



## **Estruturados de Pera Rocha usando Hidrocolóides Ágar e Goma de Alfarroba**

**ANA LUÍSA LEITÃO CORREIA**

novembro de 2021

---

**ESTRUTURADOS DE  
*PERA ROCHA* USANDO  
HIDROCOLÓIDES  
ÁGAR E GOMA DE  
ALFARROBA**

---

ANA LUÍSA LEITÃO CORREIA



# Structured *Pera Rocha* using Hydrocolloids Ágar and Locust Bean Gum

Estruturados de *Pera Rocha* usando Hidrocolóides Ágar e  
Goma de Alfarroba

Ana Luísa Leitão Correia

(nº1000454)

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre  
em Engenharia Química, ramo opcional Qualidade

Orientadoras:

Professora Doutora Cristina Delerue-Matos

Doutora Elsa F. Vieira

Professora Doutora Maria João Ramalhosa

Instituições:

Centro de investigação: GRAQ – Grupo de Reação e Análises Químicas

ESHT – Escola Superior de Hotelaria e Turismo

Outubro de 2021

Dedico esta dissertação aos meus avós José e Joaquina (*in memoriam*),  
pilares do meu ser enquanto pessoa.

Dedico aos meus pais, Jorge e Fernanda, a minha âncora e a minha corrente,  
respetivamente!

## **Agradecimentos**

À Professora Doutora Cristina Matos, por me ter colocado com este tema nas mãos, pelo qual fiquei apaixonada e envolvida desde o primeiro segundo. Pelas suas palavras de incentivo, pela sua garra e pelo seu empenho profissional, que fazem com que tenha uma admiração pela pessoa extraordinária que é, sempre disposta a ajudar os alunos que se cruzam no seu caminho. Mesmo com toda a “correria” que é a sua vida académica, encontra sempre tempo para me dedicar e encorajar e, sobretudo, para me ajudar a nunca desistir.

À Professora Doutora Maria João Ramalhosa e à Doutora Elsa Vieira, não podia ter tido mais sorte por se terem cruzado comigo. A vocês, estarei sempre grata, pela ajuda, conselhos, empenho, paciência, dedicação, compreensão, carinho e amizade. Por me darem a coragem que eu precisava e por acreditarem em mim na concretização deste trabalho que tanto me orgulha e ao qual confiei o regresso à minha grande paixão: a vida académica e científica.

Ao Instituto Superior de Engenharia do Porto – ISEP, instituição que foi e sempre será a minha segunda casa.

À Escola Superior de Hotelaria e Turismo - ESHT e ao seu ilustre Presidente Flávio Ferreira, que me abriu as portas da sua instituição e permitiu que realizasse a parte prática do meu trabalho aquando do Painel de Análise Sensorial realizado com alunos desta Instituição.

Um muito obrigado às turmas de 1º Ano da Licenciatura de Restauração e Catering e Técnicos Superiores Profissionais de Operações Hoteleiras, pela sua participação na Análise Sensorial deste projeto.

Aos seus Professores e queridos amigos José António Silva e Marta Quintas que, com o seu profissionalismo e amizade, muito contribuíram para esta iniciativa e, com todo o *background* necessário, ajudaram a que este dia se realizasse.

Ao meu primo António José Pinheiro, pela sua preciosa ajuda técnica, paciência, amizade, compreensão, mas sobretudo, pelo carinho que não só o caracteriza, como também me incentivou neste meu percurso.

Às minhas primas Cristina Machado e Fátima Machado, por estarem sempre presentes na minha vida desde que nasci e por me darem sempre o seu apoio incondicional em todos os meus projetos, quer a nível pessoal, quer a nível profissional.

Aos meus queridos amigos. E que sorte que tenho, estou rodeada dos melhores! À minha querida amiga e companheira Patrícia Santos, por ter entrado comigo em mais uma etapa das “nossas” vidas - este mestrado; por estar sempre presente na minha vida pessoal e académica [e já lá vão uns 20 anos de partilha e cumplicidade]. A ela, o meu muito obrigada, não só pela amizade, mas pela ajuda incessante em todos os procedimentos necessários na elaboração prática desta dissertação.

À minha amiga e irmã de coração, Liliana Correia, pelo seu contributo, força e incentivo na concretização deste mestrado.

À Sónia Ferreira, que além de colega de trabalho, se tornou uma amiga de coração, ouvinte, conselheira e ajuda preciosa ao longo destes tempos.

À Dora Cunha, por incentivar e estar presente na minha vida, mesmo que a alguns quilómetros de distância!

À Susana Pinto, por toda a amizade e pelas suas dicas académicas; por ser um ser humano que admiro, não só como amiga, mas como profissional excelente e lutadora que é.

À Margarida Dias, que além de um exemplo de mulher, pioneira no seu tempo, continua a demonstrar apoio e incentivo às suas semelhantes, naquilo que é a construção de novos caminhos do conhecimento. Obrigada pelo interesse que foi sempre demonstrando no desenvolvimento desta dissertação, dando-me o alento necessário para concluir este percurso.

Ao meu querido amigo, João Pinto, por estar sempre presente, para o que der e vier, na minha vida há mais de 20 anos. “Não há outro que conhece, tudo o que acontece em mim” (excerto da música de Sara Tavares – Eu Sei).

A todos os outros amigos e amigas, que apesar de não estarem elencados aqui (seriam precisas muitas mais linhas) o meu muito obrigada por, direta ou indiretamente, contribuírem para a pessoa que me tornei e por continuarem a acreditar em mim. Sem vocês, a minha vida seria, certamente, mais vazia. Vocês são a família que escolhi para me acompanhar.

Ao meu companheiro, Tiago, por me mostrar como sou um exemplo de superação; uma sobrevivente. Por toda a demonstração de coragem, que me incentivou a ter, e por me ter estimulado sempre a dar o melhor de mim. Pela força para vencer os meus medos, a ultrapassar barreiras e a superar desafios: o maior de todos, a conquista de me conhecer mais e melhor!

Aos meus queridos Pais, que para além da dedicatória, também lhes devo o meu agradecimento. Eles são o meu orgulho. Estou-lhes grata por tudo o que sou hoje, pela pessoa que me tornei, pela minha educação e pela forma como sempre me deixam voar... por me deixarem ser “Eu”. Obrigada pelas lições de vida e pelas palavras: «Que sejas feliz... escolhe algo que te faça feliz!». «Antes de seres uma excelente profissional, que sejas sempre um excelente ser humano.» Obrigada, Pais! Amo-vos! Amo ser a vossa filha.

*“As diversões do mundo objetivo não nos deslumbram. Estamos perambulando à procura do nosso lugar, da nossa terra natal no inconsciente.”*

Clarissa Pínkola Estés, in *Mulheres que correm com os Lobos*

## Resumo

Os estruturados de frutas são produtos elaborados pela mistura de polpa(s) de fruta(s) e hidrocolóides, mantendo as características e sabor semelhante à fruta natural. São produtos práticos para consumo e apresentam uma vida útil superior à fruta fresca, sendo uma boa alternativa ao desperdício de frutas pós-colheita.

O objetivo deste estudo consistiu em desenvolver estruturados de *Pera Rocha*, utilizando os hidrocolóides Ágar e Goma de Alfarroba (GALF). Foram testadas seis formulações com diferentes composições de hidrocolóides: Ágar (0,75%), GALF (0,75%) e 0,2%, 0,4%, 0,8% e 1,6% de GALF em relação a 0,75% de Ágar. Numa fase preliminar também foi avaliado sob o ponto de vista sensorial, o efeito do cozimento da polpa e a adição da casca (pectina).

Como resultado da avaliação sensorial (empírica) de 5 provadores foram selecionados para Análise Sensorial cinco Estruturados de *Pera Rocha*: c/ casca e s/cozimento da fruta Ágar + 0,2% GALF (A); s/ casca e s/ cozimento da fruta Ágar + 0,2% GALF (B); c/ casca e c/ cozimento Ágar + 0,2% GALF (C), s/ casca e c/ cozimento Ágar + 0,2% GALF (D) e s/casca e c/cozimento Ágar + 0,8% GALF (E). Foram escolhidas estas formulações por serem as que apresentavam estruturados de *Pera Rocha* com uma estrutura firme e resistente a quebras durante o corte, por apresentarem menor alteração do sabor pela adição do hidrocolóide utilizado, e por assegurarem melhor preservação do sabor a *Pera Rocha*. Da Análise Sensorial, realizada por 50 provadores não treinados, as amostras D (s/ casca e c/ cozimento Ágar + 0,2% GALF) e E (s/casca e c/cozimento Ágar + 0,8% GALF) obtiveram melhor “Aceitação Global” e “Intenção de Compra”.

Os estruturados de *Pera Rocha* A-E foram avaliados relativamente a alguns parâmetros físico químicas (pH, humidade e % de cinzas), teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante (avaliada pelos ensaios DPPH, FRAP e ABTS). Não foram verificadas diferenças com significado estatístico entre os estruturados preparados no que respeita ao pH, humidade e % de cinzas. Em relação ao teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante, os estruturados de *Pera Rocha* preparados com casca e com cozimento da polpa e com a adição de 0.8% de GALF (E) apresentaram um teor de compostos fenólicos e atividade antioxidantes

significativamente superior aos restantes estruturados, evidenciando o possível contributo da goma da alfarroba para estes resultados.

Estes resultados permitem concluir que é possível formular estruturados de *Pera Rocha* com os hidrocolóides ágar e goma de alfarroba, com um sabor agradável e uma textura de “goma” forte e resistente. Estes estruturados podem ser aplicados na indústria alimentar como recheio de produtos de chocolataria e confeitaria por exemplo. São uma boa alternativa para o aproveitamento da fruta de baixa qualidade de comercialização, sendo também uma boa forma de aumentar o consumo de fruta através de um produto apelativo, com boas propriedades nutricionais.

**Palavras-Chave:**

Estruturados de *Pera Rocha*, Hidrocolóides, Ágar, Goma de Alfarroba, Análise Sensorial, Compostos Fenólicos, Atividade Antioxidante.

## Abstract

Structured fruits are made by mixing fruit pulp(s) with hydrocolloids, keeping the characteristics and flavor similar to natural fruit. They are convenient products for consumption and presents longer shelf life compared to fresh fruit, being a good alternative to post-harvest fruit waste.

The aim of this study was to develop *Pera Rocha* fruit using the hydrocolloids Agar and Locust Bean Gum (GALF). Six formulations with different hydrocolloid compositions were tested: Agar (0.75%), GALF (0.75%) and 0.2%, 0.4%, 0.8% and 1.6% of GALF in relation to 0.75% Agar. In a preliminary phase, the effect of cooking the pulp and the addition of the peel (pectin) was also evaluated from a sensory point of view.

From the (empirical) sensory evaluation by 5 tasters, five *Pera Rocha* structured fruits were selected for Sensory Analysis: fruit peel without cooking and Agar + 0.2% GALF (A); without peel and cooking but including Agar + 0.2% GALF (B); with peel and with cooking and Agar + 0.2% GALF (C), without peel and with cooking and Agar + 0.2% GALF (D) and without peel and with cooking and Agar + 0.8% GALF (E). These formulations were chosen because they presented a firm structure and resistance to breakage during cutting, as well as preservation of *Pera Rocha* flavour with addition of hydrocolloids. From the Sensory Analysis, performed by 50 untrained tasters, samples D (without peel and with cooking Agar + 0.2% GALF) and E (without peel and with cooking Agar + 0.8% GALF) showed better " Global Acceptance" and "Intention of Purchase".

*Pera Rocha* structured fruits A-E were evaluated regarding some physicochemical parameters (pH, moisture and % ash), total phenolic compounds content and antioxidant activity (evaluated by DPPH, FRAP and ABTS assays). Results showed no statistically significant differences between the prepared structured fruits in terms of pH, moisture and % ash. Regarding the content of total phenolic compounds and antioxidant activity, the *Pera Rocha* structured fruits prepared with peel and pulp cooking and with the addition of 0.8% of GALF (E) presented significantly higher total phenolic compounds content and antioxidant activity compared to the other samples, showing the possible contribution of locust bean gum to these results.

These results allow us to conclude that is possible to formulate *Pera Rocha* structured fruits with the hydrocolloids agar and locust bean gum, with a pleasant flavor and a strong and resistant “gum” texture. These structured products can be applied in the food industry as a filling for chocolate and confectionery products, for example. They are an excellent alternative to valorise low quality fruits, being also a good way to increase fruit consumption through an appealing product with promising nutritional properties.

Key words:

*Pera Rocha* structured fruit, Hydrocolloids, Agar, locust bean gum, Sensory Analysis, Phenolic Compounds, Antioxidant Activity.

# Índice Geral

Agradecimentos .....	v
Resumo .....	ix
Abstract.....	xi
Índice Geral .....	xiii
Índice de Figuras .....	xv
Índice de Tabelas .....	xix
Nomenclatura.....	xxi
1 Introdução .....	1
1.1 Definição e características da fruta estruturada.....	5
1.2 Hidrocolóides usados na elaboração de fruta estruturada .....	6
1.3 <i>Pera Rocha</i> .....	17
1.4 Ágar .....	19
1.5 Goma de Alfarroba .....	22
1.6 Mercado Nacional e Internacional de Fruta Estruturada.....	25
2 Objetivos Gerais e Específicos .....	27
2.1 Objetivos Gerais .....	27
2.2 Objetivos Específicos .....	27
3 Materiais e métodos .....	29
3.1 Desenvolvimento de Estruturados de <i>Pera Rocha</i> com diferentes concentrações de hidrocolóides .....	29
3.2 Análise Sensorial .....	35
3.3 Caracterização físico-química dos estruturados de <i>Pera Rocha</i> .....	38
3.4 Determinação do total de compostos fenólicos e de atividade antioxidante dos estruturados de <i>Pera Rocha</i> .....	39
3.4.1 Preparação dos extratos aquosos .....	40
3.4.2 Teor de compostos fenólicos totais (TCF) .....	40

3.4.3	Atividade antioxidante pelo método FRAP .....	40
3.4.4	Atividade antioxidante pelo método ABTS .....	41
3.4.5	Atividade antioxidante pelo método DPPH .....	41
3.5	Análise estatística .....	42
4	Resultados e discussão .....	43
4.1	Testes preliminares de otimização da formulação dos Estruturados de <i>Pera Rocha</i> .....	43
4.2	Análise sensorial dos estruturados de <i>Pera Rocha</i> .....	49
4.3	Caracterização físico-química dos estruturados de <i>Pera Rocha</i> .....	55
4.4	Determinação do teor de fenólicos totais e atividade antioxidante dos estruturados de <i>Pera Rocha</i> .....	56
5	Conclusões .....	61
6	Bibliografia .....	63
	Anexos .....	69
	Anexo A.....	70
	Anexo B.....	71
	Anexo C.....	72
	Anexo D.....	74

## Índice de Figuras

Figura 1.1 - Roda dos Alimentos com a comparação da distribuição percentual do consumo alimentar recomendado e estimado para a população Portuguesa [2].	2
Figura 1.2 - Consumo de frutas e produtos hortícolas inferior a 400 gramas brutos por dia, para o total nacional e por sexo e grupo etário [2].	3
Figura 1.3 – Consumo humano de frutos per capita (kg/hab.) por espécie frutícola (Adaptado de [6]).	3
Figura 1.4 – Estruturados de goiaba [8].	5
Figura 1.5 – Funções e aplicações de alguns hidrocolóides (Adaptado) [11].	8
Figura 1.6 – Barras de manga [21].	11
Figura 1.7 – Informação Nutricional da <i>Pera Rocha</i> (Adaptado,[28]).	18
Figura 1.8 – Alga vermelha da classe <i>Rhodophyceae</i> [32].	20
Figura 1.9 - Estrutura química do Ágar [34].	20
Figura 1.10 – Alfarrobeira [38].	22
Figura 1.11 - Goma de alfarroba e pó do endosperma da semente (Adaptado de [36,39]).	23
Figura 1.12 - Composição da semente de alfarroba (Adaptado de [27]).	23
Figura 1.13 - Estrutura química da goma de alfarroba [37].	24
Figura 3.1 - Fluxograma de processamento de estruturados de <i>Pera Rocha</i> sem cozimento e sem casca.	31
Figura 3.2 - Fluxograma de processamento de estruturados de <i>Pera Rocha</i> sem cozimento e com casca.	32
Figura 3.3 - Fluxograma de processamento de estruturados de <i>Pera Rocha</i> com cozimento e sem casca.	33
Figura 3.4 - Fluxograma de processamento de estruturados de <i>Pera Rocha</i> com cozimento e com casca.	34
Figura 3.5. - Estruturados de <i>Pera Rocha</i> A-E (ver composição na Tabela 3.2.) preparados em série.	36
Figura 3.6. – Estruturados de <i>Pera Rocha</i> c/ casca e s/cozimento da fruta Ágar + 0,2% GALF (A), Estruturados de <i>Pera Rocha</i> s/ casca e s/ cozimento da fruta Ágar +	

0,2% GALF ( <b>B</b> ), Estruturados de <i>Pera Rocha</i> c/ casca e c/ cozimento Ágar + 0,2% GALF ( <b>C</b> ), Estruturados de <i>Pera Rocha</i> s/ casca e c/ cozimento Ágar + 0,2% GALF ( <b>D</b> ) e Estruturados de <i>Pera Rocha</i> s/casca e c/cozimento Ágar + 0,8% GALF ( <b>E</b> ). .....	36
Figura 3.7 – Mesa para apresentação da prova de Análise Sensorial. ....	37
Figura 3.8 – Apresentação dos estruturados de <i>Pera Rocha</i> A-E na análise sensorial. ....	38
Figura 4.1 – <i>Pera Rocha</i> fresca não amadurecida ( <b>A</b> ) utilizada para polpa de fruta sem cozimento e <i>Pera Rocha</i> fresca madura ( <b>B</b> ) para polpa de fruta com cozimento...	44
Figura 4.2 – Polpa obtida de <i>Pera Rocha</i> fresca ( <b>A</b> ) sem casca triturada com liquidificador e polpa obtida de <i>Pera Rocha</i> fresca ( <b>B</b> ) com casca triturada com liquidificador. ....	45
Figura 4.3 – Polpa obtida de <i>Pera Rocha</i> fresca sem casca após cozimento ( <b>A</b> ) e polpa obtida de <i>Pera Rocha</i> fresca com casca após cozimento ( <b>B</b> ). ....	45
Figura 4.4 – Estruturados de <i>Pera Rocha</i> com casca e sem cozimento da fruta ( <b>A</b> ), Estruturados de <i>Pera Rocha</i> sem casca e sem cozimento da fruta ( <b>B</b> ), Estruturados de <i>Pera Rocha</i> sem casca e com cozimento da fruta ( <b>C</b> ) e Estruturados de <i>Pera Rocha</i> com casca e com cozimento da fruta ( <b>D</b> ) – após colocação nos moldes. ....	45
Figura 4.5 – Estruturados de <i>Pera Rocha</i> com casca e sem cozimento da fruta ( <b>A</b> ), Estruturados de <i>Pera Rocha</i> sem casca e sem cozimento da fruta ( <b>B</b> ), Estruturados de <i>Pera Rocha</i> sem casca e com cozimento da fruta ( <b>C</b> ) e Estruturados de <i>Pera Rocha</i> com casca e com cozimento da fruta ( <b>D</b> ) - Após frigorífico 12 horas. ....	46
Figura 4.6 – Estruturados de Fruta utilizando diferentes métodos e quantidades de hidrocolóides diferentes - Ensaio A (com casca/sem cozimento) B (sem casca/sem cozimento), C (sem casca/com cozimento) e D (com casca/com cozimento da fruta); E (Estruturados após desenformar); F (Estruturados após corte); 1(0,750 mg Ágar); 2(0,750 GALF); 3(0,749 mg Ágar + 0,002 mg GALF); 4(0,747 mg Ágar + 0,003 mg GALF); 5(0,744 mg Ágar + 0,006 mg GALF); 6(0,738 mg Ágar + 0,012 mg GALF).	46
Figura 4.7 – Estado de maturação da <i>Pera Rocha</i> utilizada para a caracterização físico química e determinação de teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante. ....	47
Figura 4.8 – Estruturados de <i>Pera Rocha</i> usados no Painel de Provadores - Estruturados de <i>Pera Rocha</i> c/ casca e s/cozimento da fruta Ágar + 0,2% GALF ( <b>A</b> ), Estruturados de <i>Pera Rocha</i> s/ casca e s/ cozimento da fruta Ágar + 0,2% GALF ( <b>B</b> ), Estruturados de <i>Pera Rocha</i> c/ casca e c/ cozimento Ágar + 0,2% GALF ( <b>C</b> ), Estruturados de <i>Pera Rocha</i> s/ casca e c/ cozimento Ágar + 0,2% GALF ( <b>D</b> ) e Estruturados de <i>Pera Rocha</i> s/casca e c/cozimento Ágar + 0,8% GALF ( <b>E</b> ). ....	48

Figura 4.9 – Estruturados de <i>Pera Rocha</i> obtidos para a caracterização físico química e determinação de teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante. .....	48
Figura 4.10 – Estruturados de <i>Pera Rocha</i> no Tempo 0 e no Tempo 1 após 5 meses de confecção. Estruturados de <i>Pera Rocha</i> c/ casca e s/cozimento da fruta Ágar + 0,2% GALF (A), Estruturados de <i>Pera Rocha</i> s/ casca e s/ cozimento da fruta Ágar + 0,2% GALF (B), Estruturados de <i>Pera Rocha</i> c/ casca e c/ cozimento Ágar + 0,2% GALF (C), Estruturados de <i>Pera Rocha</i> s/ casca e c/ cozimento Ágar + 0,2% GALF (D) e Estruturados de <i>Pera Rocha</i> s/casca e c/cozimento Ágar + 0,8% GALF (E). .....	48
Figura 4.11 – Representação gráfica da média dos 9 atributos considerados na análise sensorial. ....	50
Figura 4.12 – Representação gráfica dos atributos da análise sensorial em média (continuação). ....	50
Figura 4.13 – Representação gráfica “Caixa de Bigodes” para o parâmetro da Aceitação Global. ....	51
Figura 4.14 – Representação gráfica “Caixa de Bigodes” para o parâmetro da Intenção de Compra. ....	52
Figura 4.15 – Teor de compostos fenólicos (mg Eq Ag/100 g bf) dos estruturados de <i>Pera Rocha</i> avaliados sensorialmente pelo método Folin-Ciocalteau.....	57
Figura 4.16 - Atividade antioxidante (mg Eq Tx/100 g bf) dos estruturados de <i>Pera Rocha</i> avaliados sensorialmente pelo método DPPH.....	58
Figura 4.17 - Atividade antioxidante (mg EqAA/100 g bf) dos estruturados de <i>Pera Rocha</i> avaliados sensorialmente pelo método FRAP.....	59
Figura 4.18 - Atividade antioxidante (mg Eq AA/100 g bf) dos estruturados de <i>Pera Rocha</i> avaliados sensorialmente pelo método ABTS.....	59



## Índice de Tabelas

Tabela 1.1 - Aplicações de Hidrocolóides e suas principais conclusões.....	13
Tabela 1.2 - Aplicações de Hidrocolóides e suas principais conclusões - Hidrocolóides e suas funções básicas [24]. .....	15
Tabela 3.1 – Composição dos estruturados de <i>Pera Rocha</i> e de Pera Compal®. ...	29
Tabela 3.2 – Composição dos estruturados de <i>Pera Rocha</i> usados na Análise Sensorial. ....	35
Tabela 4.1 - Testes de efeitos dentre-sujeitos para o parâmetro da “Apreciação Global”. .....	53
Tabela 4.2 - Teste de efeitos dentre-sujeitos para o parâmetro “Intenção de Compra”. .....	54
Tabela 4.3 - Determinações físico-químicas realizadas nos Estruturados de <i>Pera Rocha</i> . .....	55
Tabela C.1 - Método de Pairwise para comparação das amostras em relação à “Aceitação Global” .....	72
Tabela C.2 - Método de Pairwise para comparação das amostras em relação à “Intenção de Compra” .....	73
Tabela D.1 - Valores obtidos na determinação de teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante dos estruturados de <i>Pera Rocha</i> .....	74



## **Nomenclatura**

AA – Ácido ascórbico

ABTS – ácido 2,2'-azino-bis 3-etilbenzotiazolína-6-sulfónico

AG – Ácido gálico

ANOVA – Análise de Variância

ASAE - Autoridade de Segurança Alimentar e Económica

BF – Base fresca

CMC – Carboximetilcelulose

DPPH – 2,2-difenil-1-picrilhidrazil

EqAA – Equivalentes de ácido ascórbico

EqAG – Equivalentes de ácido gálico

EqTx – Equivalente de Trolox

FRAP – *Ferric reducing antioxidant power*

GALF – Goma de Alfarroba

HA – Alto Acilo

HPMC – Hidroxipropilmetilcelulose

LA – Baixo Acilo

OMS – Organização Mundial de Saúde

RPM – Rotação por minuto

SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences*

TCF – Teor de compostos fenólicos

## 1 Introdução

A alimentação humana é um dos fatores mais importantes para o nosso bem-estar, influenciando diretamente o nosso estado de saúde. É do conhecimento comum que os hábitos alimentares exercem efeito sobre a mortalidade: cerca de 14% da mortalidade em Portugal está associada a riscos alimentares, onde está incluído o baixo consumo de hortofrutícolas e a elevada ingestão de açúcar e sal [1]. O último inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física, de 2015/2016, com o Relatório de Resultados em 2017, veio evidenciar que o consumo de frutas, hortícolas e leguminosas em Portugal é de apenas de 312,1 g por dia [2]. Este valor é insuficiente, uma vez que a Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda um consumo diário de pelo menos de 400 g de hortofrutícolas [1]. Neste sentido, adotar uma dieta Mediterrânica, onde haja uma predominância de frutas e produtos hortícolas, é imprescindível para o menor desenvolvimento de doenças crónicas, tais como: obesidade, diabetes, hipercolesterolemia, hipertensão, acidente vascular cerebral, vários tipos de cancro (ex. estômago, cólon e reto, pulmão, bexiga, boca, faringe, laringe e esófago), doenças do trato urinário, desregulação da microbiota intestinal, doença de Alzheimer e outras demências. Estes alimentos, para além de aumentarem a sensação de saciedade, promovem a hidratação, reforçam o sistema imunitário, têm uma ação anti envelhecimento da pele, previnem doenças oftalmológicas e promovem uma melhoria da memória [3]. Estas doenças afetam atualmente a população Portuguesa, sendo responsáveis por uma elevada taxa de mortalidade e de incapacidade.

