A. R. Z., & Passoni, C. R. D. M. S. (2014). Propriedades nutricionais da castanha portuguesa (*Castanea sativa* Mill) e elaboração de produtos. *Cadernos da escola de saúde*, **2**(12), 109-124.
- Ergun, K., Tiryaki-Gunduz, G., Sakin-Yilmazer, M., Dirim, S., & Kaymak-Ertekin, F. (2013). Freeze drying of yoghurt with candied chestnut puree: survival of lactic acid bacteria and determination of physical properties. *Italian Journal of Food Science*, **25**(4), 470-475.
- FAO (2021). FAOSTAT – Dados para a produção de castanhas no ano 2021. Consultado em 20 out. 2021. Disponível em <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>.
- Fontes, E. C. N. (2014). *Estudo do processo de assadura num forno não industrial e o seu efeito em algumas propriedades físico químicas do fruto*. Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança.
- Freitas, J. B., & Naves, M. M. V. (2010). Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. *Revista de Nutrição*, **23**, 269-279.
- Guerrero-Beltran, J. A., Swanson, B. G., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2005). Inhibition of polyphenoloxidase in mango puree with 4-hexylresorcinol, cysteine and ascorbic acid. *LWT-Food Science and Technology*, **38**(6), 625-630.
- Henriques, C. A. S., & Borges, A. J. P. (2017). *Manual técnico castanheiro: Estado da produção*. Bragança: CNCFS.
- INE (2020). *Estatísticas Agrícolas 2020*. Instituto Nacional de Estatística. Consultado em 21 out. 2021. Disponível em https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=437147278&PUBLICACOESmodo=2.
- INSA (2019). *Interpretação de resultados de ensaios microbiológicos em alimentos prontos para consumo e em superfícies do ambiente de preparação e distribuição alimentar: valores-guia*. Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge. Lisboa: INSA IP, 2019.

- Lan, W., Jaillais, B., Chen, S., Renard, C. M., Leca, A., & Bureau, S. (2022). Fruit variability impacts puree quality: Assessment on individually processed apples using the visible and near infrared spectroscopy. *Food Chemistry*, **390**, 133088.
- Landl, A., Abadias, M., Sárraga, C., Viñas, I., & Picouet, P. A. (2010). Effect of high pressure processing on the quality of acidified Granny Smith apple purée product. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, **11**(4), 557-564.
- López, C., Torrado, A., Fuciños, P., Guerra, N. P., & Pastrana, L. (2006). Enzymatic inhibition and thermal inactivation in the hydrolysis of chestnut purée with an amylases mixture. *Enzyme and Microbial Technology*, **39**, 252-258.
- Maia, A. S. P. (2012). *Pasteurização: Estudo do efeito de parâmetros físico-químicos na Cinética e Dimensionamento*. Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Tomar.
- Mukhopadhyay, S., Sokorai, K., Ukuku, D., Fan, X., Juneja, V., Sites, J., & Cassidy, J. (2016). Inactivation of *Salmonella enterica* and *Listeria monocytogenes* in cantaloupe puree by high hydrostatic pressure with/without added ascorbic acid. *International Journal of Food Microbiology*, **235**, 77-84.
- Paciulli, M., Rinaldi, M., Cirlini, M., Scazzina, F., & Chiavaro, E. (2016). Chestnut flour addition in commercial gluten-free bread: A shelf-life study. *LWT*, **70**, 88-95.
- Picouet, P. A., Landl, A., Abadias, M., Castellari, M., & Viñas, I. (2009). Minimal processing of a Granny Smith apple purée by microwave heating. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, **10**(4), 545-550.
- Possamai, G. (2020). *Podridão da castanha em Trás-os-Montes: caracterização morfológica, ecofisiológica e molecular do agente causal Gnomoniopsis smithogilyi*. Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança.
- Ramalhosa, E., & Pereira, J.A. (2015). Prazos de validade em géneros alimentícios: o que significam e como são determinados?. *Voz do Campo*, **185**, iv-v.
- Rinaldi, M., Paciulli, M., Caligiani, A., Scazzina, F., & Chiavaro, E. (2017). Sourdough fermentation and chestnut flour in gluten-free bread: A shelf-life evaluation. *Food Chemistry*, **224**, 144-152.