Segundo a OMS, dados atualizados em agosto de 2020, o baixo consumo de frutas, hortaliças e legumes está entre os 10 fatores de risco responsáveis por doenças e mortes prematuras. Estima-se, assim, que o baixo consumo de hortofrutícolas é responsável por cerca de 19% dos cancros gastrointestinais, 31% da doença cardiovascular isquémica e por 11% dos enfartes do miocárdio. Os dados ainda indicam que mais de 2,7 milhões de vidas podiam vir a ser salvas todos os anos se cada pessoa consumisse quantidades adequadas de frutas e vegetais [3]. A ingestão de frutas vai permitir o consumo de nutrientes reguladores, como vitaminas, minerais, fibras alimentares e, ainda, compostos fenólicos que, apesar de não serem nutrientes, são substâncias essenciais para a saúde devido à sua capacidade antioxidante, sendo também reconhecidos por redução de doenças cardiovasculares e oncológicas [4,5].

Na Figura 1.1 está representada a Roda dos Alimentos Portuguesa, retirada do inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física, de 2015/2016, com o Relatório de Resultados em 2017 funcionando como um guia alimentar oficial para a população Portuguesa.

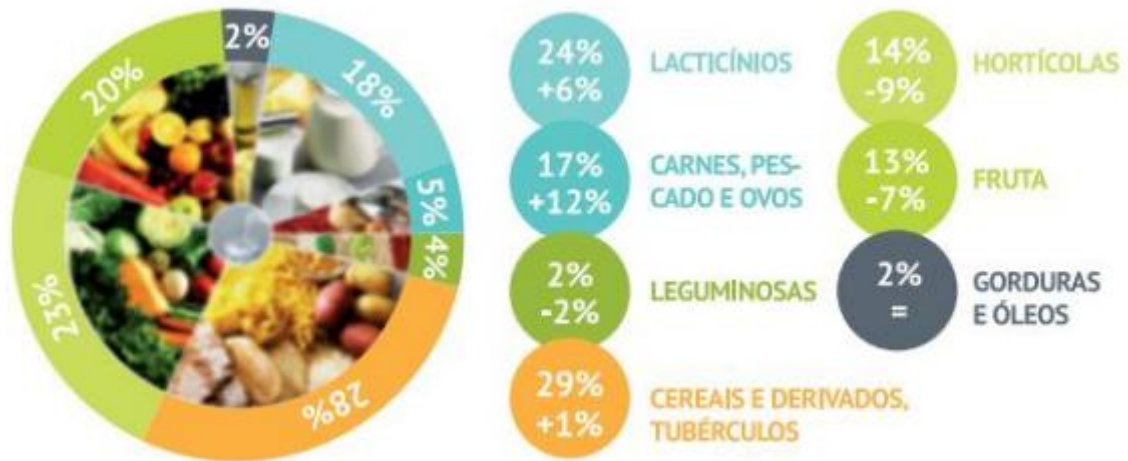


Figura 1.1 - Roda dos Alimentos com a comparação da distribuição percentual do consumo alimentar recomendado e estimado para a população Portuguesa [2].

Ao realizarmos uma análise à Figura 1.1, verifica-se que os Portugueses estão a consumir mais 12% do grupo “Carne, pescado e ovos” do que o recomendado, 6% do grupo “Lacticínios” e mais 1% de “Cereais, derivados e tubérculos”. Nos restantes grupos, verifica-se um consumo inferior que é o caso dos grupos “Produtos hortícolas” (-9%), “Fruta” (-7%) e “Leguminosas” (-2%). Em relação ao grupo “Óleos e gorduras”, este está a ser consumido em igual proporção à preconizada pela Roda dos Alimentos Portuguesa [2].

O indicador do consumo de frutas e produtos hortícolas é o mais utilizado em todo o mundo na avaliação da qualidade da alimentação da população [5].

A percentagem de indivíduos que não consome pelo menos 400 g/dia é de 56%, tendo em conta o consumo de frutas e hortícolas. No grupo etário dos adolescentes, a inadequação deste consumo sobe para os 78%, no grupo das crianças é de cerca de 72%, sendo apenas inferior no grupo dos idosos com 40%, como se pode verificar através do gráfico da Figura 1.2. Estes dados estão referenciados no último inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física referente aos anos 2015/2016 realizado pela Universidade do Porto [2].

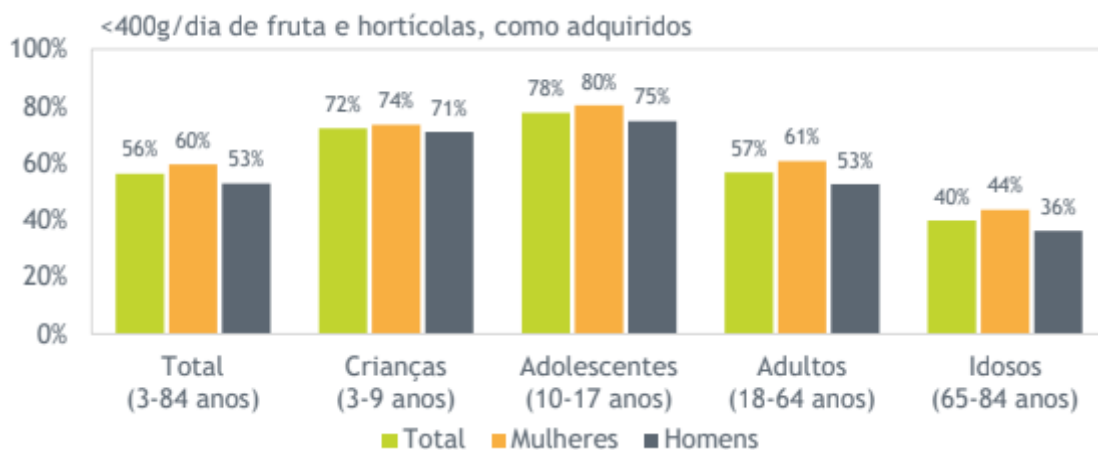


Figura 1.2 - Consumo de frutas e produtos hortícolas inferior a 400 gramas brutos por dia, para o total nacional e por sexo e grupo etário [2].

A fruta pode ser incluída na alimentação diária, ao almoço e/ou jantar (desde a entrada à sobremesa), ou em refeições intercalares, por exemplo: misturar fruta nas saladas ou incluí-la nas entradas, nas sobremesas, ou em momentos como no cinema e jogos de futebol, associando-a ao consumo de alimentos não saudáveis, como pipocas, batatas fritas e enchidos. A ingestão de fruta deve ser variada, optando-se por frutas de cor diferente ao longo do dia para maximizar e tirar proveito de todos os seus benefícios [4].

No gráfico da Figura 1.3, está representado o consumo humano de frutas *per capita* (kg/hab) por espécie frutícola, nos períodos de referência de 2015-2016 a 2019-2020.

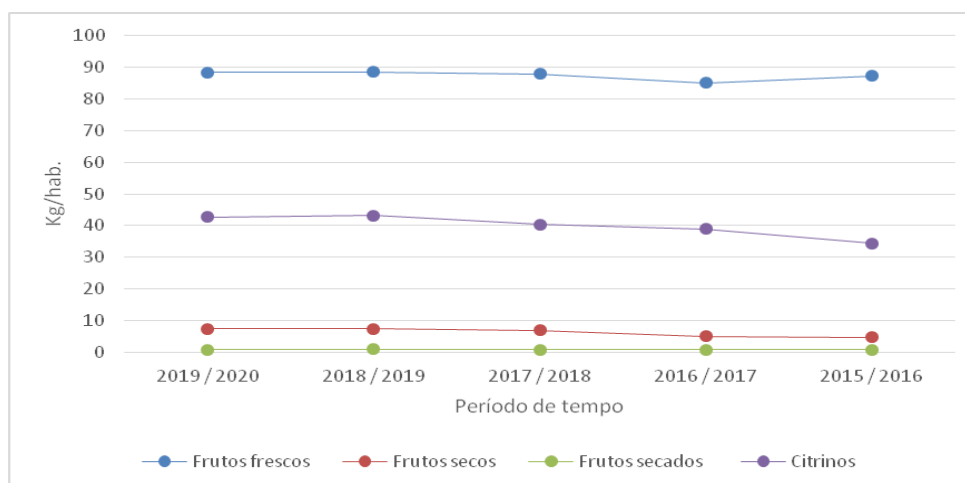


Figura 1.3 – Consumo humano de frutos per capita (kg/hab.) por espécie frutícola (Adaptado de [6]).

A Figura 1.3 evidencia que existe um baixo consumo de frutos secos e frutos secados, no período de 2015/2016 a 2019/2020. Estes frutos são ricos em fibra, gorduras e/ou açúcares, sendo mais consumidos na época fria do ano, principalmente no Natal e no Ano Novo [7]. Segundo a Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE), definem-se frutos secos como sendo frutos com baixo teor de água na sua composição; é o caso da noz, do pinhão, do pistacho, do amendoim, da castanha do Brasil. Os frutos secados resultam de um processo de secagem do fruto que originalmente é rico em teor de água, como é o caso do figo seco, das sultanas, passas e dos alperces secos, que originalmente têm um elevado teor de água, mas que, por processos artesanais e/ou industriais sofrem uma secagem, perdendo água e aumentando o teor de resíduo seco [7]. Pela análise do gráfico da Figura 1.3, existe um ligeiro aumento no consumo dos citrinos (laranja), mantendo-se estável nos períodos de 2018 a 2020. Em relação aos frutos frescos (maçã, pera, pêssigo, uva), são estes que têm um elevado consumo quando comparados com os citrinos, frutos secos e secados. Este consumo tem vindo a aumentar e manteve-se estável no período de 2018 a 2020. Contudo, ainda não alcançamos o consumo imposto pela OMS.

Atualmente, as tendências alimentares demonstram que os consumidores estão cada vez mais conscientes e preocupados com a alimentação, relacionando-a com a sua saúde [1]. Prova disso é que já encontramos no mercado português várias opções alimentares que são produzidas a partir de diferentes tecnologias de processamento alimentar e que podem, assim, promover e incrementar a presença de hortícolas, frutas e até leguminosas na alimentação. Estes produtos podem ser comercializados na forma de congelados, refrigerados, pasteurizados, ultrapasteurizados e os minimamente processados [1]. A redução do teor de sal, açúcar e gorduras é, deste modo, uma crescente preocupação por parte dos consumidores. É, por isso, de grande relevo que a Indústria Alimentar produza cada vez mais produtos que sejam agradáveis, interessantes e que guardem consigo todas as características nutricionais desejadas para o nosso dia-a-dia. Contudo, o consumo de hortofrutícolas pela população Portuguesa é ainda bastante inferior ao sugerido pela OMS, pelo que é importante a introdução no mercado Português de mais produtos saudáveis à base de frutas, que sejam práticos, saudáveis e apelativos ao seu consumo.

## 1.1 Definição e características da fruta estruturada

Estruturados de frutas são produtos elaborados a partir da polpa da fruta e hidrocolóides. Quando comparados com as frutas frescas, apresentam uma textura mais macia e vida útil prolongada. Como características importantes destacam-se, entre outras, a preservação do aspeto natural e das características nutricionais da fruta fresca, funcionalidade no seu consumo, maior vida útil do produto e uma diminuição das perdas existentes após a colheita das frutas, pois estas vão ser reaproveitadas para a elaboração de estruturados de fruta [8]. Na elaboração de fruta estruturada utilizam-se matérias-primas de baixo custo, ou seja, frutas que se encontram fora de comercialização no seu estado natural, ou excedentes durante o período de produção. São também utilizados na sua produção hidrocolóides, que atuam como agentes de união, de forma, a que os estruturados de fruta apresentem características importantes como a facilidade no corte, pois o uso destes hidrocolóides, vai reter a humidade, melhorando assim a textura do produto final [9]. A fruta estruturada pode ser utilizada na formulação de produtos de confeitaria, alimentos congelados ou consumidos na forma em que se apresentam, identicamente às barras de frutas sendo conhecidas também como *fruit leathers* [10]. Na Figura 1.4, está representado um exemplo de estruturados de goiaba.



Figura 1.4 – Estruturados de goiaba [8].

## 1.2 Hidrocolóides usados na elaboração de fruta estruturada

Os consumidores sentem necessidade de encontrar alimentos com uma melhor textura, sabor e com outras propriedades organoléticas. Na atualidade, existe uma procura crescente de produtos alimentares saudáveis e naturais, pois cada vez mais a população tem uma maior preocupação com a saúde, existindo, assim, cada vez mais, um desenvolvimento maior dos hidrocolóides para a indústria alimentar [11].

Um hidrocolóide é um polissacarídeo ou proteína que, em contacto com a água, vai formar um gel. Os hidrocolóides funcionam como agentes espessantes, agentes gelificantes, emulsificantes, estabilizantes, substitutos de gordura, agentes clarificantes, e agentes flocculantes. Além disso, têm aplicações nas áreas de filmes comestíveis, encapsulamento de sabores e inibição de cristalização. Descobriu-se, ainda, que os hidrocolóides têm atualmente muitas aplicações no campo da saúde: eles fornecem fibra dietética com baixas calorias, entre muitos outros usos. Neste momento, estão inseridos nos ingredientes mais usados na indústria alimentícia, sendo muito usados em formulações de alimentos para melhorar os atributos de qualidade e o respetivo prazo de validade. Como agentes espessantes, eles encontram-se em sopas, molhos, temperos para saladas e coberturas. Enquanto agentes gelificantes, são amplamente utilizados em produtos como compotas, geleias, marmeladas, alimentos reestruturados e géis com baixo teor de açúcar/calorias. Atualmente existem diversos hidrocolóides com propriedades diferentes que estão à venda em pequenas quantidades a um preço bastante acessível, de forma a serem usados na indústria alimentar [11].

Os hidrocolóides também são chamados de colóides hidrofílicos, sendo ricos em grupos hidroxilo (OH), podem reter uma quantidade significativa de água. Em produtos alimentícios, os hidrocolóides modificam as propriedades de viscosidade e de textura, sendo estas as que afetam mais as propriedades sensoriais dos alimentos e a estabilidade de armazenamento [12].

Enquanto todos os hidrocolóides engrossam e conferem viscosidade às dispersões aquosas, alguns bio-polímeros também têm outra propriedade principal, a de serem capazes de formar géis. A formação de gel é o fenómeno que envolve a associação ou reticulação das cadeias do polímero para formar uma rede tridimensional que retém ou imobiliza a água dentro dela e assim formar uma estrutura rígida que é resistente ao fluxo. Por outras palavras, torna-se viscoelástico, exibindo as características de um líquido e de um sólido. As propriedades texturais (por exemplo, elástica ou quebradiça, longa ou extensível, mastigável

ou cremosa) de um gel variam amplamente com o tipo de hidrocolóide usado. As outras propriedades sensoriais como opacidade, sensação na boca e sabor também dependem do hidrocolóide aplicado. Os hidrocolóides que são usados geralmente como espessantes são: amido, goma xantana, goma de guar, goma de alfarroba, goma karaya, goma adraganta, goma arábica e derivados de celulose. Os hidrocolóides do tipo gelificante são: alginato, pectina, carragenina, gelatina, goma gelana e ágar [13].

A propriedade de espessamento, ou seja, aumento da viscosidade, é a característica chave no uso de hidrocolóides como agentes emulsionantes, estabilizantes e de corpo em alimentos. Por exemplo, o ketchup, é um dos alimentos mais comuns onde os hidrocolóides com função de espessamento são usados para controlar a sua viscosidade [11].

Os substitutos de gordura à base de hidrocolóides envolvem inulina, pectina, beta-glucano de cevada, goma de guar, goma de quiabo, goma tragacanto, goma xantana, kappa-carragenina, alginato de sódio, curdlan, goma de alfarroba. Para além de serem substitutos de gordura, alguns hidrocolóides formam um hidrogel em que as partículas preenchidas aumentarão a intensidade total do sabor das emulsões, com redução de gordura, prolongando a difusão e o tempo de residência das moléculas de sabor não polares no sistema [14].

Na Figura 1.5, está representado um esquema das aplicações e das funcionalidades de alguns hidrocolóides.

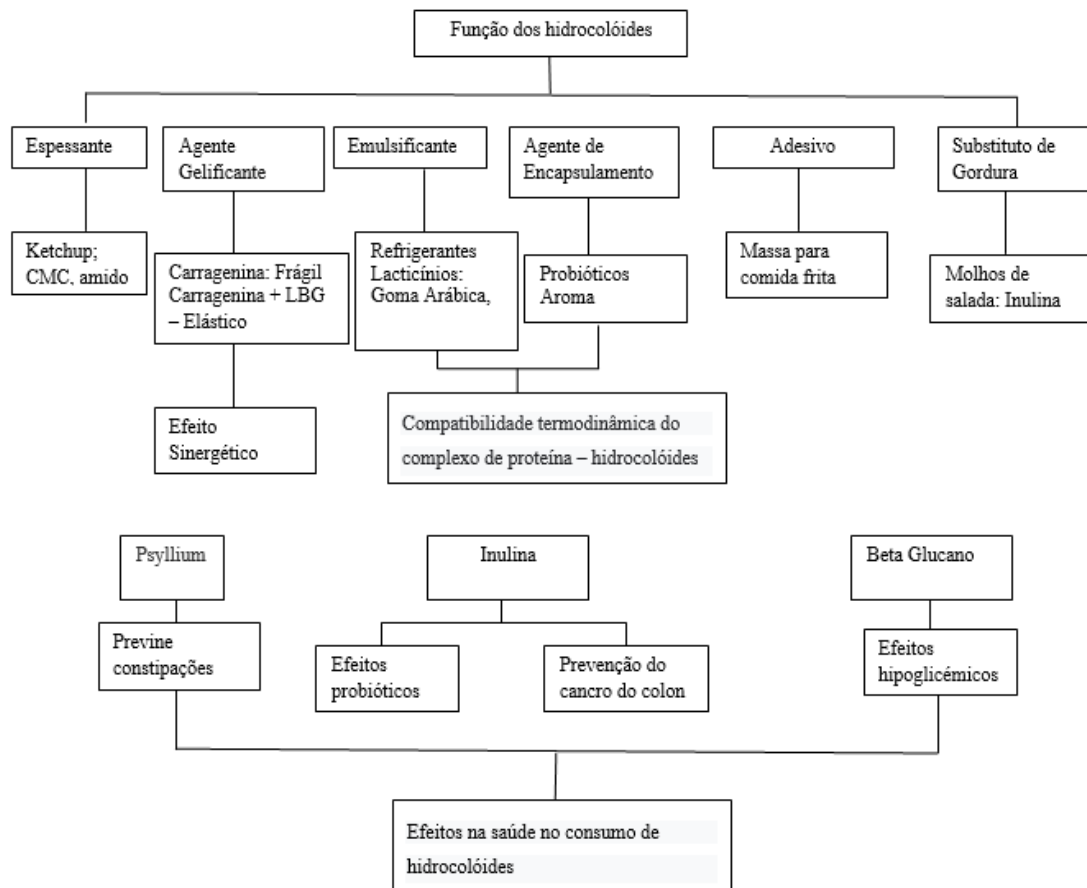


Figura 1.5 – Funções e aplicações de alguns hidrocolóides (Adaptado) [11].

Uma das principais razões para o uso de hidrocolóides na indústria alimentar é a capacidade que estes têm de, com a água, modificar as propriedades dos ingredientes alimentares. O facto de existir modificação nas características reológicas (cremosidade, suculência, suavidade, fragilidade, maciez e dureza) torna-os bastante úteis para as propriedades sensoriais dos alimentos [8].

Grizotto *et al.*(2005) [15] investigaram parâmetros tecnológicos relevantes no processo de produção de fruta estruturada e desidratada a partir da polpa concentrada do mamão. Neste trabalho, foram usadas as misturas dos hidrocolóides (alginato e pectina de baixa metoxilação) como agentes de união, de forma a facilitar o corte e a favorecer a retenção de humidade no produto. Esta junção permitiu uma nova textura num produto estruturado com

quantidades elevadas de polpa concentrada de mamão. No mesmo ano, o mesmo grupo de estudo verificou os efeitos dos hidrocolóides alginato e pectina de baixa metoxilação na polpa concentrada do abacaxi, manga e mamão. Foi utilizado glicerol como supressor da atividade da água. Os resultados mostraram a importância de elevar o pH nas polpas de abacaxi e de manga para 4,0 com hidróxido de sódio. O hidrocolóide alginato produziu géis mais firmes e o glicerol foi o supressor da atividade da água mais eficiente. As frutas estruturadas de mamão com alginato apresentaram a maior firmeza (acima de 3 kg). Os géis de abacaxi com alginato não puderam ser cortados com a faca, ao contrário dos géis de manga que obtiveram firmeza suficiente para serem cortados [9]. Em 2017, fizeram ainda um estudo sobre os aspetos tecnológicos para a reestruturação da polpa concentrada do abacaxi, usando os hidrocolóides alginato e metoxipectina de baixo teor em diferentes concentrações. Foi usado também glicerol de forma a reduzir a atividade da água para um nível intermédio de humidade, sendo também uma forma de substituir uma parte da sacarose incorporada na polpa da fruta. Observaram que a firmeza do abacaxi reestruturado varia com as concentrações de alginato e pectina, pois, à medida que as concentrações destes hidrocolóides aumentam, aumentam também os valores de firmeza. Uma mistura de pectina com baixo teor de metoxipectina e alginato possibilitou a obtenção de frutos com estrutura bastante firme a partir de polpas ácidas. O uso de misturas de hidrocolóides permitiu também minimizar o efeito do pH, considerado um fator importante no processo de reestruturação de frutas ácidas. Os produtos obtidos apresentaram um pH de cerca de 3,9, podendo este ser considerado como um valor mínimo para estruturar polpas ácidas, quando existem misturas de pectina com baixo teor de metoxilo e alginato [16].

No trabalho do estudo de vida-de-prateleira de fruta estruturada e desidratada obtida da polpa concentrada do mamão, de Grizotto *et al* [10] (2006), foram utilizados os hidrocolóides alginato de sódio e pectina de baixa metoxilação. Foi também usado Glicerol de forma a baixar a atividade de água, aumentar o teor de sólidos solúveis da polpa e baixar a quantidade de sacarose adicionada à respetiva mistura. Foram feitas análises físicas, químicas, sensoriais e microbiológicas no produto, devidamente acondicionado em sacos de filme multilaminado, para acompanhar a evolução da perda de qualidade do produto armazenado a 0, 25 e 35 °C, durante 120 dias. Foi verificado que, em condições normais de armazenamento (25 °C), o tempo para o produto atingir o fim da vida-de-prateleira, de acordo com as condições estabelecidas, podia chegar aos 154 dias.

Oliveira *et al.* (2012) [17] verificaram a elaboração e a caracterização físico-química e sensorial de estruturados de polpa concentrada de abacaxi, onde foram usados os hidrocolóides, pectina de baixa metoxilação, gelatina e ágar. Os estudos realizados comprovaram que era possível obter estruturados de polpa concentrada de abacaxi com a mistura dos hidrocolóides descritos com concentrações significativas de vitamina C, proteína e fibra. Em relação à análise sensorial, estes obtiveram uma elevada aceitação, com cerca de 90% dos provadores a afirmarem que certamente ou possivelmente comprariam o produto se este estivesse à venda.

Banerjee *et al* (2013) [18] caracterizaram a textura de géis fabricados à base de goma gelana e ágar com sumo de cenoura. Verificaram que a dureza do gel aumenta à medida que a concentração do hidrocolóide aumenta. Neste estudo, a presença da pectina mostrou-se um fator importante, uma vez que aumenta a dureza do gel. Foi concluído que o ágar forma géis mais quebradiços, em relação ao uso do hidrocolóide goma gelana.

Lins *et al* (2014) [19] realizaram um estudo do efeito dos hidrocolóides nas características físico-químicas de fruta estruturada de cajá amarelo. As misturas dos hidrocolóides utilizados foram alginato de sódio, pectina de baixa metoxilação e gelatina. Este estudo comprovou que a gelatina foi o hidrocolóide que afetou mais a firmeza, pH e os parâmetros de cor da polpa da fruta. Os resultados deste estudo revelaram que existe uma boa perspectiva de produção de frutos estruturados com polpa amarela de cajá.

Noutro estudo, Danalache *et al.* (2015) [20] desenvolveram barras de manga, elaboradas a partir de puré de manga usando o hidrocolóide goma gelana de alto acilo (HA) e baixo acilo (LA). Os resultados reológicos mostraram que tanto o LA quanto o HA, e em misturas, são capazes de produzir produtos gelificados, num tempo de maturação bastante baixo. Os resultados obtidos verificaram, que 1 g de LA / HA 50/50 por 100 g de puré produz estruturas com propriedades mecânicas adequadas. No entanto, os autores concluíram que deveriam ter completado este estudo, com resultados de análise sensorial, de forma a prosseguir para as próximas etapas de desenvolvimento do produto. O mesmo grupo de estudos usou os mesmos hidrocolóides em razões LA/HA, (75/25, 50/50, 25/75), utilizando novamente o puré de manga, numa concentração total de 1 g de goma gelana / 100 g de puré, a fim de projetar diferentes barras de manga e estudar a estrutura, microestrutura e preferência do consumidor. Como principais resultados, as barras de manga foram separadas em dois grupos: as que apresentavam maior dureza e fragilidade, nas quais se usou os hidrocolóides nas razões

apenas LA gel, e LA/HA nas relações de 75/25 e 50/50, e as que apresentavam uma estrutura mais macia, com valores superiores de coesividade e elasticidade, nas quais foram usados os hidrocolóides nas razões LA/HA de 25/75 e apenas goma gelana. A microestrutura das barras de manga foi consistente com os resultados da textura. A textura preferida, obtida através da análise sensorial, foi o puré de manga em que se usaram os hidrocolóides com a relação LA/HA de 25/75. Na Figura 1.6, estão representadas as barras de manga que foram desenvolvidas neste estudo [21].



Figura 1.6 – Barras de manga [21].

Costa (2018) [8] realizou um estudo sobre o desenvolvimento e caracterização de estruturados de goiaba, utilizando os hidrocolóides ágar e goma gelana. Usou quatro formulações: ágar (100%), goma gelana baixo acilo (LA) (100%); proporção de 75% de goma gelana LA e 25% de goma gelana alto acilo (HA) e 50% (LA) e 50% (HA). Nos testes sensoriais efetuados foi verificado que a utilização de diferentes hidrocolóides não influenciou os valores médios dos principais atributos sensoriais, exceto na textura e na aparência. O uso de hidrocolóides não afetou os testes físico-químicos (cor, sólidos solúveis e acidez), uma vez que os valores foram próximos da fruta no seu estado natural. A concentração de hidrocolóide mais adequada foi a de 0,75% de goma gelana LA e 25% de goma gelana HA em relação ao peso da polpa de goiaba. Os estruturados apenas com ágar formam um gel fraco, mas com um sabor doce, ácido e um aroma adocicado. Contudo, a autora concluiu que é possível desenvolver estruturados de goiaba semelhantes à polpa da fruta, com um sabor delicioso, sem existirem perdas dos elementos nutricionais, cor ou compostos aromáticos.

Liu, *et al.* (2018) [22] realizaram um estudo sobre a influência de diferentes hidrocolóides, como a hidroxipropilmetilcelulose (HPMC), CMC, goma xantana e pectina de maçã, nas propriedades termomecânicas e *in vitro* da digestibilidade do amido de batata do pão cozinhado usando diferentes concentrações de massa de pão. Os resultados obtidos

mostraram que a adição de hidrocolóides aumenta a temperatura de gelatinização e a absorção de água na pasta da batata. O pão cozido com hidrocolóides apresentou um maior volume específico e uma menor dureza,

Dehsheikh *et al.* (2019) [23] realizaram um estudo de pré-tratamento de revestimento de fatias de banana, usando o hidrocolóide, CMC e um sistema ultrassônico aplicado antes da secagem por convecção. De forma a alcançar os seus objetivos, a potência ultrassônica foi definida em três níveis (0, 500 e 1000 W) e três amostras (fatias de banana) para proporções de solução CMC (1: 2, 1: 3 e 1: 4). De acordo com os resultados apresentados neste estudo, a aplicação do revestimento CMC e os pré-tratamentos ultrassônicos, principalmente quando a amostra é alterada para razão da solução de revestimento de 1:2 para 1:4, faz com que haja redução na densidade aparente, mudança de cor e a um aumento notável na porosidade das amostras secas. A potência ultrassônica de 1000 W, diminuiu o tempo de secagem convectiva necessário e o consumo total de energia, proporcionando produtos com melhores atributos de qualidade (menos tensão de cisalhamento, mudança de cor e encolhimento, mais porosidade e conteúdo fenólico total). Consequentemente, a aplicação combinada de pré-tratamentos de ultrassom e de revestimento de CMC nos sistemas de secagem convectiva pode ser considerada um método eficaz para diminuir simultaneamente os resíduos agrícolas e melhorar a qualidade dos produtos secos.

Na Tabela 1.1, é apresentado um resumo da pesquisa realizada sobre os frutos e hidrocolóides utilizados para formar estruturados de fruta, a sua composição e principais conclusões.

Tabela 1.1 - Aplicações de Hidrocolóides e suas principais conclusões.

Fruto	Hidrocolóide	Composição	Principais conclusões	Referência
<b>Mamão</b>	Alginato Pectina de baixa metoxilação	672 g/kg de polpa concentrada de mamão 7 g/kg de alginato + 7 g/kg de pectina	- Produção de fruta estruturada com teor elevado de polpa concentrada de mamão (672 g/kg) e quantidade mínima de sacarose (364 g/kg). - O pH é um parâmetro importante no processo de estruturação da polpa do mamão concentrado.	[15]
<b>Abacaxi Manga Mamão</b>	Alginato Pectina de baixa metoxilação	450 g/kg a 700 g/kg de polpa de fruta com 1,3% de alginato e 1,4% de pectina em relação ao peso da polpa	- Produção de fruta estruturada com elevada percentagem de polpa concentrada - O alginato produziu géis mais firmes - As frutas estruturadas de polpa de mamão com hidrocolóides (alginato ou pectina) apresentaram maior firmeza, quando comparadas às frutas estruturadas de polpa de abacaxi e manga. - O aumento na firmeza dos géis de alginato e polpa concentrada de mamão foi da ordem de 6 vezes quando comparado com os géis de pectina	[9]
<b>Mamão</b>	Alginato Pectina de baixa metoxilação	672 g/Kg de polpa de mamão 7 g/Kg de Alginato + 7 g/Kg de pectina	- Produção de fruta estruturada com teor elevado de polpa concentrada de mamão (672 g/kg) e quantidade mínima de sacarose (364 g/kg) - o pH é um fator importante no processo de estruturação da polpa do mamão. - Uma variação no pH da polpa de 4,0 para 4,5, pode promover alteração na firmeza do produto.	[10]
<b>Abacaxi</b>	Alginato Pectina	735 g/kg de polpa de abacaxi 20 g/kg de alginato + 10 g/kg de pectina	- Viabilidade na produção de fruta estruturada com teor elevado de polpa concentrada - Misturas de hidrocolóides minimizaram o efeito do pH, fator importante na reestruturação de frutas ácidas	[16]
<b>Abacaxi</b>	Pectina de baixa metoxilação Gelatina Ágar	Formulação 1 – 15% de gelatina. 3% de pectina de baixa metoxilação Formulação 2 – 5,5% de ágar, 3% de pectina de baixa metoxilação. Formulação 3 – 10% ágar, 3% de pectina de	- É possível obter estruturados de polpa concentrada de abacaxi, com concentrações significativas de Vitamina C, proteína e fibra. - Na Análise sensorial os estruturados obtiveram 90% de aceitação por parte dos provadores, na compra do produto se este se encontrasse à venda.	[17]

		baixa metoxilação		
<b>Cajá amarelo</b>	Alginato Pectina de baixa metoxilação Gelatina	100 g de amostra Variação de concentrações: Alginato: 0,50 a 1,84 g /100 g Pectina: 0,32 a 2,68 g /100 g Gelatina: 6,60 a 23,40 g/ 100 g	- A gelatina foi o hidrocolóide que afetou mais a firmeza, pH e os parâmetros de cor - Boa perspectiva de produção de frutos estruturados com polpa amarela de cajá.	[19]
<b>Manga</b>	Goma Gelana de HA e LA	1 g de LA/HA 50/50 por 100 g de puré de manga	- Resultados reológicos mostram que tanto o LA quanto o HA, e em misturas, são capazes de produzir produtos gelificados, num tempo de maturação bastante baixo. - 1 g de LA / HA 50/50 por 100 g de puré produz estruturados com propriedades mecânicas adequadas.	[20]
<b>Manga</b>	Goma Gelana de HA e LA	Razões LA/HA específicas (75/25, 50/50, 25/75), para uma concentração total de 1 g de goma gelana/100 g de puré de manga	- A textura preferida, obtida através da análise sensorial, foi o puré de manga em que se usou o hidrocolóide com a relação LA/HA de 25/75, estes apresentavam uma estrutura mais macia, com valores superiores de coesividade e elasticidade	[21]
<b>Goiaba</b>	Ágar Goma Gelana de HA e LA	Ágar (100%), goma gelana LA (100%); proporção de 75% de goma gelana LA e 25% de goma gelana HA e 50% LA e 50% HA	- A concentração de hidrocolóide mais adequada foi a de 0,75% de goma gelana LA e 25% HÁ em relação ao peso da polpa de goiaba - Os estruturados apenas com ágar formam um gel fraco, mas com um sabor doce, ácido e um aroma adocicado - O uso de hidrocolóides não afetou os testes físico-químicos (cor, sólidos solúveis e acidez), uma vez que os valores foram próximos da fruta no seu estado natural	[8]

HA - Alto Acilo; LA – Baixo Acilo

Na tabela 1.2 é apresentado um resumo de hidrocolóides existentes, a sua principal fonte, características e suas principais aplicações.

Tabela 1.2 - Aplicações de Hidrocolóides e suas principais conclusões - Hidrocolóides e suas funções básicas [24].

Hidrocolóides	Fonte	Características	Principais Aplicações
<b>Goma Ácacia ou Arábica</b>	Exudados de árvore das espécies: <i>A.senegal</i> ou <i>A.seyal</i>	Solúvel a frio e a quente, fornecendo uma baixa viscosidade mesmo em temperaturas elevadas. Efeito lubrificante durante a extrusão. Encapsulação e poder de emulsificação (devido à fração proteica na molécula da espécie <i>A. Senegal</i> )	Produtos de confeitaria (gomas e revestimentos), emulsões de óleo em água, extrusados de cereais, panificados, vinho
<b>Ágar</b>	Extraído de Algas Vermelhas principalmente das espécies: ( <i>Laminaria, Ascophyllum, Lessonia, Eklonia, Makrostitis, Durvillea</i> )	Gelificante, estabilizante e espessante. Solúvel a quente. Gel termoestável e termo reversível, estabilidade em meio ácido, interação com proteínas. Sinergismo com a Goma de Alfarroba.	Gel vegetal, produtos de confeitaria, panificados
<b>Alginato</b>	Extraído de Algas Castanhas das espécies: <i>Laminaria, Ascophyllum, Lessonia, Eklonia, Makrostitis, Durvillea</i> )	Gelificante. É solúvel a frio e a quente, fornecendo viscosidade e na presença de cátions $Ca^{2+}$ , estrutura-se em gel. O gel não é termo reversível.	Alimentos reestruturados, recheios, panificados, produtos lácteos, gelados, encapsulação, películas para revestimento
<b>Carragenina</b>	Extraída de Algas Vermelhas: <i>Rhodopyceae</i> principalmente das espécies <i>Kappaphycus</i> e <i>Eucherma</i>	Gelificante. É solúvel a frio (tipo lambda), solúvel a quente (tipos Iota e Kappa). Gel termo reversível. Interação com proteínas. Sinergismo com Goma de Alfarroba e Konjac na formação de géis.	Gel vegetal (tipos Kappa e Iota), produtos lácteos, gelados, produtos de confeitaria, panificados, recheios, preparados de fruta
<b>Carboximetilcelulose (CMC)</b>	Material celulósico da madeira ou algodão	Solúvel a frio e a quente, não forma géis. Interação com proteínas e sinergia com amidos e hidroxipropilcelulose (HPC) e é estável em pH ácido	Produtos lácteos, gelados, panificados, bebidas
<b>Celulose Microcristalina (MCC) Coloidal.</b>	Obtida da purificação da celulose, com a conversão por hidrólise das fibras em agregados de celulose cristalina	Não possui solubilidade, mas apresenta dispersibilidade através de cisalhamento (agitação e/ou homogeneização) independente da temperatura. Formação de rede tridimensional. Estabilidade em meios neutros	Produtos lácteos, gelados, panificados, recheios, bebidas
<b>Gelatina</b>	Colagénio de animais (principalmente bovino e suíno)	Solúvel a quente, forma géis termorreversíveis.	Produtos de confeitaria, gelatinas, produtos lácteos fermentados/acidificados, encapsulação

<b>Goma Gelana</b>	Produzido pela fermentação do microrganismo: <i>Sphingomonas elodea</i>	Solúvel a quente com formação de géis rígidos na presença de catiões divalentes (tipo Baixo Acil) e em alta concentração de sólidos (tipo Alto Acil). Géis fluidos quando em pequena concentração, com funcionalidade de suspensão de partículas.	Géis vegetais, panificados, produtos lácteos, bebidas e preparados de frutas
<b>Goma de Alfarroba</b>	Moagem do endosperma da semente de Alfarroba	Solúvel a quente. Espessante. Com outros texturizantes tem propriedades gelificantes. Sinergia com outros agentes espessantes e gelificantes, como no caso do ágar e carragenina	Confeção de comida pré-cozinhada, lacticínios, refrigerantes e sumos, pão, pastelaria, conservas de frutos, pudins, molhos e fibras alimentares
<b>Pectina</b>	Extraída da casca da fruta	Gelificante. Solúvel a quente. Formação de géis na presença de pH ácido e alta concentração de sólidos (tipo alta metoxilação e baixa metoxilação) e na presença de íões $Ca^{2+}$	Produtos lácteos, recheios, preparados de fruta, gelados, produtos de confeitaria
<b>Xantana</b>	Produzido pela fermentação do microrganismo: <i>Xanthomonas campestris</i> .	Solúvel a frio e a quente. Espessante e individualmente não formam géis. Estável em meio ácido. Sinergia com goma de alfarroba na formação de géis e com Guar em viscosidade.	Produtos lácteos, recheios, preparados de frutas, sorvetes, molhos, panificados, produtos instantâneos.

Neste trabalho, foi escolhido o ágar como hidrocolóide por funcionar como gelificante e espessante e por ser bastante usado na indústria alimentar, nomeadamente na formação de geleias de frutas. Segundo Petrovski *et al*, [25] o hidrocolóide ágar provou ser um agente gelificante muito superior à gelatina, sendo um hidrocolóide que se encontra facilmente à venda a preços bastante acessíveis.

A goma de alfarroba foi o outro hidrocolóide selecionado, por existir na composição de uma marmelada sem açúcar fabricada em Espanha. Foi posteriormente comprovado, em literatura, que a junção de ágar com goma de alfarroba em pequenas percentagens (entre 0,1% a 0,2% [26]) formaria um gel, mais firme evitando quebras. Contudo, neste estudo foram realizadas as percentagens de 0,2% a 1,6%, de forma a verificar possíveis diferenças. Segundo Dakia *et al*. [27], a compatibilidade da junção de outros hidrocolóides à goma de alfarroba, como é o caso da carragenina, ágar e goma xantana, vai permitir formar um gel mais elástico e mais forte.

Desta forma, optou-se por utilizar estes hidrocolóides (ágar e goma de alfarroba) sozinhos e na sua mistura em diferentes percentagens, devido às propriedades já descritas.

### **1.3 Pera Rocha**

A *Pera Rocha* tem propriedades inigualáveis, únicas no sabor e com benefícios para a saúde, o que a torna num produto muito apetecível no mercado nacional e internacional.

É um fruto originário da Região Oeste de Portugal. A sua denominação está associada a Pedro António Rocha, que, há cerca de 170 anos, terá descoberto na sua propriedade, no lugar da Ribeira de Sintra, uma nova variedade de pereira com frutos saborosos, cuja fama rapidamente se espalhou. A variedade «Rocha» pertence à família das Rosáceas, subfamília das *Pomóideas*, género *Pyrus*, espécie *Pyrus communis* L. [28].

A *Pera Rocha* apresenta uma forma oval e piriforme e tem um tamanho médio de 55 a 65 mm. A sua epiderme é fina e lisa e tem uma bonita carepa à volta do pedúnculo que lhe confere uma rusticidade característica. A cor varia de amarelo a verde claro. É uma fonte de proteínas, rica em potássio, cálcio, magnésio, vitaminas A, B1, B2, C e E. Tem um alto poder antioxidante e caracteriza-se pelas suas propriedades refrescantes, saciantes e diuréticas. Tem

um elevado conteúdo em fibras dietéticas e baixas calorias [28]. Na Figura 1.7 está evidenciada a informação nutricional da *Pera Rocha*.



Figura 1.7 – Informação Nutricional da *Pera Rocha* (Adaptado,[28]).

Esta variedade de pera pode ser consumida num estado de maturação mais verde, crocante e fresco, ou num estado mais amadurecido e fundente, quando o fruto apresenta um tom amarelo, tornando-se mais doce, macio e sumarento. Este fruto versátil é comum em sumos, batidos, iogurtes, saladas, bolos, doces e purés e é muito adequado à alimentação de bebés. Este fruto apresenta uma polpa branca, suculenta e não ácida, e tem um perfume ligeiramente acentuado [28].

Foi reconhecida, em 2003, como Denominação de Origem Protegida (DOP), certificação esta que garante que todo o processo de produção se faz segundo regras e métodos certificados, num território restrito de 29 concelhos da região Oeste, com cerca de 10 mil hectares - Sintra, Mafra, Arruda dos Vinhos, Sobral de Monte Agraço, Alenquer, Vila Franca de Xira, Azambuja, Torres Vedras, Cartaxo, Lourinhã, Bombarral, Cadaval, Santarém, Rio Maior, Peniche, Óbidos, Caldas da Rainha, Torres Novas, Alcanena, Alcobaça, Nazaré, Porto de Mós, Batalha, Tomar, Ferreira do Zêzere, Vila Nova de Ourém, Leiria, Marinha Grande e Pombal [29].

A zona Oeste apresenta condições ideais para a produção deste fruto, que se prendem com o clima, o relevo, a humidade do ar, o tipo de solo, o vento e a proximidade do mar. Estes fatores asseguram a singularidade do produto e determinam o seu sabor, a cor e a textura.