- Romano, A., Blaiotta, G., Di Cerbo, A., Coppola, R., Masi, P., & Aponte, M. (2014). Spray-dried chestnut extract containing *Lactobacillus rhamnosus* cells as novel ingredient for a probiotic chestnut mousse. *Journal of Applied Microbiology*, **116**, 1632-1641.
- Santos, C. A. F. D. (2011). *Desenvolvimento de um novo produto: “Fruta com iogurte”*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Saw, K. W., & Pui, L. P. (2021). Production and characterization of “sekaki” papaya fruit puree and powder. *Carpathian Journal of Food Science & Technology*, **13**(2), 140-149.
- Silva, A. M. D. (2019). *Influência do tipo de amido e aquecimento-convencional e ôhmico- sobre as propriedades de géis*. Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Silva, B. P. P. C., Pinheiro, V. J. F., da Costa Barbosa, I. C., Cardoso, D. F. S. R., Santos, L. P., & Santa Rosa, R. M. S. (2021). Avaliação das características físico-químicas da castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) e da castanha portuguesa (*Castanea sativa* Mill.). *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, **15**(2), 3700-3723.
- Treptow, R. D. O., Queiroz, M., & Antunes, P. (1995). Caracterização físico-química e sensorial de quatro cultivares de maçãs (*Malus domestica* Borkh.). *Current Agricultural Science and Technology*, **1**(3), 179-184.
- Yi, T., Fang, W., Xie, X., Yuan, B., Lu, M., & Xu, C. (2022). High Pressure Processing (HPP) Improved the Safety and Quality of Aronia Berry Puree: Validated by a Commercially Applicable Shelf Life Study. *ACS Food Science & Technology*, **2**(3), 382-390.

ANEXOS

Anexo I - Ficha de análise sensorial aplicada em Dezembro de 2021.



Análise sensorial a Purés de Castanha

O presente trabalho está a ser realizado no âmbito da dissertação de mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar da aluna Jucimara Costa Silva. Deste modo solicita-se a sua autorização para preencher o seguinte questionário. Todos os dados serão tratados de forma confidencial.

Considera-se que o preenchimento do questionário, implica a autorização da recolha dos dados.

Gênero: F () M ()

Idade: _____

Profissão: _____

Por favor, analise as amostras fornecidas. Descreva as percepções dos parâmetros sentidos na amostra a análise em termos da agradabilidade e intensidade, quando aplicável.

Código de amostra: _____

Aparência visual:

Extremamente desagradável Muito desagradável Desagradável Nem agradável, nem desagradável Agradável Muito agradável Extremamente agradável

Cor:

Extremamente desagradável Muito desagradável Desagradável Nem agradável, nem desagradável Agradável Muito agradável Extremamente agradável

Aroma Geral da Amostra:

Extremamente desagradável Muito desagradável Desagradável Nem agradável, nem desagradável Agradável Muito agradável Extremamente agradável

Nada intenso Pouco intenso Intenso Muito intenso Extremamente intenso

Indique os aromas que identifica: _____

Nada intenso Pouco intenso Intenso Muito intenso Extremamente intenso

Por favor, prove a amostra fornecida e avalie:

Textura:

Extremamente desagradável Muito desagradável Desagradável Nem agradável, nem desagradável Agradável Muito agradável Extremamente agradável

Dureza:

Extremamente desagradável Muito desagradável Desagradável Nem agradável, nem desagradável Agradável Muito agradável Extremamente agradável

Nada dura Pouco dura Dura Muito dura Extremamente dura

Adesividade:

Extremamente desagradável Muito desagradável Desagradável Nem agradável, nem desagradável Agradável Muito agradável Extremamente agradável

Nula Pouca Alguma Muita Extremamente

Mastigabilidade (avaliada pelo número de dentadas necessário para deixar o produto em condições de ser deglutido):

Extremamente desagradável Muito desagradável Desagradável Nem agradável, nem desagradável Agradável Muito agradável Extremamente agradável

Muito baixa Baixa Alguma Elevada Extremamente elevada

Sabor Geral da Amostra:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Extremamente desagradável	Muito desagradável	Desagradável	Nem agradável, nem desagradável	Agradável	Muito agradável	Extremamente agradável
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Nada intenso	Pouco intenso	Intenso	Muito Intenso	Extremamente Intenso	

Grau de doçura da amostra:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Extremamente desagradável	Muito desagradável	Desagradável	Nem agradável, nem desagradável	Agradável	Muito agradável	Extremamente agradável
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Nada intenso	Pouco intenso	Intenso	Muito Intenso	Extremamente Intenso	

Outros sabores. Identifique-os: _____

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Extremamente desagradável	Muito desagradável	Desagradável	Nem agradável, nem desagradável	Agradável	Muito agradável	Extremamente agradável
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Nada intenso	Pouco intenso	Intenso	Muito Intenso	Extremamente Intenso	

Apreciação Global:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Extremamente desagradável	Muito desagradável	Desagradável	Nem agradável, nem desagradável	Agradável	Muito agradável	Extremamente agradável

Compraria este produto? Sim Não. Se respondeu não, indique porquê:

Qual dos produtos prefere? _____

Obrigado pela sua participação!

Anexo II - Ficha de análise sensorial aplicada em Fevereiro de 2022.



Análise sensorial a Purés de Castanha

O presente trabalho está a ser realizado no âmbito da dissertação de mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar da aluna Jucimara Costa Silva. Deste modo solicita-se a sua autorização para preencher o seguinte questionário. Todos os dados serão tratados de forma confidencial.

Considera-se que o preenchimento do questionário, implica a autorização da recolha dos dados.

Género: F () M ()

Idade: _____

Profissão: _____

Por favor, analise as amostras fornecidas. Descreva as perceções dos parâmetros sentidos na amostra a análise em termos da agradabilidade e intensidade, quando aplicável.