A apanha da *Pera Rocha* do Oeste é feita de forma tradicional e à mão. Depois de colhidas, as peras são acondicionadas em caixas de madeira ou de plástico. Em seguida, são transportadas para uma central fruteira para serem codificadas e rotuladas. Seguem, depois, para arcas frigoríficas onde se conservam em atmosfera controlada (entre 0 a 1 °C). Aí, é possível conservar as peras durante sete a oito meses [28].

Esta grande capacidade de conservação e resistência ao transporte e manipulação permite que a *Pera Rocha* seja exportada de Portugal para o mundo inteiro. Das quase 200 mil toneladas produzidas anualmente, 60% da produção é vendida nos mercados internacionais, sendo os cinco principais destinos o Brasil, o Reino Unido, a França, a Alemanha e Marrocos. Isto faz de Portugal o quinto maior exportador de pera em todo o mundo. No mercado interno, cada Português come em média 6,3 quilos de pera por ano, sendo este o quarto fruto mais consumido em Portugal [30].

Após uma pesquisa de frutos para a realização de estruturados de frutas, não foi encontrado nenhum estudo que tivesse este fruto como base. Foi assim escolhida a *Pera Rocha*, por ser um fruto com características fortemente nutritivas e existir em grandes quantidades em Portugal, sendo um produto fortemente Português. Permite assim a sua utilização em diferentes formas, evitando o seu desperdício e aumentando as suas possibilidades de uso, tornando-o num produto atrativo em forma de estruturado de fruta, mantendo as suas características nutricionais e aumentando assim o seu prazo para consumo.

#### **1.4 Ágar**

Segundo o autor Lee *et al.* [31], o ágar é um biopolímero gelatinoso que é extraído das algas vermelhas marinhas que pertencem à classe das *Rhodophyceae*, sendo este o principal componente das suas paredes celulares. Na Figura 1.8, podemos observar um exemplo desse tipo de algas.



Figura 1.8 – Alga vermelha da classe *Rhodophyceae*[32].

Devido às suas propriedades reológicas, o ágar tem sido muito explorado comercialmente em diversas indústrias: alimentar, cosmética, farmacêutica, biomédica e biotecnológica [31].

O ágar apresenta estruturas polissacarídicas complexas que consistem em ágarose e ágaropectina. A ágarose é um polissacarídeo neutro com uma estrutura linear de unidades repetidas do dissacarídeo agarobiose, um dímero constituído por D-galactose e 3,6-anidro-L-galactose e a ágaropectina é um polissacarídeo ácido que contém grupos sulfato, ácido pirúvico e ácido D-glucurónico conjugado com agarobiose [32,34].

Na Figura 1.9 está evidenciada a estrutura química do ágar.

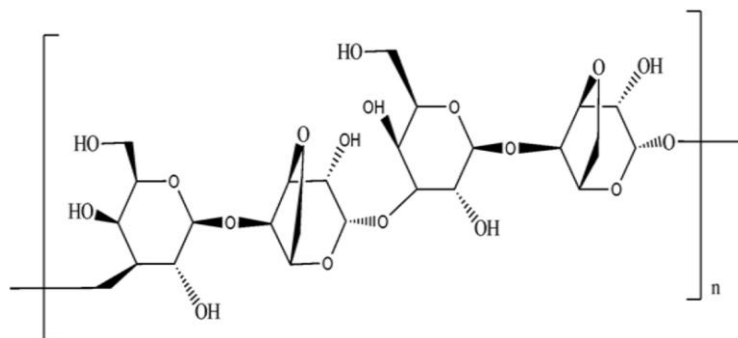


Figura 1.9 - Estrutura química do Ágar [34].

O ágar é solúvel em água quente e insolúvel em água fria, apresentando uma grande capacidade de aumentar de volume e de absorver água. Esta substância, mesmo usada em pequenas quantidades, quando é misturada com água, vai ser responsável por pontos de gelificação e fusão bem definidos da mistura. O seu forte poder gelificante resulta exclusivamente das ligações de hidrogénio que são formadas entre as cadeias lineares do

galactano, responsável pela reversibilidade térmica do ágar, com temperaturas de fusão e solidificação a diferirem em cerca de 45 °C [35].

O ágar possui algumas características que fazem com que este seja bastante usado como agente gelificante em meios de cultura. Algumas dessas características são: a capacidade de permanecer sólido até cerca de 40 °C, e de se manter estável sob temperaturas de esterilização (120 °C), de não apresentar toxicidade para a generalidade dos organismos e, finalmente, o facto de ser uma substância fisiologicamente inerte, isto é, muito poucas bactérias possuem enzimas capazes de o digerir, sendo esta uma vantagem relativamente a outros agentes gelificantes [35].

É, assim, muito utilizado como agente que vai formar um gel espessante, agente retentor de água e estabilizante no campo da biomedicina, produtos químicos e indústria alimentar. Devido às suas propriedades de material de baixo custo, termorreversível e de alta resistência, pode ser assim aplicado em diversos campos. Uma das propriedades mais importantes do ágar é a sua capacidade de formar géis reversíveis, mesmo sendo usado em baixas concentrações. O seu enorme poder de gelificação e a sua simplicidade no processo de extração, faz com que o ágar seja apontado como sendo um candidato promissor para materiais ecologicamente corretos como resultado das suas características de renovabilidade e biodegradabilidade [34].

Segundo Petrovski *et al*, [25] o hidrocolóide ágar provou ser um agente gelificante muito superior à gelatina, Essas propriedades fazem do ágar o principal agente gelificante microbiológico usado até hoje para a preparação de meios sólidos, como, por exemplo, a solidificação de geleias de frutas.

O hidrocolóide ágar é assim muito usado na indústria alimentar como um ingrediente aditivo, numa panóplia de produtos: chocolates, pudins, produtos lácteos, gelados, gomas, geleias, patés, produtos enlatados de peixe, entre outras diversas utilizações [8].

O ágar não é digerido no organismo humano, e nem é absorvido pelo intestino e também não consegue ser degradado pelas bactérias existentes no intestino. Sob o ponto de vista nutricional, funciona como uma fibra alimentar, logo apresenta facilidade na digestão e tem um valor energético baixo, sendo recomendado em dietas de baixas calorias, no regime vegetariano e em produtos dietéticos [8].

O ágar foi assim o primeiro hidrocolóide a ser introduzido na culinária criativa, por Ferran Adriá em 1998. O facto de poder ser utilizado para confeccionar geleias quentes, veio causar um grande impacto, uma vez que veio permitir confeccionar pratos como o “Sorvete de roquefort com maçã quente e geleia de limão”, a “Geleia de manjeriço quente com vegetais e fungos” ou o “Consommé tagliatelli à la carbonara”[36].

### 1.5 Goma de Alfarroba

A alfarroba (*Ceratonia siliqua* L.) é uma espécie de leguminosa subtropical que pertence à família *Leguminosae*, subfamília *Caesalpinioidea*. A goma de alfarroba pode apresentar-se como um pó branco a branco amarelado sendo obtido por esmagamento do endosperma das sementes da vagem da alfarroba que se encontram na alfarrobeira (Figura 1.10) Esta planta é muito abundante na região mediterrânea, embora a sua presença também se estenda a diferentes regiões do Norte da África, América do Sul e Ásia. Em Portugal, existe um grande desenvolvimento da alfarroba principalmente no Sul. É no Algarve o sítio predileto para o seu cultivo, nas regiões de Portimão a Lagos. Os concelhos que apresentam a maior área de cultura são: Loulé, Silves, Faro, Albufeira, Olhão e São Brás de Alportel. Este polissacarídeo é referido na literatura por vários sinónimos, como goma de alfarroba, goma de semente de alfarroba, farinha de alfarroba ou mesmo *ceratónia* [37].



Figura 1.10 – Alfarrobeira [38].

As sementes de alfarroba representam cerca de 10% do peso da fruta. São processadas industrialmente por meio de operações da quebra da casca, peneiradas e moídas para isolar o endosperma, que irá depois ser vendido mais tarde como farinha bruta. O endosperma é

recuperado depois da separação da casca e do germe, e posteriormente moído. A goma de alfarroba pode ser clarificada ou não. Se se optar por passar pelo processo de clarificação, o produto obtido será mais puro. A goma de alfarroba clarificada é obtida por dissolução em água quente e recuperação por precipitação em etanol ou isopropanol [36,39].

Quando a goma não é clarificada, é embalada e fica pronta para comercialização.

A Figura 1.11, representa a semente da alfarroba, e o pó obtido através do endosperma da semente.



Figura 1.11 - Goma de alfarroba e pó do endosperma da semente (Adaptado de [36,39]).

A semente é composta pela casca (30–33%), o endosperma (42–46%) e o germe (23–25%) (Figura 1.12).

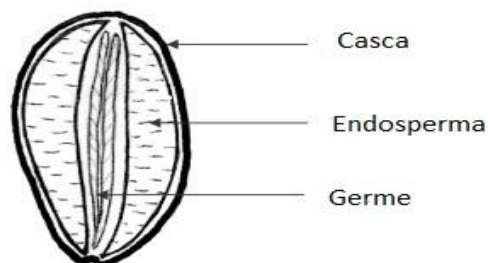


Figura 1.12 - Composição da semente de alfarroba (Adaptado de [27]).

A goma de alfarroba é um polissacarídeo sem amido, neutro, e a sua viscosidade e solubilidade são pouco afetadas por mudanças de pH dentro da faixa 3-11 [40]. É composto por unidades de manose e galactose na proporção de 1:4, pertencendo assim à categoria dos galactomananos [36,41]. Na Figura 1.13, é apresentada a estrutura da goma de alfarroba.

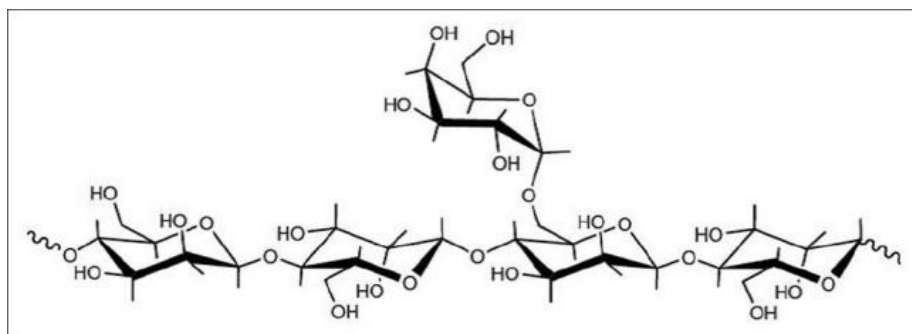


Figura 1.13 - Estrutura química da goma de alfarroba [37].

É um polímero natural usado principalmente na indústria alimentar e na indústria farmacêutica. É convencionalmente utilizado como excipiente na fabricação de diferentes formulações que vão depender principalmente das suas propriedades de espessamento e gelificação [37].

O produto de alfarroba mais utilizado na indústria alimentar é a goma de alfarroba que é conhecida internacionalmente por LBG – *Locust Bean Gum*, *Carob Gum*, proveniente do endosperma da semente, sendo classificada quimicamente como galactomanano, e muito utilizada como aditivo alimentar natural (E 410). Os antioxidantes naturais presentes na casca da semente e na polpa da fruta são novos produtos potenciais para serem usados na indústria alimentar [41]. É assim utilizada no fabrico de gomas, como agente de modulação, em pudins e sobremesas lácteas, como agente de gelificação, em compotas e recheios, como agente espessante [42].

A goma de alfarroba foi o primeiro galactomanano usado industrialmente (papel, têxtil, farmacêutico, cosmético e em produtos alimentícios). Este biopolímero tem a capacidade de formar soluções muito viscosas em concentrações relativamente baixas, de estabilizar a dispersão e a emulsão, e de substituir a gordura em muitos produtos lácteos. As propriedades da goma de alfarroba normalmente não são afetadas pelo pH, pelos sais ou pelos

processamentos térmicos, porque não é uma substância iônica. É também compatível com a junção de outros hidrocolóides como é o caso da carragenina, ágar e goma xantana, pois vai permitir formar um gel mais elástico e mais forte [27].

As potencialidades da goma de alfarroba já são estudadas há muito. Em 1983, a goma de alfarroba foi referida como tendo um efeito hipocolesterolémico, isto é, ser responsável pela diminuição do colesterol - LDL devido ao seu alto teor em fibras insolúveis. A introdução da goma de alfarroba em produtos alimentares é frequente, uma vez que tem uma grande capacidade de gelificação inerente, e como esta goma não é assimilada pelo trato gástrico intestinal, a sua ingestão provoca uma sensação de saciedade e uma redução na absorção de nutrientes [39].

## **1.6 Mercado Nacional e Internacional de Fruta Estruturada**

O mercado alimentar está em constante desenvolvimento. A componente de inovação é uma mais-valia que influencia esta ascensão, nomeadamente com as novas tecnologias que estão ao serviço da confeção de alimentos, tornando-se assim um elemento essencial neste âmbito.

Segundo Marçal *et al.* 2012 [43] uma dessas alternativas tecnológicas é a estruturação de frutas, um produto que procura manter as características nutricionais e sensoriais por um período relativamente prolongado sem perder a qualidade. Apesar da Fruta Estruturada ser um produto, tendencialmente, de baixo custo na sua produção, não se verifica a sua comercialização, quer no mercado nacional, quer no mercado internacional. Neste seguimento, a exploração, difusão e comercialização destes produtos tornam-se promissoras.

Os Estruturados de Fruta são produtos novos no mercado, isso implica estudos que permitam reunir condições para que estes produtos sejam comercializados. Cada vez mais, existe por parte da população um progressivo interesse em produtos saudáveis, um dos objetivos deste trabalho é tornar a Fruta Estruturada num produto que desperte o interesse dos consumidores, quer pelas suas propriedades naturais, quer pelas suas características sustentáveis. A Fruta Estruturada pode ser consumida na sua forma original, ser aplicada a outros conceitos mais recreativos, nomeadamente em produtos de chocolataria e de confeitaria, tornando-a assim um produto versátil e benéfico, aumentando, assim, o seu consumo a nível nacional e internacional.



## **2 Objetivos Gerais e Específicos**

### **2.1 Objetivos Gerais**

- Elaborar estruturados de *Pera Rocha* à base de ágar e goma de alfarroba;
- Caracterizar, sob o ponto de vista sensorial, os estruturados de *Pera Rocha* elaborados, recorrendo a um painel de provadores, escolhido aleatoriamente;
- Avaliar alguns parâmetros físico-químicos dos estruturados de *Pera Rocha* que foram utilizados no Painel de Provadores;
- Determinar a atividade antioxidante dos estruturados de *Pera Rocha* que foram utilizados no Painel de Provadores.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Testar diferentes concentrações de hidrocolóides: ágar (0,75%), goma de alfarroba em relação a 0,75% de ágar nas concentrações de 0,2%, 0,4%, 0,8% e 1,6%;
- Avaliar, sob o ponto de vista sensorial, o efeito do cozimento da polpa na preparação dos estruturados de *Pera Rocha*;
- Avaliar, sob o ponto de vista sensorial, a adição da casca (pectina) na preparação de estruturados de *Pera Rocha*.



### 3 Materiais e métodos

#### 3.1 Desenvolvimento de Estruturados de *Pera Rocha* com diferentes concentrações de hidrocolóides

Os ensaios efetuados tiveram como objetivo verificar o efeito da concentração dos hidrocolóides ágar e goma de alfarroba na qualidade sensorial de estruturados de *Pera Rocha* e de *Pera Compal*®.

Os “estruturados de *Pera Compal*®” foram preparados com o produto comercial *Pera Compal Essencial*®, um puré de fruta constituído por 100% de pera esmagada e sem adição de açúcares, corantes e conservantes. Os “estruturados de *Pera Rocha*” foram preparados com *Pera Rocha* de categoria II e calibre 70/75, com origem Portuguesa (Faro), sendo o fornecedor Abílio Justo. Na preparação de ambos os tipos de estruturados de *Pera Rocha* utilizaram-se 100 g de polpa de pera e 0,75% de hidrocolóide ágar e/ou goma de alfarroba (GALF). Ambos os hidrocolóides foram da marca Sosa®. A composição de hidrocolóides foi testada em 6 ensaios diferentes, conforme descrito na Tabela 3.1: 0,75% de ágar (Ensaio 1), 0,75% de GALF (Ensaio 2), misturas de ágar com 0,2%, 0,4%, 0,8% e 1,6% de GALF (Ensaios 3, 4, 5 e 6, respetivamente).

Tabela 3.1 – Composição dos estruturados de *Pera Rocha* e de *Pera Compal*®.

Ensaio	Composição	Ágar (mg / 100 g polpa)	GALF (mg / 100 g polpa)
1	Ágar	750	0
2	GALF	0	750
3	Ágar + 0,2% GALF	749	2
4	Ágar + 0,4% GALF	747	3
5	Ágar + 0,8% GALF	744	6
6	Ágar + 1,6% GALF	738	12

O Compal Essencial® foi levado ao lume de forma a engrossar ligeiramente e a *Pera Rocha* foi descascada e cozida até se obter um puré. Ambos os preparados foram divididos em seis alíquotas de 100 g de forma a obterem-se seis amostras independentes a serem utilizados nos ensaios 1-6 (Tabela 3.1). Os hidrocolóides foram pesados numa balança analítica. De forma a se conseguir dissolver os hidrocolóides na polpa da fruta, as misturas foram processadas num Robot de Cozinha – Bimby, modelo TM5 nas seguintes condições: temperatura de 90 °C, 1 minuto, velocidade de rotação 6. Os preparados foram colocados em formas de silicone, mantidos à temperatura ambiente por 30 minutos e, depois no frigorífico (5 °C). Por último, as amostras foram desenformadas, colocadas em sacos de conservação com fecho zip e armazenadas a 5 °C num recipiente de vidro hermeticamente fechado.

Ensaio posteriores foram realizados com o objetivo de (i) avaliar o efeito da cozedura da polpa de pera e (ii) da presença de casca (efeito da pectina) na qualidade sensorial dos Estruturados de *Pera Rocha*. Para este efeito, foram utilizadas as mesmas quantidades de hidrocolóides representados na Tabela 3.1 mas seguiram-se fluxogramas de produção diferentes, conforme estão apresentados nas Figuras 3.1; 3.2; 3.3 e 3.4.

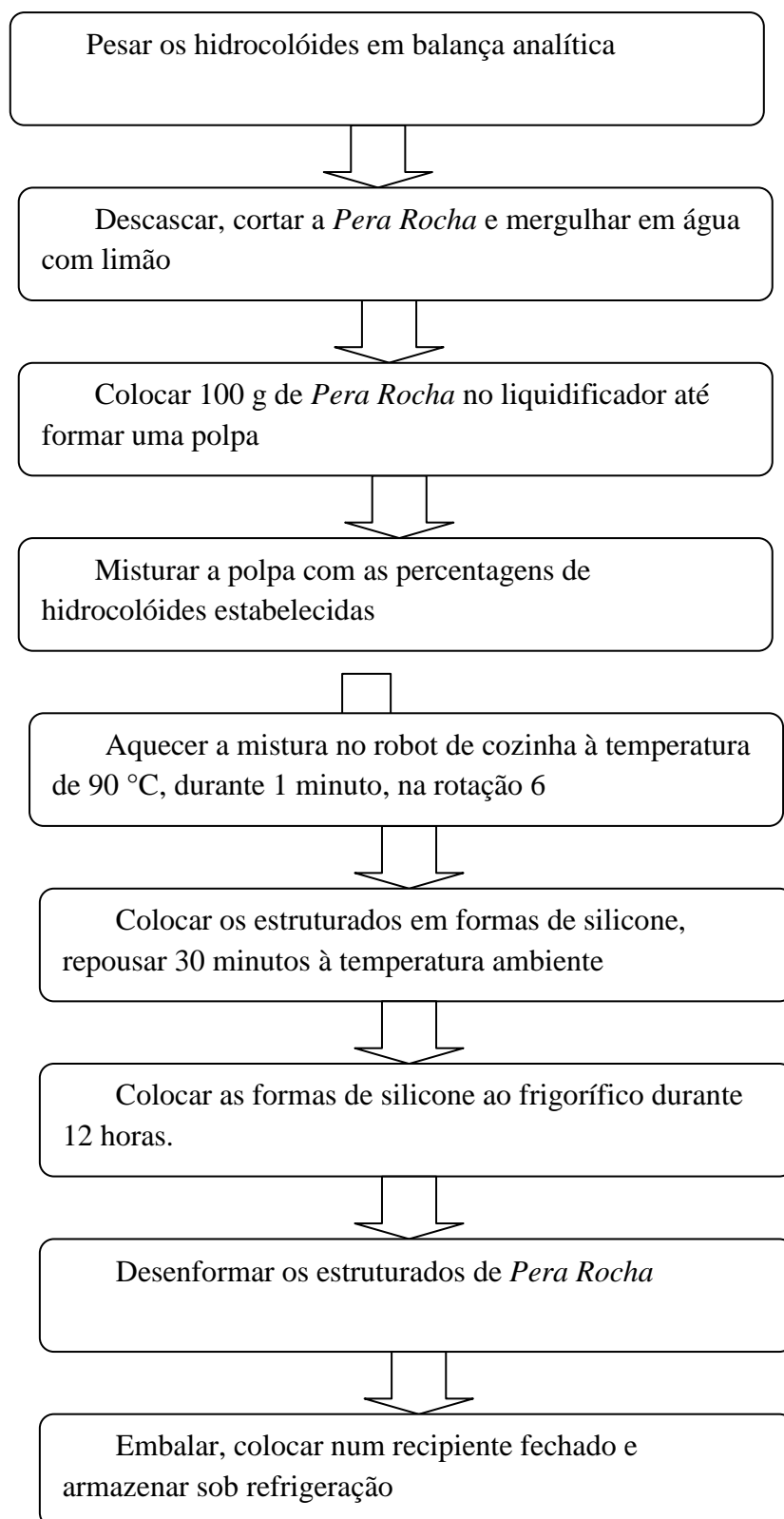


Figura 3.1 - Fluxograma de processamento de estruturados de *Pera Rocha* sem cozimento e sem casca.

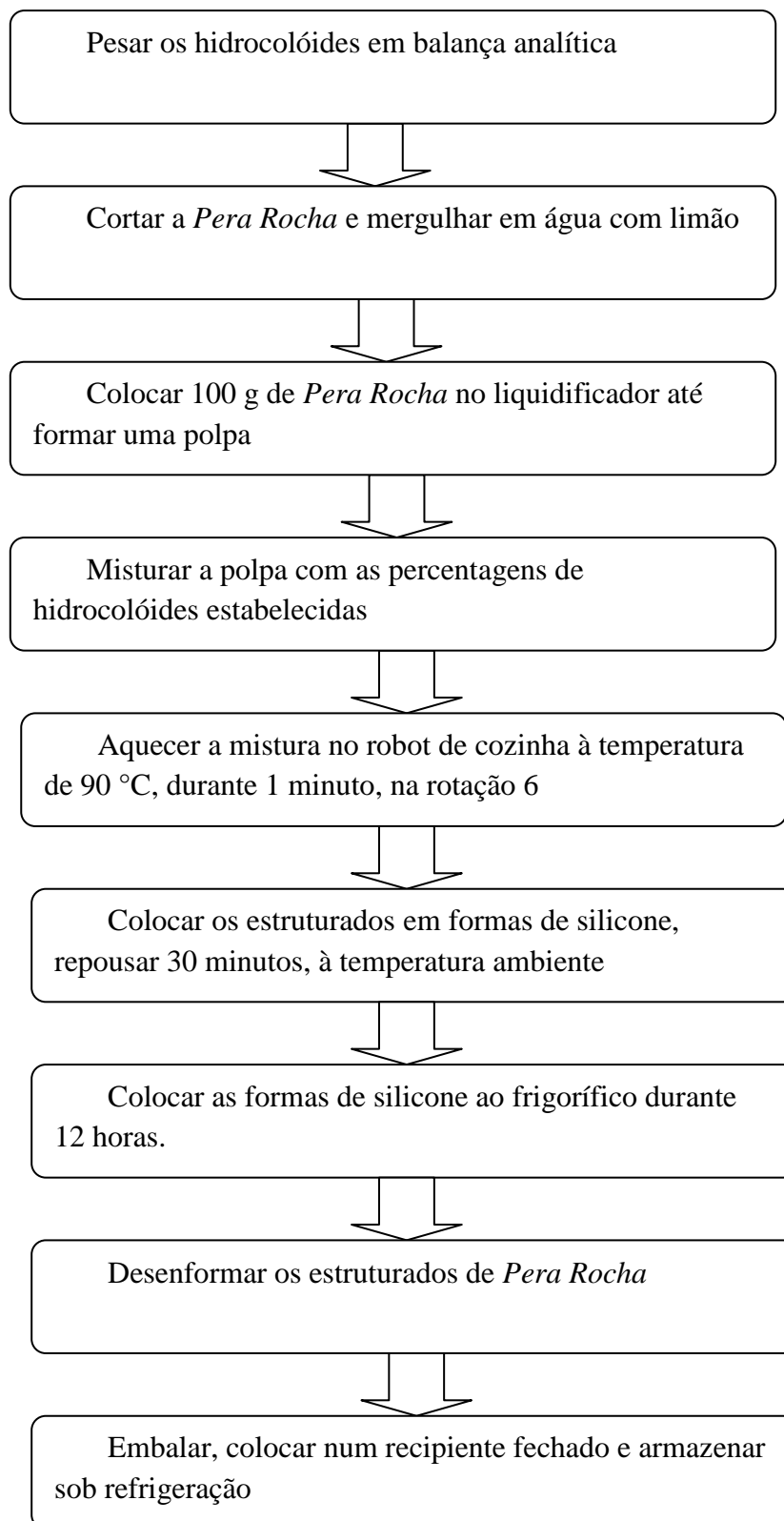


Figura 3.2 - Fluxograma de processamento de estruturados de *Pera Rocha* sem cozimento e com casca.

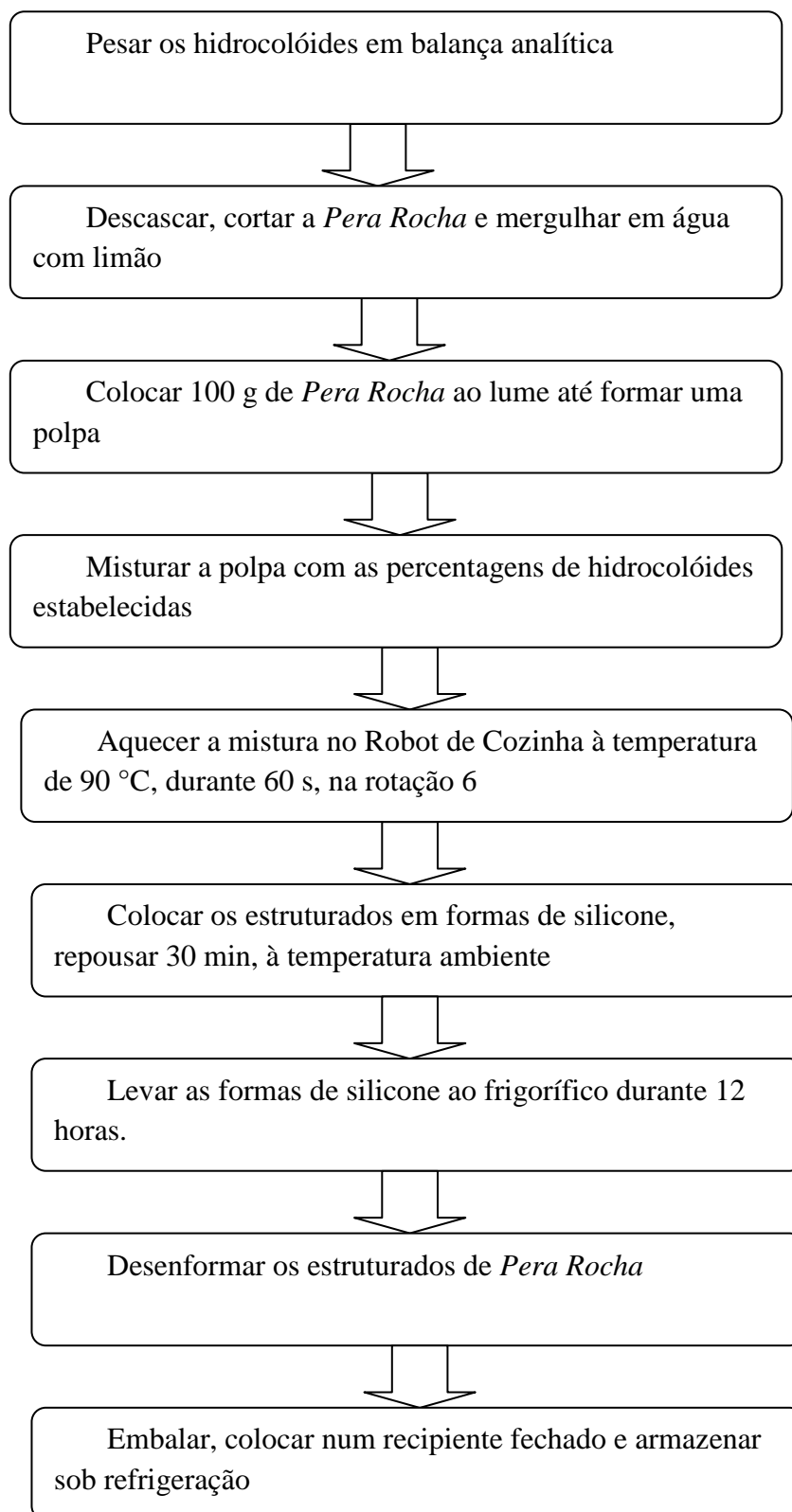


Figura 3.3 - Fluxograma de processamento de estruturados de *Pera Rocha* com cozimento e sem casca.

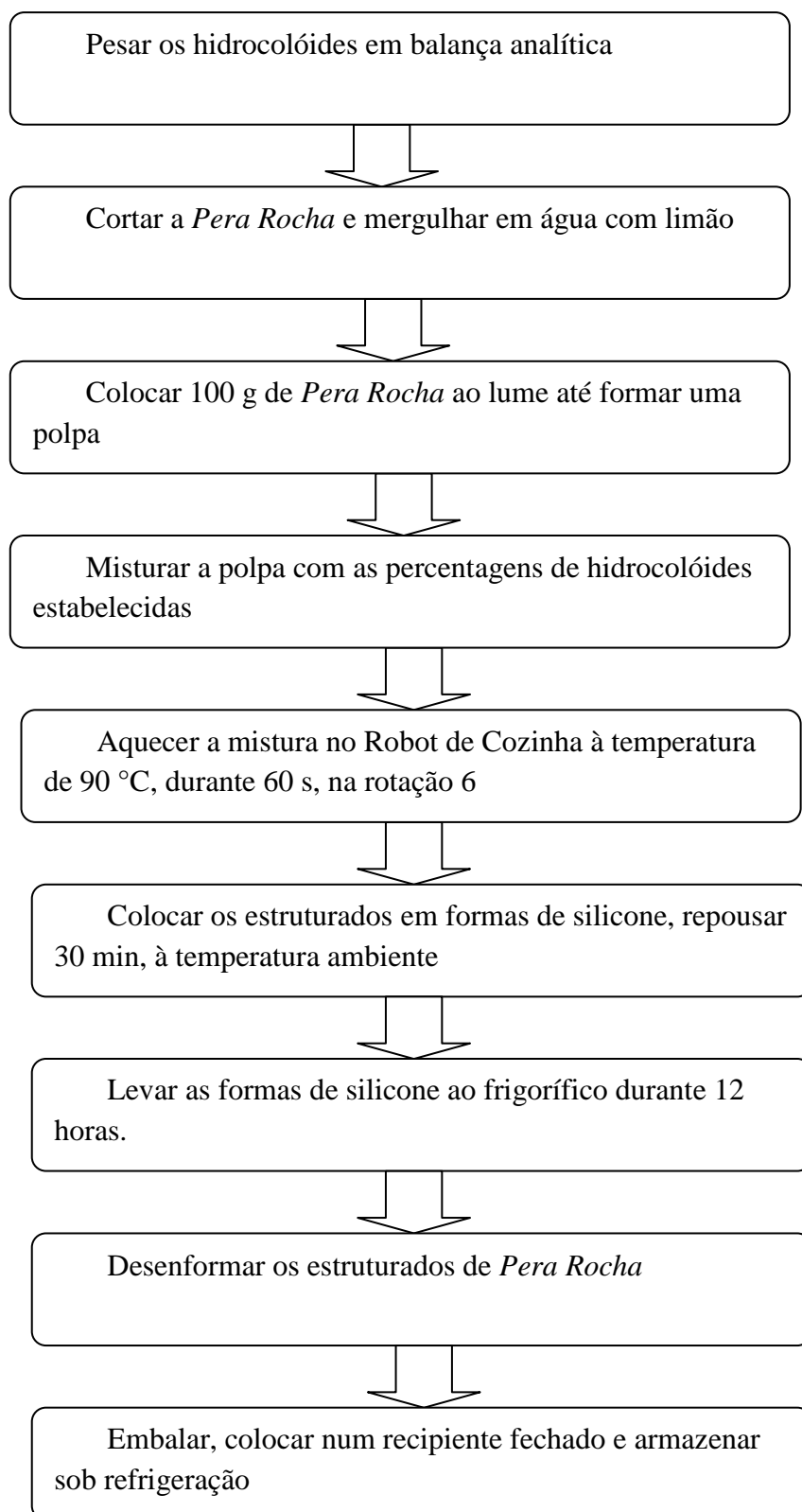


Figura 3.4 - Fluxograma de processamento de estruturados de *Pera Rocha* com cozimento e com casca.

### 3.2 Análise Sensorial

Conseguir perceber o que um consumidor deseja ou aceita através de um lançamento de um novo produto no mercado é sempre um desafio. Se o consumidor não gostar, se o produto não for apelativo, este não venderá [44]. Assim, a Análise Sensorial de um produto por um potencial grupo de consumidores pode ser uma ferramenta eficaz para recolher informações que permitam interpretar as respostas comportamentais em relação ao novo produto alimentar a surgir no mercado. A análise sensorial utiliza os cinco sentidos: visão, audição, paladar, olfato e tato para caracterizar (e avaliar a aceitação) um produto teste; os resultados obtidos transmitem informação sobre a sua qualidade e características. Esta disciplina pode ser utilizada no desenvolvimento de novos produtos, na compreensão do consumidor, do perfil de sabor e do sabor, no controlo de qualidade e na deteção de problemas que não tinham sido considerados ao longo do desenvolvimento do produto [45].

Neste trabalho, as amostras selecionadas para a Análise Sensorial partiram de uma análise empírica de 5 provadores que, dos estruturados realizados no ponto 3.1 desta dissertação, definiram as formulações apresentadas na Tabela 3.2. Estas formulações foram as escolhidas pelo painel de 5 provadores por serem as que apresentavam uma estrutura mais firme, maior resistência a quebras durante o corte, menor alteração do sabor com a adição do hidrocolóide utilizado, e por assegurarem melhor preservação do sabor a *Pera Rocha*.

Tabela 3.2 – Composição dos estruturados de *Pera Rocha* usados na Análise Sensorial.

Amostra	Composição	Designação do estruturado
A	Ágar + 0,2% GALF	c/casca e s/cozimento
B	Ágar + 0,2% GALF	s/casca e s/cozimento
C	Ágar + 0,2% GALF	c/casca e c/cozimento
D	Ágar + 0,2% GALF	s/casca e c/cozimento
E	Ágar + 0,8% GALF	s/casca e c/cozimento

Os estruturados A-E foram confeccionados na cozinha da Escola Superior de Hotelaria e Turismo de Vila do Conde. As Figura 3.5 e 3.6 apresentam as várias amostras de Estruturados de *Pera Rocha* preparadas.



Figura 3.5. - Estruturados de *Pera Rocha* A-E (ver composição na Tabela 3.2.) preparados em série.

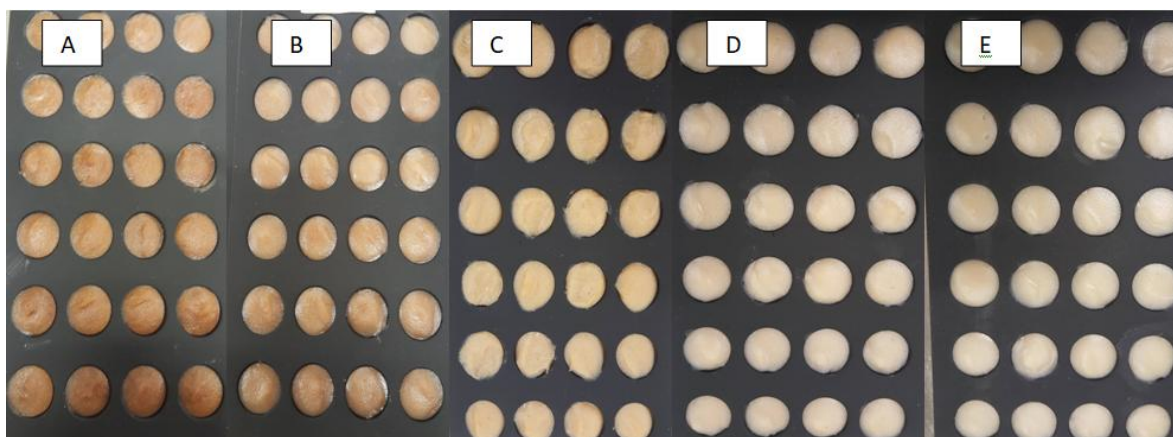


Figura 3.6. – Estruturados de *Pera Rocha* c/ casca e s/cozimento da fruta Ágar + 0,2% GALF (A), Estruturados de *Pera Rocha* s/ casca e s/ cozimento da fruta Ágar + 0,2% GALF (B), Estruturados de *Pera Rocha* c/ casca e c/ cozimento Ágar + 0,2% GALF (C), Estruturados de *Pera Rocha* s/ casca e c/ cozimento Ágar + 0,2% GALF (D) e Estruturados de *Pera Rocha* s/casca e c/cozimento Ágar + 0,8% GALF (E).

Do painel sensorial constaram 50 provadores não treinados, com idades compreendidas entre os 18 e os 56 anos, pertencentes a duas turmas do 1º Ano da Escola Superior de Hotelaria e Turismo (Licenciatura de Restauração e Catering e Técnicos Superiores Profissionais de Operações Hoteleiras), sendo 27 do sexo feminino e 23 do sexo masculino. A

idade média dos participantes era de 21,4 anos e tanto a moda como a mediana era de 20 anos de idade.

Cada provador recebeu as amostras A-E (colocadas numa lousa preta), uma tosta de água e sal por amostra, uma garrafa de água - ambos para a limpeza do palato entre as provas das diferentes amostras, cinco facas para serem usadas na análise do atributo “Rigidez ao corte” um guia a explicar a prova sensorial (Anexo A) e uma ficha de prova sensorial para cada amostra (anexo B). As Figuras 3.7 e 3.8 evidenciam a forma como o material para a Análise Sensorial foi apresentado aos provadores.



Figura 3.7 – Mesa para apresentação da prova de Análise Sensorial.

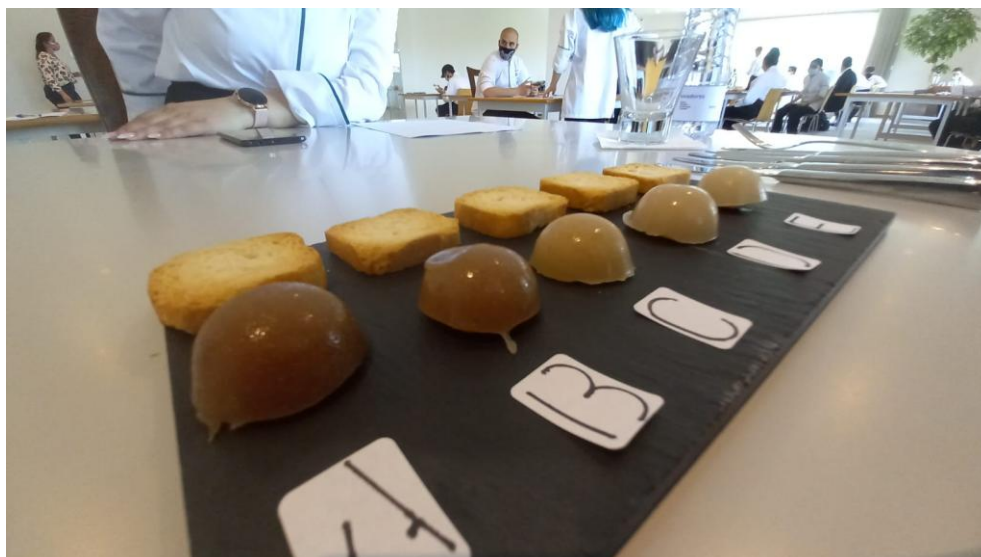


Figura 3.8 – Apresentação dos estruturados de *Pera Rocha* A-E na análise sensorial.

Usou-se uma escala hedónica de 1 a 5 na análise dos 17 atributos sensoriais (Cor, Apreciação da Cor, Brilho, Humidade, Cheiro (geral), Cheiro a Pera, Sabor (geral), Sabor a Pera, Sabor Doce, Sabor Ácido, Sabor Adstringente, Sabor Residual, Textura (geral), Textura Homogénea, Firmeza, Quebradiça, Rigidez ao Corte) e dos dois parâmetros Aceitação Global e Intenção de Compra. Foram explicados ao painel de provadores no início da prova sensorial os objetivos e o formato da prova sensorial, bem como, o significado de cada atributo sensorial. Também foi explicado ao Painel de Provadores que os atributos sensoriais “Firmeza” e “Quebradiça” podiam ser avaliados com as MÃOS ou através das FACAS disponibilizadas. Foi assegurado que a participação na prova sensorial era voluntária e que a desistência da prova sensorial podia ser realizada em qualquer momento.

### 3.3 Caracterização físico-química dos estruturados de *Pera Rocha*

A polpa de *Pera Rocha* e os estruturados de *Pera Rocha* A-E (usados na prova sensorial) foram caracterizados relativamente aos parâmetros pH, Humidade (%) e Cinzas (%). Para a determinação do pH, foram realizados para cada amostra, ensaios em triplicado. Pesou-se (balança de precisão de marca Kern) 2 g de amostra num tubo de Falcon de 15 mL e completou-se com 5 mL de água desionizada. De forma a tornar as amostras o mais dissolvidas possível, cada solução foi agitada num vortex (marca VMR) por 5 minutos e de

seguida colocada no aparelho de Ultrassom (marca Sonorex Digital 10P) à temperatura de 20 °C por 5 minutos. O valor de pH foi determinado por potenciometria, tendo-se utilizando um eletrodo de pH da marca HANNA Instruments. O potenciômetro (marca Crison, modelo Micro pH 2002) foi calibrado com duas soluções tampão pH = 4 e pH = 7, a 25 °C. Para a determinação da humidade das amostras A-E utilizou-se uma Balança de Humidades da marca Keen MLS\_N, versão 2.0. Realizaram-se ensaios em triplicado para cada amostra, tendo-se pesado 0,5 g de amostra num prato de alumínio. A amostra teve de ser bem espalhada no respetivo prato para que o aparelho consiga registar corretamente as percentagens (%) de humidade presentes nas amostras. A determinação de cinzas seguiu a norma AOAC 1997,[46]. Em primeiro lugar colocaram-se a calcinar as cápsulas de porcelana durante 30 minutos a 900 °C numa Mufla de marca Heraeus Electronic. As cápsulas foram depois retiradas com uma pinça e colocadas a arrefecer num exsiccador. De seguida pesaram-se as cápsulas de porcelana numa balança analítica de marca Mettler Toledo AB204 e colocaram-se 2 g de cada uma das amostras A-E a analisar. Foram realizados ensaios em duplicado de cada amostra. Posteriormente colocou-se a cápsula contendo a amostra a analisar, na mufla a uma temperatura de 550 °C durante quatro horas. Após este período, arrefeceu-se a amostra num exsiccador e pesou-se a cápsula contendo as cinzas obtidas na balança analítica. A quantidade de cinzas presentes na amostra foi determinada usando a seguinte expressão:

$$\% \text{ cinzas} = (P1 - P2) / P3 * 100$$

Em que: P1 é o peso da cápsula com cinza (g); P2 é a tara da cápsula (g) e P3 é o peso da amostra (g).

### **3.4 Determinação do total de compostos fenólicos e de atividade antioxidante dos estruturados de *Pera Rocha***

Os Estruturados de *Pera Rocha* A-E foram caracterizados em relação ao teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante pelos métodos FRAP, ABTS e DPPH. Não se procedeu à extração dos compostos com solventes orgânicos, tendo-se realizado uma extração dos compostos com 100% de água desionizada, à temperatura ambiente e com recurso do ultrassons.

### 3.4.1 Preparação dos extratos aquosos

Numa balança analítica (marca Mettler Toledo AB204) pesou-se 1 g de amostra para um tubo de falcon de 15 mL e adicionou-se 4 mL de água pura. Após agitação no vortex por 5 minutos, a solução foi submetida ao ultrassons (marca Sonorex Digital 10P) por 30 minutos à temperatura ambiente. O sobrenadante recuperado após centrifugação (centrífuga de bancada da Marca Thermo – Heraeus, Modelo Megafuge 16R) à velocidade de 8000 RPM, durante 5 minutos, a 5 °C foi usado para análise do TCF e atividade antioxidante.

### 3.4.2 Teor de compostos fenólicos totais (TCF)

O teor de compostos fenólicos totais (TCF) foi determinado por um ensaio colorimétrico assente na reação do reagente de Folin-Ciocalteu (FC). Utilizou-se metodologia descrita por Paz *et al* (2015) [47]. A mistura de reação consistiu em 25 µL de amostra ou solução padrão, 75 µL de água desionizada e 25 µL de reagente FC. Depois de 6 min ao abrigo da luz, foi adicionado 100 µL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 75 g/L. A absorvância foi medida a 760 nm no leitor de microplaca (Multi Mode Microplate com software Gens 2.0, da marca BioTek Instruments, USA), após 90 min de reação ao abrigo da luz. O Ácido Gálico (AG) foi o padrão antioxidante usado para fazer a curva de calibração ( $y = 0,0063x + 0,0085$  com  $R = 0,9993$ ) e os resultados foram expressos em mg de equivalentes de Ácido Gálico por 100 g de base fresca (bf).