Código de amostra: _____

Aparência visual:

Extremamente desagradável
 Muito desagradável
 Desagradável
 Nem agradável, nem desagradável
 Agradável
 Muito agradável
 Extremamente agradável

Cor:

Extremamente desagradável
 Muito desagradável
 Desagradável
 Nem agradável, nem desagradável
 Agradável
 Muito agradável
 Extremamente agradável

Aroma Geral da Amostra:

Extremamente desagradável
 Muito desagradável
 Desagradável
 Nem agradável, nem desagradável
 Agradável
 Muito agradável
 Extremamente agradável

Nada intenso
 Pouco intenso
 Intenso
 Muito intenso
 Extremamente intenso

Indique os aromas que identifica: _____

Nada intenso
 Pouco intenso
 Intenso
 Muito Intenso
 Extremamente Intenso

Por favor, prove a amostra fornecida e avalie:

Textura:

Extremamente desagradável
 Muito desagradável
 Desagradável
 Nem agradável, nem desagradável
 Agradável
 Muito agradável
 Extremamente agradável

Dureza:

Extremamente desagradável
 Muito desagradável
 Desagradável
 Nem agradável, nem desagradável
 Agradável
 Muito agradável
 Extremamente agradável

Nada dura
 Pouco dura
 Dura
 Muito Dura
 Extremamente Dura

Adesividade:

Extremamente desagradável
 Muito desagradável
 Desagradável
 Nem agradável, nem desagradável
 Agradável
 Muito agradável
 Extremamente agradável

Nula
 Pouca
 Alguma
 Muita
 Extremamente

Mastigabilidade (avaliada pelo número de dentadas necessário para deixar o produto em condições de ser deglutido):

Extremamente desagradável
 Muito desagradável
 Desagradável
 Nem agradável, nem desagradável
 Agradável
 Muito agradável
 Extremamente agradável

Muito baixa
 Baixa
 Alguma
 Elevada
 Extremamente elevada

Sabor Geral da Amostra:

<input type="checkbox"/> Extremamente desagradável	<input type="checkbox"/> Muito desagradável	<input type="checkbox"/> Desagradável	<input type="checkbox"/> Nem agradável, nem desagradável	<input type="checkbox"/> Agradável	<input type="checkbox"/> Muito agradável	<input type="checkbox"/> Extremamente agradável
<input type="checkbox"/> Nada intenso	<input type="checkbox"/> Pouco intenso	<input type="checkbox"/> Intenso	<input type="checkbox"/> Muito Intenso	<input type="checkbox"/> Extremamente Intenso		

Grau de doçura da amostra:

<input type="checkbox"/> Extremamente desagradável	<input type="checkbox"/> Muito desagradável	<input type="checkbox"/> Desagradável	<input type="checkbox"/> Nem agradável, nem desagradável	<input type="checkbox"/> Agradável	<input type="checkbox"/> Muito agradável	<input type="checkbox"/> Extremamente agradável
<input type="checkbox"/> Nada intenso	<input type="checkbox"/> Pouco intenso	<input type="checkbox"/> Intenso	<input type="checkbox"/> Muito Intenso	<input type="checkbox"/> Extremamente Intenso		

Grau de acidez da amostra:

<input type="checkbox"/> Extremamente desagradável	<input type="checkbox"/> Muito desagradável	<input type="checkbox"/> Desagradável	<input type="checkbox"/> Nem agradável, nem desagradável	<input type="checkbox"/> Agradável	<input type="checkbox"/> Muito agradável	<input type="checkbox"/> Extremamente agradável
<input type="checkbox"/> Nada intenso	<input type="checkbox"/> Pouco intenso	<input type="checkbox"/> Intenso	<input type="checkbox"/> Muito Intenso	<input type="checkbox"/> Extremamente Intenso		

Outros sabores. Identifique-os: _____

<input type="checkbox"/> Extremamente desagradável	<input type="checkbox"/> Muito desagradável	<input type="checkbox"/> Desagradável	<input type="checkbox"/> Nem agradável, nem desagradável	<input type="checkbox"/> Agradável	<input type="checkbox"/> Muito agradável	<input type="checkbox"/> Extremamente agradável
<input type="checkbox"/> Nada intenso	<input type="checkbox"/> Pouco intenso	<input type="checkbox"/> Intenso	<input type="checkbox"/> Muito Intenso	<input type="checkbox"/> Extremamente Intenso		

Apreciação Global:

<input type="checkbox"/> Extremamente desagradável	<input type="checkbox"/> Muito desagradável	<input type="checkbox"/> Desagradável	<input type="checkbox"/> Nem agradável, nem desagradável	<input type="checkbox"/> Agradável	<input type="checkbox"/> Muito agradável	<input type="checkbox"/> Extremamente agradável
--	---	---------------------------------------	--	------------------------------------	--	---

Compraria este produto? Sim Não. Se respondeu não, indique porquê: _____

Qual dos produtos prefere? _____

Obrigado pela sua participação!