### 3.4.3 Atividade antioxidante pelo método FRAP

A avaliação do poder antioxidante por redução do íão férrico (método FRAP) seguiu a metodologia descrita por Paz *et al* (2015) [47]. O método consiste na redução do complexo Fe(III)/ferricianeto [FeCl<sub>3</sub>/K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>] a Fe(II), forma ferrosa, pela presença do composto antioxidante na solução. Em cada poço da microplaca adicionou-se 20 µL de amostra/padrão e 180 µL do reagente FRAP - tampão de acetato (pH 3,6; 300 mmol/ L), TPTZ (10 mmol/ L em 40 mmol/ L de HCl solução) e FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O (20 mmol/ L) na proporção de 10:1:1. O ensaio de controlo foi realizado utilizando-se 180 µL de reagente FRAP e 20 µL de água

desionizada. Após incubação por 10 minutos a 37 °C no escuro, a absorvância foi lida a 593 nm. O Ácido Ascórbico (AA) foi o padrão antioxidante usado para fazer a curva de calibração ( $y = 0,0029x - 0,0028$  com  $R = 0,9993$ ); os resultados foram expressos em mg de equivalentes de Ácido Ascórbico por 100 g de base fresca (bf).

#### **3.4.4 Atividade antioxidante pelo método ABTS**

A avaliação do poder antioxidante por redução do radical ABTS (2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) seguiu a metodologia descrita por Gião *et al* (2007) [48]. O ensaio consiste na reação de 20 µL de amostra/padrão com 180 µL de reagente ABTS (obtido através da reação de volumes iguais de ABTS 7 mM e persulfato de potássio 2,45 mM à temperatura ambiente e no escuro, durante pelo menos 16 horas). O ensaio de controlo foi realizado utilizando-se 180 µL de reagente ABTS e 20 µL de água desionizada. A absorvância foi medida a 734 nm no leitor de microplaca, após 6 min de reação ao abrigo da luz. O Ácido Ascórbico (AA) foi o padrão antioxidante usado para fazer a curva de calibração ( $y = 0,0095x + 0,0046$  com  $R = 0,9993$ ); os resultados foram expressos em mg de equivalentes de Ácido Ascórbico por 100 g de base fresca (bf).

#### **3.4.5 Atividade antioxidante pelo método DPPH**

A avaliação do poder antioxidante por redução do radical DPPH (1-difenil-2-picril-hidrazilo) seguiu a metodologia descrita por Paz *et al* (2015). O ensaio consiste na reação de 25 µL de amostra/padrão com 200 µL de solução etanólica de DPPH\* 40 mg/L. A absorvância foi medida a 525 nm no leitor de microplaca, após 30 min de reação ao abrigo da luz. O Trolox (Tx) foi o padrão antioxidante usado para fazer a curva de calibração ( $y = 0,002x + 0,0187$  com  $R = 0,9936$ ) e os resultados foram expressos em mg de equivalentes de Trolox por 100 g de base fresca (bf).

### **3.5 Análise estatística**

Os resultados foram submetidos a tratamento estatístico utilizando o software IBM SPSS versão 27, sendo apresentados como média  $\pm$  desvio-padrão. Os resultados dos atributos sensoriais aplicados ao Painel de Provedores foram avaliados através de gráficos bidimensionais. Os dados de Aceitação Global e Intenção de Compra foram avaliados por ANOVA, seguido por comparação das médias dos valores da escala hedónica pelo teste Post-Hoc de Sidak a 5% de probabilidade.

## 4 Resultados e discussão

### 4.1 Testes preliminares de otimização da formulação dos Estruturados de *Pera Rocha*

Nos testes preliminares de otimização descritos no ponto 3.1 observou-se que:

- Todas as amostras de polpa de fruta com os hidrocolóides ágar e goma de alfarroba ficam bem homogeneizadas no Robot de Cozinha – Bimby à temperatura de 90 °C, durante 60 segundos, com exceção da mistura de 0,750 mg de goma de alfarroba com a polpa de *Pera Rocha* (ensaio 2) este procedimento teve de ser efetuado 2 vezes, até a goma de alfarroba se misturar totalmente com a polpa.

- O estruturado de *Pera Rocha* obtido no ensaio 2 (goma de alfarroba na percentagem de 0,75% em relação ao peso da polpa de pera) não desforma ao fim das 12 horas no frigorífico, apresentando-se na forma de uma geleia. Apresenta uma textura frágil, apesar de que em termos de sabor apresenta um sabor mais intenso a *Pera Rocha* em relação aos outros ensaios.

- Os estruturados de *Pera Rocha* formulados com ágar e goma de alfarroba nas percentagens de 0,2%, 0,4%, 0,8% e 1,6% em relação à goma de alfarroba (ensaios 3-6) apresentam um corte mais firme e um sabor mais intenso a pera. Contudo, nota-se uma diferença mais significativa destes atributos entre os estruturados de *Pera Rocha* preparados com 0,2% e 0,8% de ágar em relação à goma de alfarroba.

- Em termos de sabor, é preferível o uso da *Pera Rocha* em relação ao Compal. Não se sente falta de açúcar e fica com o sabor intenso da *Pera Rocha*.

- A utilização da casca da pera (influência da pectina) produz estruturados com um sabor mais acre, uma textura menos homogénea e uma cor mais escura.

- Nos ensaios realizados para avaliar o efeito da cozedura da polpa e da inclusão da casca (pectina), para evitar a oxidação das mesmas, os pedaços de pera foram mergulhados em água com limão. Verificou-se que mesmo com este procedimento, houve oxidação (escurecimento) da polpa de pera.

Na Figura 4.1 está representada o estado de maturação das peras utilizadas. Na Figura 4.2 está representada a polpa de *Pera Rocha* sem cozimento e triturada sem a casca (A) e *Pera Rocha* sem cozimento e triturada com a casca (B). Verificam-se tonalidades diferentes, apresentando a pera com casca uma cor mais escura. Na Figura 4.3 é apresentada o efeito do cozimento da polpa com e sem casca. Na Figura 4.4, observam-se os estruturados de *Pera Rocha* colocados nos respectivos moldes. Pode-se verificar uma tonalidade mais clara na amostra C e na amostra B, por não terem a casca da pera na sua composição. Na Figura 4.5, está representada as imagens dos Estruturados de *Pera Rocha* após 12 horas de refrigeração, notando-se um aspeto mais brilhante e firme dos estruturados de *Pera Rocha*. Pode-se ainda observar que os estruturados de *Pera Rocha* na Figura 4.6, na fila 2 não solidificaram. Neste ensaio foi apenas utilizada a goma de alfarroba e não a mistura de Ágar/GALF. Este resultado está concordante com o que está descrito na literatura, a GALF funciona melhor combinado com outros hidrocolóides e não sozinho [27]. De qualquer forma este estruturado pode ser usado como recheio ou mesmo na construção de geleias, pois a goma de alfarroba com a polpa da *Pera Rocha* dá um sabor mais intenso à fruta em relação aos outros ensaios com a combinação de hidrocolóides.



Figura 4.1 – *Pera Rocha* fresca não amadurecida (A) utilizada para polpa de fruta sem cozimento e *Pera Rocha* fresca madura (B) para polpa de fruta com cozimento.

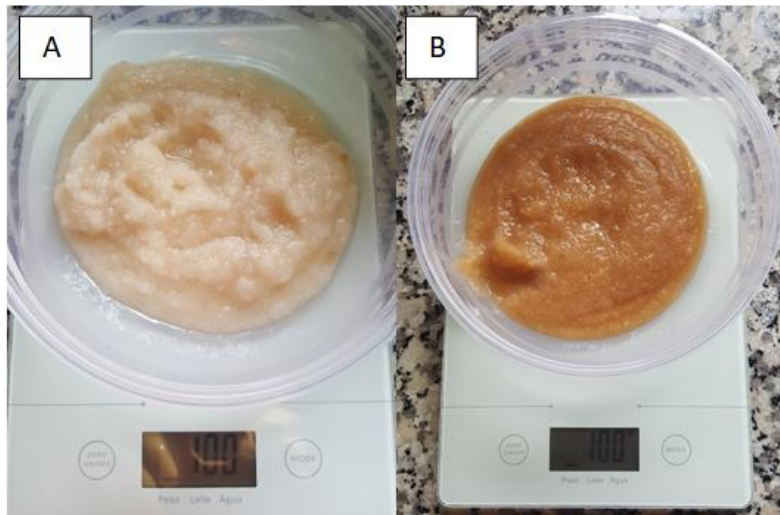


Figura 4.2 – Polpa obtida de *Pera Rocha* fresca (A) sem casca triturada com liquidificador e polpa obtida de *Pera Rocha* fresca (B) com casca triturada com liquidificador.

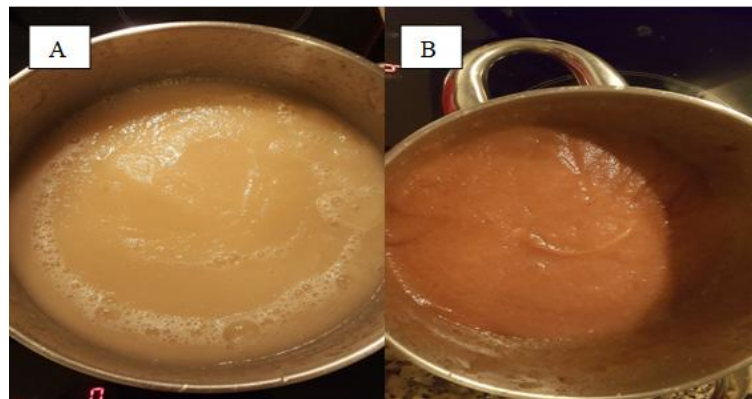


Figura 4.3 – Polpa obtida de *Pera Rocha* fresca sem casca após cozimento (A) e polpa obtida de *Pera Rocha* fresca com casca após cozimento (B).

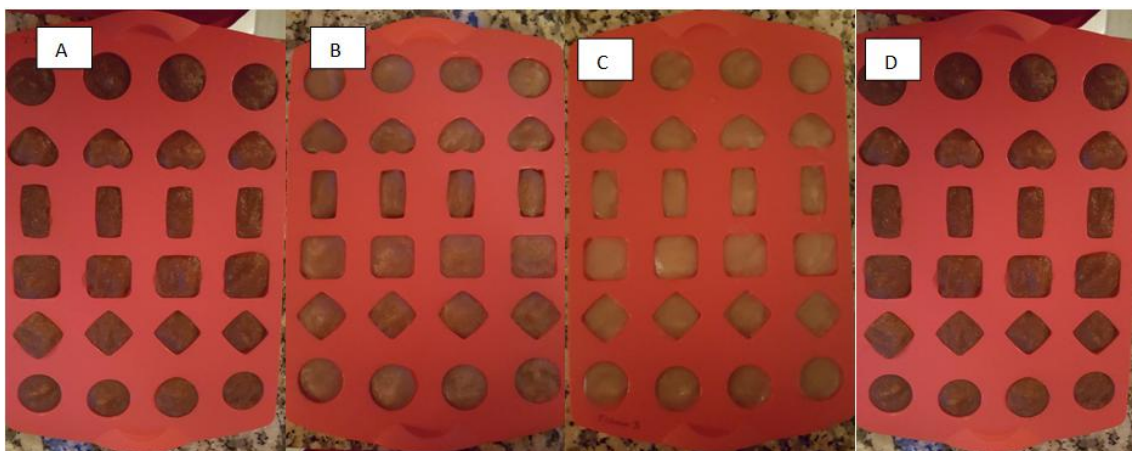


Figura 4.4 – Estruturados de *Pera Rocha* com casca e sem cozimento da fruta (A), Estruturados de *Pera Rocha* sem casca e sem cozimento da fruta (B), Estruturados de *Pera*.

.*Rocha* sem casca e com cozimento da fruta (C) e Estruturados de *Pera Rocha* com casca e com cozimento da fruta (D) – após colocação nos moldes.

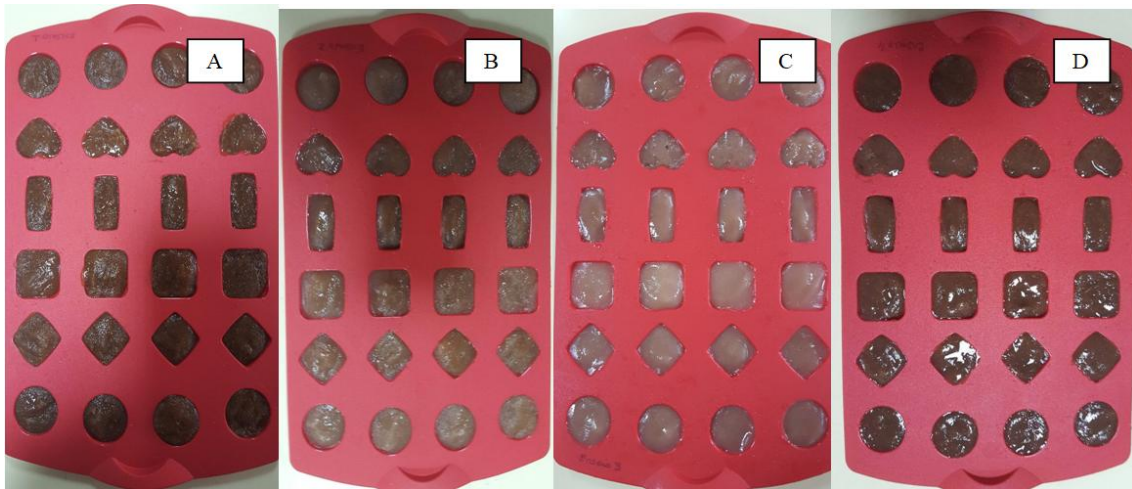


Figura 4.5 – Estruturados de *Pera Rocha* com casca e sem cozimento da fruta (A), Estruturados de *Pera Rocha* sem casca e sem cozimento da fruta (B), Estruturados de *Pera Rocha* sem casca e com cozimento da fruta (C) e Estruturados de *Pera Rocha* com casca e com cozimento da fruta (D) - Após frigorífico 12 horas.

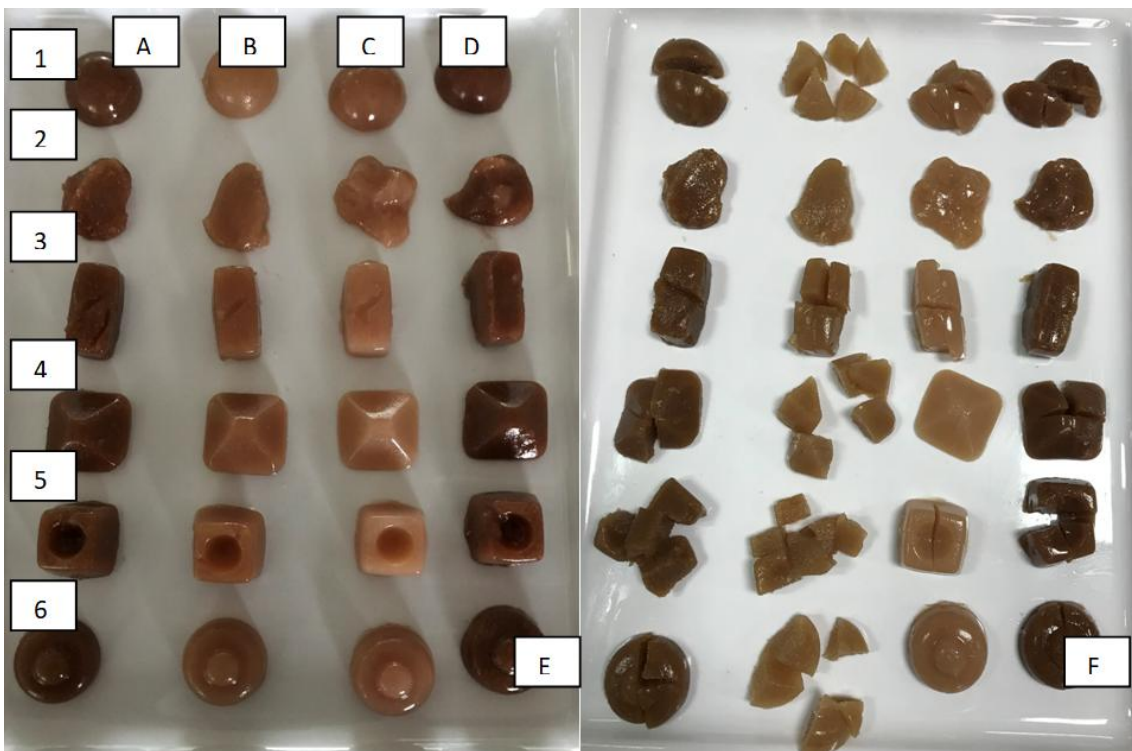


Figura 4.6 – Estruturados de Fruta utilizando diferentes métodos e quantidades de hidrocolóides diferentes - Ensaio A (com casca/sem cozimento) B (sem casca/sem

cozimento), C (sem casca/com cozimento) e D (com casca/com cozimento da fruta); E (Estruturados após desenformar); F (Estruturados após corte); 1(0,750 mg Ágar); 2(0,750 GALF); 3(0,749 mg Ágar + 0,002 mg GALF); 4(0,747 mg Ágar + 0,003 mg GALF); 5(0,744 mg Ágar + 0,006 mg GALF); 6(0,738 mg Ágar + 0,012 mg GALF).

Para a análise sensorial e para a caracterização físico química e determinação do teor de fenólicos totais e atividade antioxidante foram utilizadas *Peras Rochas* em que não estavam amadurecidas conforme verificamos na Figura 4.7. Neste caso não se verificou qualquer tipo de oxidação das peras, e não houve a necessidade de mergulhar em água com limão.



Figura 4.7 – Estado de maturação da *Pera Rocha* utilizada para a caracterização físico química e determinação de teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante.

Nas Figuras 4.8 e 4.9, quando se comparam com a Figura 4.6 verifica-se tonalidades mais claras, principalmente nas Amostras D e E (s/casca e c/cozimento), apresentam uma tonalidade clara nas duas Figuras idêntica a uma pera no seu estado natural sem casca. A amostra B (s/casca e s/cozimento), apresenta uma tonalidade ligeiramente mais escura em relação às amostras D e E. O cozimento da pera pode ser um fator que influencia no estado de oxidação. Pode-se assim afirmar que o estado de maturação das peras influencia a oxidação do fruto. Quanto mais maduras estiverem as peras, maior é a sua capacidade de oxidação.



Figura 4.8 – Estruturados de *Pera Rocha* usados no Painel de Provadores - Estruturados de *Pera Rocha* c/ casca e s/cozimento da fruta Ágar + 0,2% GALF (A), Estruturados de *Pera Rocha* s/ casca e s/ cozimento da fruta Ágar + 0,2% GALF (B), Estruturados de *Pera Rocha* c/ casca e c/ cozimento Ágar + 0,2% GALF (C), Estruturados de *Pera Rocha* s/ casca e c/ cozimento Ágar + 0,2% GALF (D) e Estruturados de *Pera Rocha* s/casca e c/cozimento Ágar + 0,8% GALF (E).



Figura 4.9 – Estruturados de *Pera Rocha* obtidos para a caracterização físico química e determinação de teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante.

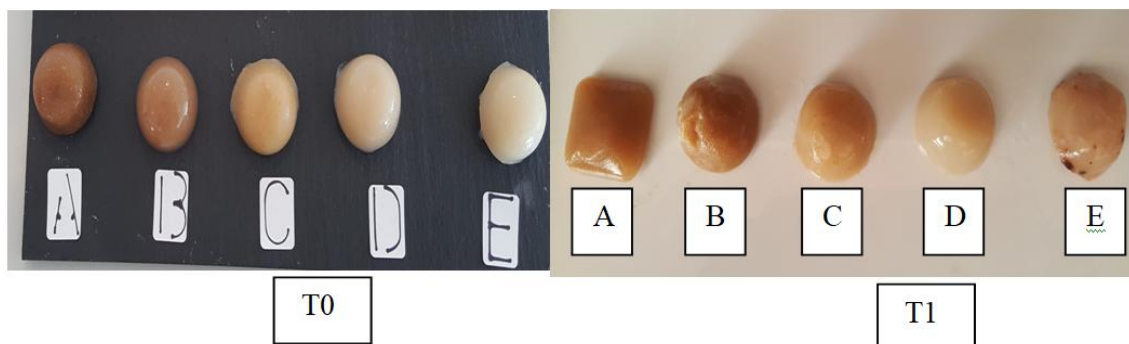


Figura 4.10 – Estruturados de *Pera Rocha* no Tempo 0 e no Tempo 1 após 5 meses de confeção. Estruturados de *Pera Rocha* c/ casca e s/cozimento da fruta Ágar + 0,2% GALF

(A), Estruturados de *Pera Rocha* s/ casca e s/ cozimento da fruta Ágar + 0,2% GALF (B), Estruturados de *Pera Rocha* c/ casca e c/ cozimento Ágar + 0,2% GALF (C), Estruturados de *Pera Rocha* s/ casca e c/ cozimento Ágar + 0,2% GALF (D) e Estruturados de *Pera Rocha* s/casca e c/cozimento Ágar + 0,8% GALF (E).

Podemos verificar que as amostras que ganharam bolor foram as amostras B e E, as cores não foram muito alteradas, em relação às amostras A e D, e as restantes apresentam ligeiras alterações, principalmente as que ganharam bolor. Contudo ambas amostras apresentavam um cheiro desagradável. Podemos assim concluir que existem boas perspetivas na conservação do produto por um longo período de tempo, ao usar-se uma técnica adequada de conservação.

#### **4.2 Análise sensorial dos estruturados de *Pera Rocha***

Numa primeira instância, procurou-se perceber se os estruturados de *Pera Rocha* A-E avaliados diferiam em alguns atributos sensoriais, os resultados da análise sensorial encontram-se nas Figuras 4.11 e 4.12. Verificou-se que as maiores diferenças são sentidas no atributo “Cor”. Detetam-se diferenças que rondam apenas um ponto numa escala hedónica de 1 a 5 pontos, nos atributos “Sabor Geral”, “Sabor a Pera”, “Brilho” e “Apreciação de Cor”. A amostra D (estruturado de *Pera Rocha* s/casca s/cozimento, ágar + 0.2% GALF) apresentou melhor avaliação destes atributos. O atributo que se destaca por ter tido uma avaliação inferior em todos os restantes é o atributo “Quebradiço”. Os parâmetros onde existem mais diferenças entre as amostras superiores a 1 unidade de diferença, são a “Intenção de Compra”, a “Aceitação Global”, a “Rigidez ao Corte” e a “Textura Homogénea”. Verifica-se que nos parâmetros atrás referidos as amostras com maiores médias são a D (estruturado de *Pera Rocha* s/ casca e c/ cozimento Ágar + 0,2% GALF) e a E (estruturado de *Pera Rocha* s/casca e c/cozimento Ágar + 0,8% GALF).

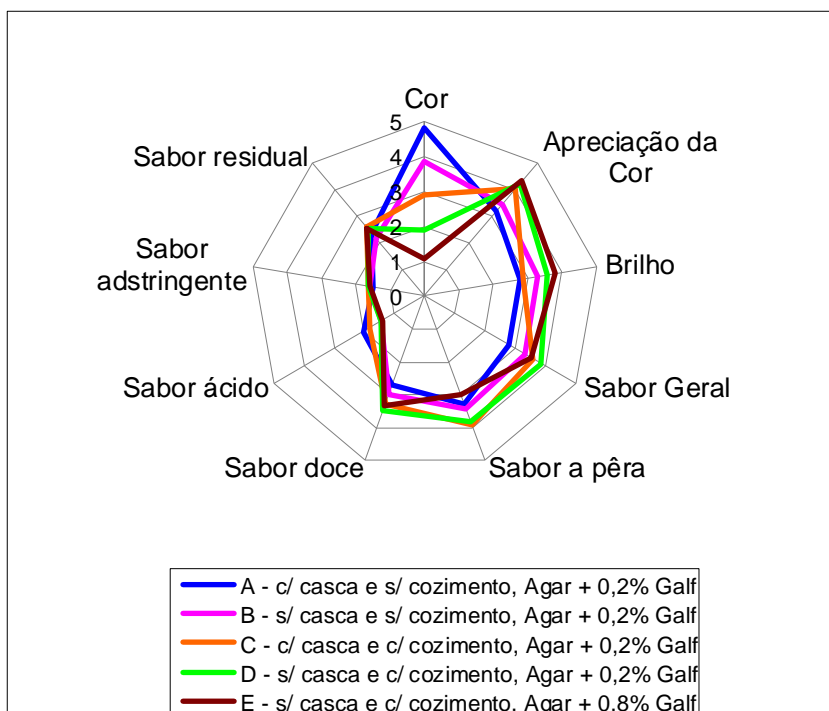


Figura 4.11 – Representação gráfica da média dos 9 atributos considerados na análise sensorial.

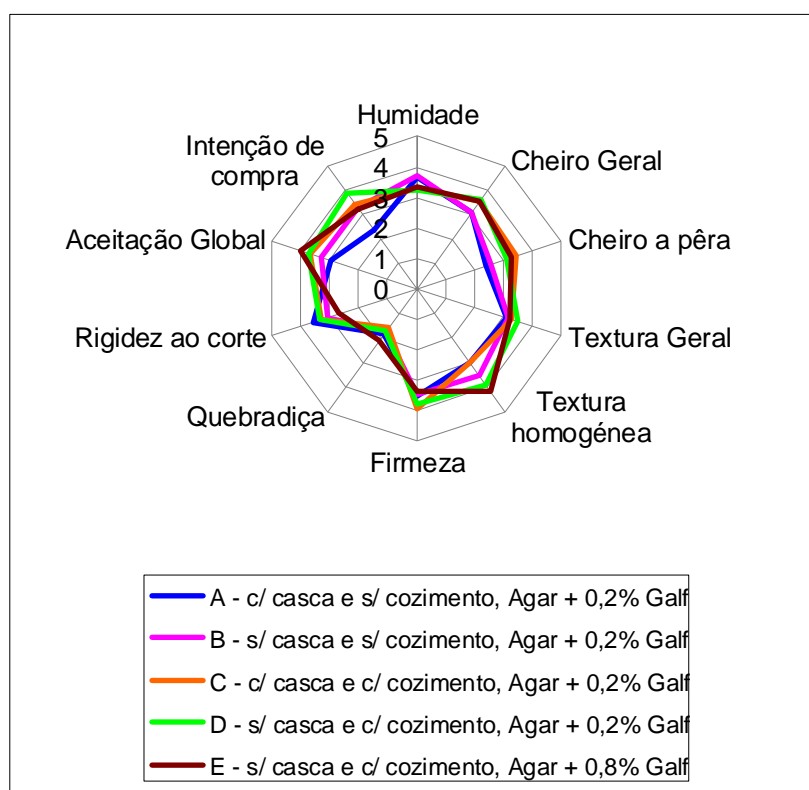


Figura 4.12 – Representação gráfica dos atributos da análise sensorial em média (continuação).

Sendo os parâmetros “Aceitação Global” e “Intenção de Compra” - os indicadores mais apropriados para avaliar a potencial recetividade de um novo produto alimentar, realizou-se uma análise mais detalhada (Figuras 4.13 e 4.14).

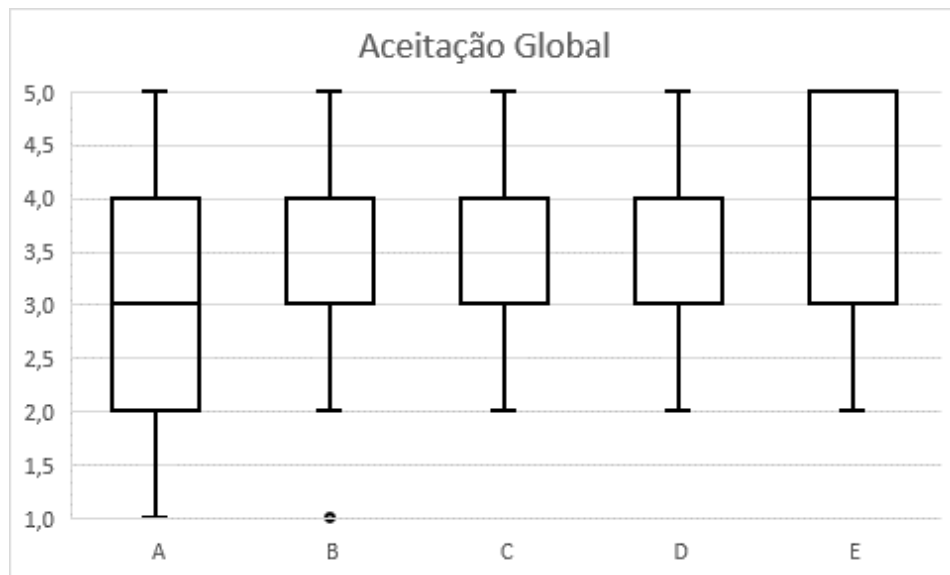


Figura 4.13 – Representação gráfica “Caixa de Bigodes” para o parâmetro da Aceitação Global.

Ao nível da “Aceitação Global” (Figura 4.13) destacam-se três aspetos, o Estruturado de *Pera Rocha* A (c/casca e s/cozimento Ágar + 0,2% GALF) apresenta uma grande divisão dos inquiridos que não permite considerar esta amostra como efetivamente aceite. A amostra E (s/casca e s/cozimento Ágar + 0,8% GALF) claramente apresenta uma aceitação mais elevada com 75% dos inquiridos a responderem no mínimo 3, neste parâmetro. A terceira conclusão é que as amostras B (s/casca e s/cozimento Ágar + 0,2% GALF), C (c/casca e c/cozimento Ágar + 0,2% GALF) e D (s/casca e c/cozimento Ágar + 0,2% GALF) apresentam uma “Aceitação Global” idêntica com 50% das pessoas a responderem um valor entre 3 e 4.

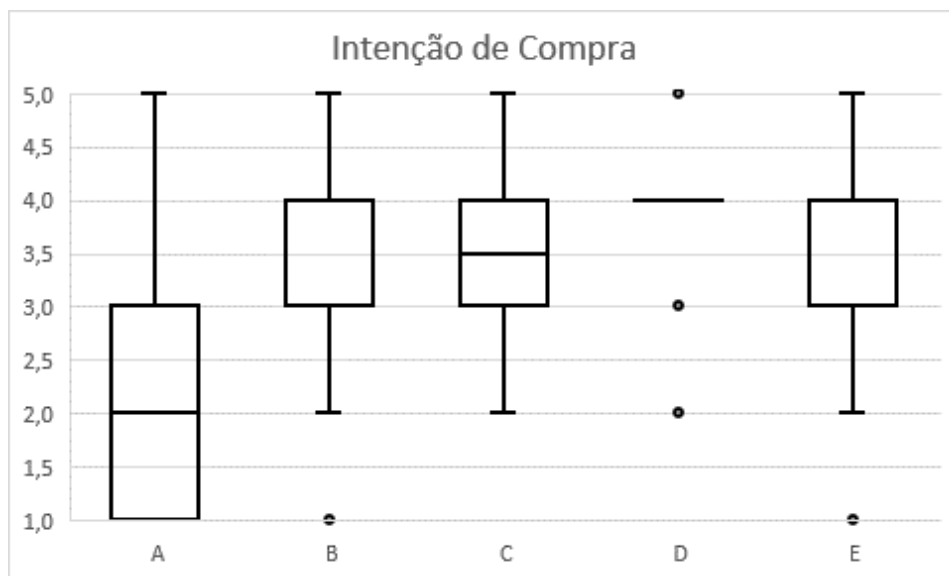


Figura 4.14 – Representação gráfica “Caixa de Bigodes” para o parâmetro da Intenção de Compra.

Na Figura 4.14 podem-se extrair 3 conclusões relativamente ao parâmetro “Intenção de Compra”. O estruturado de *Pera Rocha* A (c/casca e s/cozimento Ágar + 0,2% GALF) apresenta valores baixos de intenção de compra com 75% dos inquiridos a responder 3 ou menos, as amostras B (s/casca e s/cozimento Ágar + 0,2% GALF), C (c/casca e c/cozimento Ágar + 0,2% GALF) e E (s/casca e c/cozimento Ágar + 0,8% GALF) apresentam 50% dos inquiridos com valores de “Intenção de Compra” entre o 3 e o 4. E como terceira conclusão, a amostra D apresenta os maiores valores de “Intenção de Compra” e uma maior unanimidade, em que pelo menos 50% dos inquiridos responderam 4.

Relativamente aos parâmetros “Apreciação Global” e à “Intenção de Compra” realizou-se uma análise Anova para comparar a média das 5 amostras de A-E, em cada um dos parâmetros, de forma a verificar se as amostras se diferenciam significativamente. Os resultados do teste ANOVA para o parâmetro “Apreciação Global” encontram-se na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Testes de efeitos dentre-sujeitos para o parâmetro da “Apreciação Global”.

Origem		Tipo III Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Amostra	Esfericidade considerada	31,424	4	7,856	13,875	<b>0,000</b>
Erro (amostra)	Esfericidade considerada	110,976	0,196	0,566		

Verifica-se que a ANOVA de uma via com medidas repetidas demonstra que existem diferenças significativas entre as amostras [ $Z(4, 196) = 13,875; p < 0,05$ ]. Comprovada a diferença entre médias no teste ANOVA, executou-se o teste Post-Hoc de Sidak, usando o método Pairwise para verificar quais as amostras que são significativamente diferentes entre si ( $p < 0,05$ ). Os resultados estão apresentados no Anexo C (Tabela C1) e evidenciam que o estruturado de *Pera Rocha E* (s/casca e c/cozimento Ágar +0,8% GALF) é significativamente diferente dos estruturados A (c/casca e s/cozimento Ágar + 0,2% GALF) e B (s/casca e s/cozimento Ágar + 0,2% GALF)-, e que o estruturado de *Pera Rocha A* é significativamente diferente dos estruturados C (c/casca e c/cozimento Ágar + 0,2% GALF), D (s/casca e c/cozimento Ágar +0,8% GALF) e E. Face à Apreciação Global conclui-se que os estruturados de *Pera Rocha C*, D e E obtiveram melhores resultados, sem que seja possível confirmar uma diferença significativa estatisticamente entre elas.

Os resultados do teste Anova, para o parâmetro “Intenção de Compra” encontram-se na Tabela 4.2. Verifica-se que a ANOVA de uma via com medidas repetidas demonstra que existem diferenças significativas entre as amostras [ $Z(4, 196) = 24,170; p < 0,05$ ]. Comprovada a diferença entre médias no teste ANOVA, executou-se o teste Post-Hoc de Sidak, usando o método Pairwise para verificar quais as amostras que são significativamente diferentes entre si ( $p < 0,05$ ). Os resultados estão no Anexo C (Tabela C2), tendo-se verificado que os estruturados de *Pera Rocha A* (c/casca e s/cozimento + Ágar + 0,2% GALF) e D (s/casca e c/cozimento Ágar +0,2% GALF) são significativamente diferentes de todas os outros. Efetivamente, o estruturado de *Pera Rocha D* (s/casca e c/cozimento Ágar +0,2% GALF) é o que demonstra a maior “Intenção de Compra” e destaca-se dos restantes estruturados.

Tabela 4.2 - Teste de efeitos dentre-sujeitos para o parâmetro “Intenção de Compra”.

Origem		Tipo III Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
<b>Amostra</b>	Esfericidade considerada	60,120	4	15,030	24,170	<b>0,000</b>
<b>Erro (amostra)</b>	Esfericidade considerada	121,880	0,196	0,622		

Sumariamente, da análise estatística pode concluir-se que os estruturados de *Pera Rocha* D (s/casca e c/cozimento Ágar +0,2% GALF) e a E (s/casca e s/cozimento Ágar + 0,8% GALF) são os que obtiveram melhor avaliação sensorial. Relativamente à amostra D, no teste ANOVA, foi a única com maior destaque na “Intenção de Compra”. Quanto à amostra E, sobretudo se considerada a representação gráfica “Caixa de Bigodes”, verifica-se que esta amostra teve os maiores valores de Aceitação Global.

### 4.3 Caracterização físico-química dos estruturados de *Pera Rocha*

Na Tabela 4.3, estão apresentados os valores (médias  $\pm$  SD) de pH, humidade e cinzas dos estruturados de *Pera Rocha* A-E avaliados sensorialmente.

Tabela 4.3 - Determinações físico-químicas realizadas nos Estruturados de *Pera Rocha*.

Caracterização Físico-Química	Amostra A (c/casca e s/cozimento Ágar +0,2% GALF)	Amostra B (s/casca e s/cozimento Ágar +0,2% GALF)	Amostra C (c/casca e c/cozimento Ágar +0,2% GALF)	Amostra D (s/casca e c/cozimento Ágar +0,2% GALF)	Amostra E (s/casca e c/cozimento Ágar +0,8% GALF)
<b>pH</b>	4,6 $\pm$ 0,02	4,6 $\pm$ 0,01	4,6 $\pm$ 0,01	4,6 $\pm$ 0,02	4,6 $\pm$ 0,02
<b>Humidade</b>	81,2% $\pm$ 1,64	82,1% $\pm$ 2,01	79,7% $\pm$ 1,73	80,3% $\pm$ 0,60	80,7% $\pm$ 0,61
<b>% Cinzas</b>	0,6% $\pm$ 0,082	0,9% $\pm$ 0,099	0,8 $\pm$ 0,107	0,6 $\pm$ 0,012	0,9 $\pm$ 0,047

Os valores médios de pH mantiveram-se na ordem do 4,6, para as amostras de A-E. Conclui-se assim, que não houve diferenças de pH entre as amostras.

Relativamente ao parâmetro humidade, obtiveram-se valores médios entre 79,7% e 82,1%. O valor mais baixo foi encontrado no estruturado de *Pera Rocha* C (79,7%) e o valor mais alto encontrado no estruturado B (82,3%). Segundo a Portfir (Plataforma Portuguesa de Informação Alimentar) (2019) [49], a *Pera Rocha* é constituída na sua maioria por água, 85,5 g por 100 g, sendo assim um fruto que na sua forma natural apresenta bastante humidade. Logo seria de esperar encontrar elevadas percentagens de humidade nas amostras estudadas.

Relativamente ao parâmetro % de cinzas, os valores médios encontrados variaram entre 0,6% e 0,9%. Os estruturados de *Pera Rocha* A e D apresentaram valores significativamente mais baixos que os estruturados B, C e E. De acordo com o Instituto Nacional Ricardo Jorge [50], o valor da análise da % de cinzas em 5 variedades de peras (não especificadas) foi de 0,36% por 100 g de produto. Comparativamente, com a análise efetuada às amostras de A-E, ambas deram valores ligeiramente mais elevados, mas abaixo sempre do 1%.

Perante os valores obtidos pode-se concluir que a composição de hidrocolóides não teve influência no pH, humidade e teor de cinzas dos estruturados de *Pera Rocha* desenvolvidos neste trabalho.

#### 4.4 Determinação do teor de fenólicos totais e atividade antioxidante dos estruturados de *Pera Rocha*

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado usando o método colorímetro de Folin-Ciocalteu. Apesar do método Folin-Ciocalteu ser simples, sensível e amplamente usado na literatura para avaliar o teor de compostos fenólicos totais de diferentes matrizes alimentares, deve-se ter em conta que este método pode sofrer interferências causadas pela presença de açúcares redutores e alguns aminoácidos, que podem alterar as determinações experimentais realizadas [50].

Na Figura 4.15 é apresentado o teor de compostos fenólicos dos estruturados de *Pera Rocha* avaliados sensorialmente. Os teores variaram entre 17,0 mg EqAG/100 g bf (estruturado de *Pera Rocha* B, s/casca e s/cozimento Ágar +0,2% GALF) e 41,2 mg EqAG/100 g bf (estruturado de *Pera Rocha* C, c/casca e c/cozimento Ágar +0,2% GALF). Verifica-se que a amostra C (c/casca e c/cozimento Ágar +0,2% GALF) apresenta um valor superior em relação às restantes amostras. Este fato é justificado pela presença da casca, onde estão presentes em maior quantidade os compostos fenólicos e pelo calor que foi sujeita durante o seu cozimento, uma vez que os compostos da matriz ficam mais expostos para serem reduzidos, havendo assim um aumento destes compostos. O estruturado de *Pera Rocha* B (s/casca e s/cozimento Ágar +0,2% GALF) apresenta um TCF mais baixo comparativamente às restantes amostras, justificado pela ausência de casca na sua composição e ausência do cozimento da polpa.

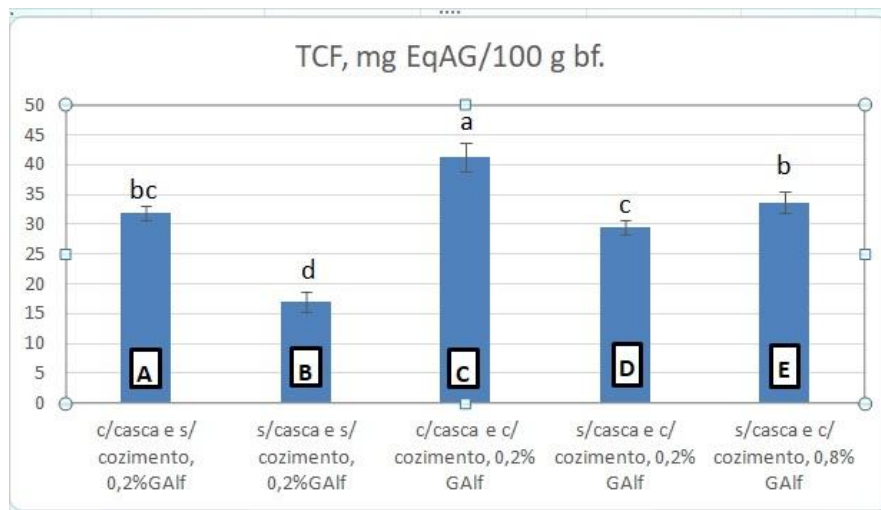


Figura 4.15 – Teor de compostos fenólicos (mg Eq Ag/100 g bf) dos estruturados de *Pera Rocha* avaliados sensorialmente pelo método Folin-Ciocalteu.

Ferreira *et al.* (2002) [51] avaliaram o teor de compostos fenólicos em diferentes variedades de peras portuguesas. O valor encontrado para a concentração média de compostos fenólicos de pera no estágio de maturidade comercial foi de 3,7 g por Kg de polpa fresca. As mesmas peras forma colocadas a secar ao sol e a média de compostos fenólicos baixou para 64%, o que se aproxima mais dos valores encontrados nesta dissertação (0,41 g Eq AG/100 g bf). O método utilizado HPLC por Ferreira *et al.*, para verificar os compostos fenólicos na pera foi diferente da técnica TCF aplicada nesta desta dissertação, o que pode também influenciar os resultados obtidos.

Salta *et al.* (2010) [52] obtiveram o valor máximo de compostos fenólicos para a *Pera Rocha* de 164,3 mg/100 g fw. O valor é ligeiramente superior ao obtido no estudo desta dissertação, contudo a técnica utilizada por estes autores foi através da análise HPLC/DAD, o que poderia fazer com que os valores sofressem variações em relação ao método TCF utilizado. A preparação da amostra, foi realizada também de uma forma diferente, todas as amostras (casca e polpa), foram congeladas a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  e passaram pelo processo de extração, filtração e evaporação até à secura sob vácuo. Ainda neste estudo, os autores realizaram comparação dos compostos fenólicos com outras variedades de Peras, e concluíram que a *Pera Rocha* (casca e polpa) apresenta maior teor de fenólicos totais. Entre eles, o ácido clorogênico, sérico, ferúlico e cumarico, arbutina e epicatequina foram detetados como os principais compostos fenólicos.

A atividade antioxidante de uma matriz alimentar deve ser avaliada por diferentes métodos, devido a responderem e quantificarem mecanismos diferentes de reação [47]. Neste trabalho, a atividade antioxidante dos Estruturados de *Pera Rocha* A-E avaliados pelo painel sensorial foi analisada através de três métodos diferentes: DPPH, FRAP e ABTS. O método DPPH é vulgarmente utilizado na literatura para avaliar a atividade antioxidante de diversas matrizes alimentares pois é considerado rápido, prático e com boa estabilidade. A redução do radical DPPH, faz com que haja o decréscimo da absorvância da reação, aumentando assim o poder antioxidante da amostra a analisar [53]. O método FRAP é muito utilizado para medir a capacidade antioxidante de frutas. Neste método, o complexo férrico-tripiridiltriazina ( $Fe_3$ -TPZ) amarelo é reduzido ao complexo ferroso ( $Fe_2$ -TPZ) azul, na presença de um antioxidante e em condições ácidas [55]. O método ABTS tem uma boa estabilidade, apresentando resultados reprodutíveis. Além disso, apresenta vários máximos de absorção e uma boa solubilidade, o que permite analisar compostos tanto de natureza lipofílica como hidrofílica [55]. As figuras 4.16, 4.17 e 4.18 apresentam a atividade antioxidante dos estruturados de pera Rocha A-E avaliada, respetivamente, pelos métodos DPPH, FRAP e ABTS.

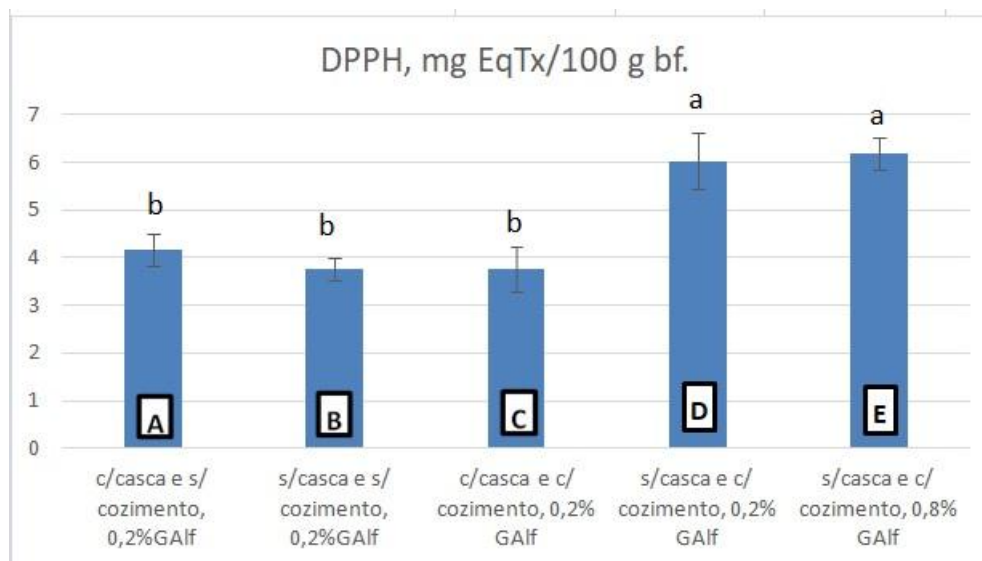


Figura 4.16 - Atividade antioxidante (mg Eq Tx/100 g bf) dos estruturados de Pera Rocha avaliados sensorialmente pelo método DPPH.

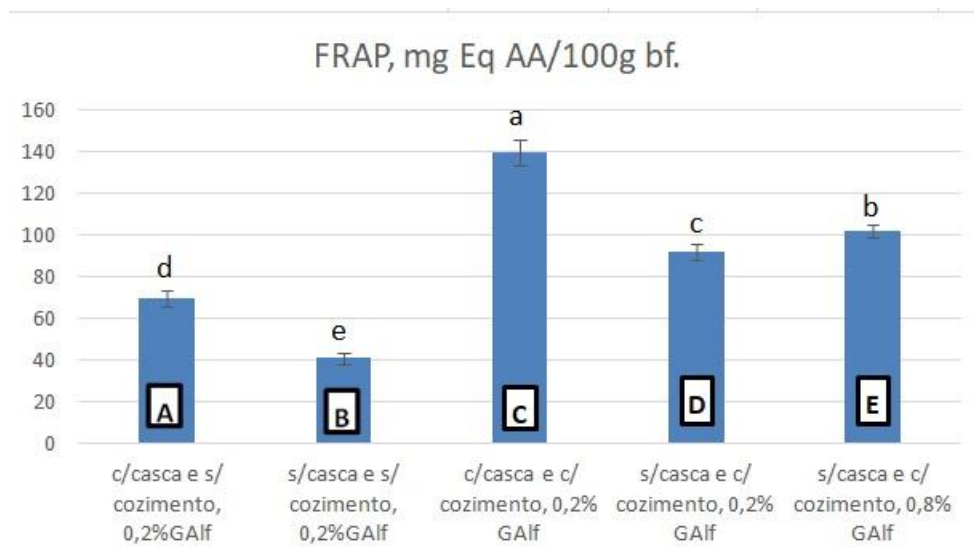


Figura 4.17 - Atividade antioxidante (mg EqAA/100 g bf) dos estruturados de *Pera Rocha* avaliados sensorialmente pelo método FRAP.

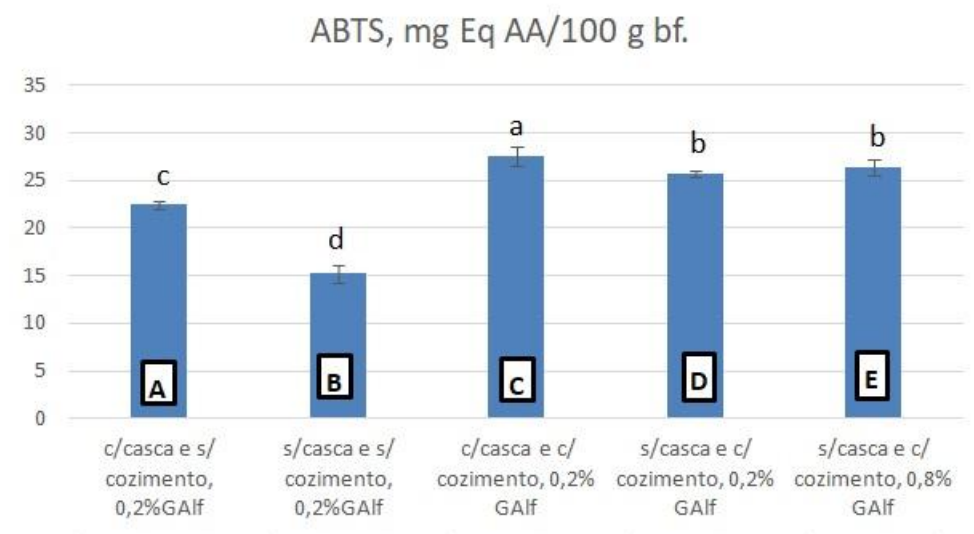


Figura 4.18 - Atividade antioxidante (mg Eq AA/100 g bf) dos estruturados de *Pera Rocha* avaliados sensorialmente pelo método ABTS.

No Ensaio DPPH, a atividade antioxidante variou entre 3,8 mg Eq Tx/100 g bf (Amostras B e C, iguais entre si) e 6,2 mg Eq Tx/100 g bf (Amostra E, s/casca e c/cozimento Ágar +0,2% GALF). No ensaio FRAP, a atividade antioxidante variou entre 41,0 mg Eq AA/100 g bf (Amostra B, s/casca e s/cozimento Ágar +0,2% GALF) e 140,0 mg Eq AA/100 g bf

(Amostra C, c/casca e c/cozimento Ágar +0,2% GALF). No ensaio ABTS, a atividade antioxidante variou entre 15,1 mg Eq AA/100 g bf (Amostra B, s/casca e s/cozimento Ágar +0,2% GALF) e 27,9 mg Eq AA/100 g bf (Amostra C, c/casca e c/cozimento Ágar +0,2% GALF).

Fazendo a análise ANOVA, percebe-se que a amostra C "c/casca e c/ cozimento, 0,2% GALF" é a que apresenta maior teor de compostos fenólicos (TCF) e atividade antioxidante. Este resultado sugere que o calor permite que os compostos (fenólicos e antioxidantes) da matriz fiquem mais expostos para serem reduzidos (e medidos nos ensaios). Tal como esperado, a casca contribui para o teor de compostos fenólicos e antioxidantes, percebemos isto quando se comparam as Amostras A e B. Também a adição de goma de alfarroba traduz-se num aumento de compostos fenólicos e antioxidantes, sendo que o aumento é maior na amostra E (0,8%), comparativamente à amostra D (0,2%).

Salta *et al.* (2010) [52], concluíram no seu estudo que a *Pera Rocha* exibiu o maior teor de fenólicos totais e uma capacidade antioxidante bastante significativa quando comparada com as outras variedades de Peras. Essas características, aliadas ao sabor único, fazem desta variedade uma fonte muito promissora de antioxidantes naturais dos alimentos. Além disso, a sua produção e comercialização como alimento funcional é uma boa forma de aumentar os benefícios para a saúde e a sustentabilidade da agricultura.

## 5 Conclusões

O desenvolvimento deste trabalho permitiu chegar a diferentes conclusões.

É possível criar Estruturados de *Pera Rocha* usando os hidrocolóides Ágar e Goma de Alfarroba. As composições testadas foram: 0,75% Ágar, 0,75% Goma de Alfarroba, 0,2%, 0,4%, 0,8% e 1,6% de goma de alfarroba em relação aos 0,75% de Ágar, numa base de 100 g de polpa de fruta. Das formulações realizadas as que obtiveram melhor apreciação por parte da análise empírica de 5 provadores foram: Estruturado de *Pera Rocha* c/casca e s/cozimento Ágar + 0,2% GALF, Estruturado de *Pera Rocha* s/ casca e s/ cozimento da fruta Ágar + 0,2% GALF, Estruturado de *Pera Rocha* c/ casca e c/ cozimento 0,2% Ágar + GALF, Estruturado de *Pera Rocha* s/ casca e c/ cozimento 0,2% Ágar + GALF e Estruturado de *Pera Rocha* s/casca e c/cozimento Ágar + 0,8% GALF. Todos os estruturados desenvolvidos apresentarem uma estrutura firme e resistência a quebras durante o corte, bem como, uma menor alteração do sabor a *Pera Rocha*, pelo que foram selecionados para a Análise Sensorial, dos parâmetros físico-químicos e do teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante.

A análise sensorial evidenciou que os estruturados de *Pera Rocha* com maior Aceitação Global e Intenção de Compra foram os formulados sem casca e com cozimento da polpa com diferentes % de GALF (0.2% e 0.8%) em relação ao ágar. Contudo, relativamente aos parâmetros pH, humidade e % de cinzas não se observaram diferenças significativamente estatísticas entre os estruturados desenvolvidos. No que respeita ao teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante (avaliada pelo DPPH, FRAP e ABTS), os estruturados de *Pera Rocha* preparados com casca e com cozimento da polpa e com a adição de 0.8% de GALF apresentaram um teor de compostos fenólicos e atividade antioxidantes significativamente superior aos restantes estruturados, evidenciando o possível contributo da goma da alfarroba para estes resultados.

Os estruturados de *Pera Rocha* avaliados sensorialmente foram embalados sob vácuo e armazenados a 5 °C por um período de 5 meses. Findo este período, duas das amostras (B - s/casca e s/cozimento Ágar +0,2% GALF e E - s/casca e c/cozimento Ágar +0,2% GALF) apresentarem bolor e todos apresentaram um cheiro desagradável, apontando uma perda do prazo de validade. Será interessante fazer análises microbiológicas por um período de tempo de prateleira a definir para o controlo de qualidade dos estruturados.

Como conclusão final, é possível obter Estruturados de *Pera Rocha* usando os hidrocolóides Ágar e Goma de Alfarroba, em que estes podem ser consumidos na sua forma natural ou usados em produtos de chocolataria e confeitaria como recheios. Para conhecimento da autora esta é a primeira tentativa de usar esta mistura de hidrocolóides na preparação de estruturados de fruta.

A formulação de Estruturados de *Pera Rocha*, nesta dissertação deu os seus primeiros passos de forma a perceber se era possível a sua concretização pelos métodos utilizados. Numa perspetiva de continuação deste trabalho, será interessante avaliar em trabalhos futuros:

- Uma composição diferente de hidrocolóides, nomeadamente a goma gelana por ser vulgarmente usada na preparação de outros estruturados de fruta;
- O grau brix da polpa da pera para ser uma referência da matéria-prima a usar na preparação dos estruturados de forma a haver reprodutibilidade no processamento;
- Outros parâmetros físicos químicos, nomeadamente a atividade da água, os açúcares totais e açúcares redutores, a vitamina C e a pectina;
- A composição nutricional da estrutura de *Pera Rocha* com melhor aceitação pelo painel: Estruturado de *Pera Rocha* D (s/casca e c/cozimento Ágar + 0,2% GALF) e Estruturado de *Pera Rocha* E (s/casca e c/cozimento Ágar + 0,2% GALF);
- Avaliar os parâmetros textura e firmeza;
- A qualidade microbiológica dos estruturados de *Pera Rocha* com melhor aceitação pelo painel: Estruturado de pera rocha D (s/casca e c/cozimento Ágar + 0,2% GALF) E (s/casca e c/cozimento Ágar + 0,2% GALF), bem como, avaliar o tempo de vida de prateleira destes produtos por um determinado período de tempo a diferentes condições de conservação (vácuo, congelação, refrigeração).

## 6 Bibliografia

- [1] A. Bento, “Do Prado ao Prato para mais saúde,” 2020. [Online]. Available: <https://www.ordemdosnutricionistas.pt/noticia.php?> [Accessed: 21-Mar-2021].
- [2] C. Lopes *IAN-AF: Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física - Relatório de resultados de 2017*. 2015.
- [3] C. S. de Oliveira, “No Title.” [Online]. Available: <https://www.atlasdasaude.pt/publico/content/mais-frutas-hortalicas-e-legumes>. [Accessed: 12-Apr-2021].
- [4] Associação Portuguesa de Nutrição, *Colher Saber - A fruta na alimentação*. 2017.
- [5] E. K. Amine *et al.*, “Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases,” *World Heal. Organ. - Tech. Rep. Ser.*, no. 916, 2003, doi: 10.1093/ajcn/60.4.644a.
- [6] I. N. de Estatística, “Consumo de frutas per capita por Espécie Frutícula.” [Online]. Available: [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_indicadores&indOcorrCod=000166&contexto=bd&selTab=tab2&xlang=pt](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=000166&contexto=bd&selTab=tab2&xlang=pt). [Accessed: 24-Sep-2021].
- [7] A. de S. A. e Económica, “Frutos Secos e Frutos Secados,” 2015. [Online]. Available: <https://www.asae.gov.pt/newsletter2/asaenews-n-92-dezembro-2015/frutos-secos-e-frutos-secados.aspx>. [Accessed: 24-Sep-2021].
- [8] C. Juliana, “Desenvolvimento e Caracterização de Estruturados de Goiaba (*Psidium guajava* L.) utilizando hidrocolóides ágar e goma gelana,” Universidade Federal do Ceará - Centro de Ciências Arárias, 2018.
- [9] R. K. Grizotto, J. M. de Aguirre, and H. C. de Menezes, “Frutas estruturadas de umidade intermediária obtidas de polpas concentradas de abacaxi, manga e mamão,” *Ciência e Tecnol. Aliment.*, vol. 25, no. 4, pp. 691–697, 2005, doi: 10.1590/s0101-20612005000400011.
- [10] D. Obtida., “Estudo da vida-de-prateleira de fruta estruturada e desidratada obtida de polpa concentrada de mamão 1,” vol. 26, no. 3, pp. 709–714, 2006.
- [11] J. Li and S. Nie, “Food Hydrocolloids The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods,” *Food Hydrocoll.*, vol. 53, no. 2016, pp. 46–61, 2019, doi: 10.1016/j.foodhyd.2015.01.035.
- [12] K. Mahmood, H. Kamilah, P. L. Shang, S. Sulaiman, F. Ariffin, and A. K. Alias, “A review: Interaction of starch/non-starch hydrocolloid blending and the recent food applications,” *Food Biosci.*, vol. 19, no. March, pp. 110–120, 2017, doi: 10.1016/j.fbio.2017.05.006.
- [13] D. Saha and S. Bhattacharya, “Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food : a critical review,” vol. 47, no. 6, pp. 587–597, 2010, doi: 10.1007/s13197-010-0162-6.

- [14] C. Chung, B. Degner, E. A. Decker, and D. J. McClements, "Oil-filled hydrogel particles for reduced-fat food applications: Fabrication, characterization, and properties," *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, vol. 20, pp. 324–334, 2013, doi: 10.1016/j.ifset.2013.08.006.
- [15] R. K. Grizotto, R. E. Bruns, and G. Batista, "Otimização via metodologia de superfície de respostas dos parâmetros tecnológicos para produção de fruta estruturada e desidratada a partir de polpa concentrada de mamão 1," vol. 25, no. 1, pp. 158–164, 2005.
- [16] R. K. Grizotto, R. E. Bruns, J. M. De Aguirre, and H. C. De Menezes, "Technological aspects for restructuring concentrated pineapple pulp," *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 40, no. 5, pp. 759–765, 2007, doi: 10.1016/j.lwt.2006.05.002.
- [17] J. A. R. de OLIVEIRA, A. V. CARVALHO, L. H. da S. MARTINS, and D. K. T. MOREIRA, "Elaboração E Caracterização Físico-Química E Sensorial De Estruturados De Polpa Concentrada De Abacaxi," *Alimentos*, vol. 23, no. 1, pp. 23–31, 2012.
- [18] S. Banerjee, R. Ravi, and S. Bhattacharya, "Textural characterisation of gellan and agar based fabricated gels with carrot juice," *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 53, no. 1, pp. 255–261, 2013, doi: 10.1016/j.lwt.2013.02.011.
- [19] A. C. de A. Lins, D. T. de B. Cavalcanti, P. M. Azoubel, E. de A. Mélo, and M. I. S. Maciel, "Effect of hydrocolloids on the physicochemical characteristics of yellow mombin structured fruit," *Food Sci. Technol.*, vol. 34, no. 3, pp. 456–463, 2014, doi: 10.1590/1678-457x.6348.
- [20] F. Danalache, P. Mata, M. Moldão-Martins, and V. D. Alves, "Novel mango bars using gellan gum as gelling agent: Rheological and microstructural studies," *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 62, no. 1, pp. 576–583, 2015, doi: 10.1016/j.lwt.2014.09.037.
- [21] F. Danalache, S. Beirão-da-Costa, P. Mata, V. D. Alves, and M. Moldão-Martins, "Texture, microstructure and consumer preference of mango bars jellified with gellan gum," *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 62, no. 1, pp. 584–591, 2015, doi: 10.1016/j.lwt.2014.12.040.
- [22] X. Liu, T. Mu, H. Sun, M. Zhang, J. Chen, and M. Laure, "Influence of different hydrocolloids on dough thermo-mechanical properties and in vitro starch digestibility of gluten-free steamed bread based on potato flour," *Food Chem.*, vol. 239, no. March 2008, pp. 1064–1074, 2018, doi: 10.1016/j.foodchem.2017.07.047.
- [23] F. N. Dehsheikh and S. T. Dinani, "Ultrasonics - Sonochemistry Coating pretreatment of banana slices using carboxymethyl cellulose in an ultrasonic system before convective drying," *Ultrason. - Sonochemistry*, vol. 52, no. November 2018, pp. 401–413, 2019, doi: 10.1016/j.ultsonch.2018.12.018.
- [24] F. I. Brasil, "Dossiê Espessantes," *revista-fi.com.br*, pp. 20–44, 2017.

- [25] S. Petrovski and D. Tillett, “Back to the kitchen: Food-grade agar is a low-cost alternative to bacteriological agar,” *Anal. Biochem.*, vol. 429, no. 2, pp. 140–141, 2012, doi: 10.1016/j.ab.2012.07.011.
- [26] M. Lersch, *Texture – A hydrocolloid recipe collection*. 2014.
- [27] P. A. Dakia, C. Blecker, C. Robert, B. Wathelet, and M. Paquot, “Composition and physicochemical properties of locust bean gum extracted from whole seeds by acid or water dehulling pre-treatment,” *Food Hydrocoll.*, vol. 22, no. 5, pp. 807–818, 2008, doi: 10.1016/j.foodhyd.2007.03.007.
- [28] A. N. de P. de P. R. (ANP), “Pera Rocha do Oeste.” [Online]. Available: <https://perarocha.pt/>. [Accessed: 15-Sep-2021].
- [29] A. N. de P. de P. R. (ANP), “DOP - Denominação de Origem Protegida (Produtos agrícolas e géneros alimentícios).” [Online]. Available: <https://tradicional.dgadr.gov.pt/pt/cat/frutos-frescos/686-pera-rocha-do-oeste-dop>. [Accessed: 15-Sep-2021].
- [30] A. L. e J. F. Orlando Simões, *Variedades Regionais e Agricultura Biológica - Desafios para peras e maçãs*. 2008.
- [31] W. K. Lee, Y. Y. Lim, A. T. C. Leow, P. Namasivayam, J. Ong Abdullah, and C. L. Ho, “Biosynthesis of agar in red seaweeds: A review,” *Carbohydr. Polym.*, vol. 164, pp. 23–30, 2017, doi: 10.1016/j.carbpol.2017.01.078.
- [32] G. Marcel, “Eu quero Biologia.” [Online]. Available: <https://www.euquerobiologia.com.br/2017/12/algas-vermelhas-rhodophytahtml>. [Accessed: 20-Sep-2021].
- [33] K. Sasuga, T. Yamanashi, S. Nakayama, S. Ono, and K. Mikami, “Optimization of yield and quality of agar polysaccharide isolated from the marine red macroalga *Pyropia yezoensis*,” *Algal Res.*, vol. 26, no. April, pp. 123–130, 2017, doi: 10.1016/j.algal.2017.07.010.
- [34] Z. C. Yin, Y. L. Wang, and K. Wang, “A pH-responsive composite hydrogel beads based on agar and alginate for oral drug delivery,” *J. Drug Deliv. Sci. Technol.*, vol. 43, pp. 12–18, 2018, doi: 10.1016/j.jddst.2017.09.009.
- [35] D. M. Ferreira, “Extração de agar de algas vermelhas do género *Gracilaria*,” Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, 2015.
- [36] J. Moura *et al.*, “Cooking in the 21st Century; The role of hydrocolloids in the changing of processes and attitudes,” *4th Iber. Meet. Colloids Interfaces*, pp. 257–264, 2011.
- [37] M. A. G. Dionisio, ““Locust bean gum: Exploring its potential for biopharmaceutical applications,”” *J. Pharm. bioallied Sci.*, vol. 4, pp. 175–185, 2012, doi: 10.4103 / 0975-7406.99013.

- [38] “Herdade dos Lagos,” 2021. [Online]. Available: <https://herdade-dos-lagos.de/pt-pt/alfarrobeiro-johannisbrot/>. [Accessed: 24-Sep-2021].
- [39] J. Couto, “Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Nutrição Clínica,” Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, 2014.
- [40] P. Dey, S. A. Biswanath, and S. Maiti, “Carboxymethyl ethers of Locust bean gum-a review,” *Int. J. Pharm. Pharm. Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 4–7, 2011.
- [41] P. Barracosa, J. Osório, and A. Cravador, “Evaluation of fruit and seed diversity and characterization of carob (*Ceratonia siliqua* L.) cultivars in Algarve region,” *Sci. Hortic. (Amsterdam)*, vol. 114, no. 4, pp. 250–257, 2007, doi: 10.1016/j.scienta.2007.06.024.
- [42] L. A Industrial Farense, “A transformação da Alfarroba,” 2020. [Online]. Available: <http://www.wp.cncfs.pt/wp-content/uploads/2020/01/Valorização-da-Alfarroba-Aplicações-Diversas-Seminário-Alfarroba-Nera-2020-prottegido.pdf>. [Accessed: 23-Sep-2021].
- [43] P. Norte and D. S. Catarina, “Produção de estruturados a partir de polpa de amora obtida no Planalto Norte de Santa Carina,” 2012, no. 1, pp. 2–4.
- [44] H. S. R. B. H. Thomas, *Sensory Evaluation Practices*. 2012.
- [45] S. G. Mundial, “Análise sensorial na indústria de alimentos,” *Rev. do Inst. Laticínios Cândido Tostes*, vol. 64, no. 366, pp. 12–21, 2009.
- [46] AOAC (1997) *Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of AOAC International*. Arlington, EUA, 1997.
- [47] M. Paz *et al.*, “Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds,” *Food Chemistry*, vol. 172, pp. 462–468, 2015, doi: 10.1016/j.foodchem.2014.09.102.
- [48] M. S. Gião, M. L. González-Sanjosé, M. D. Rivero-Pérez, C. I. Pereira, M. E. Pintado, and F. X. Malcata, “Infusions of Portuguese medicinal plants: Dependence of final antioxidant capacity and phenol content on extraction features,” *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 87, no. 14, pp. 2638–2647, 2007, doi: 10.1002/jsfa.3023.
- [49] I. N. de S. D. R. Jorge, “PortFir - Composição dos Alimentos.” [Online]. Available: <http://portfir.insa.pt/#>. [Accessed: 01-Oct-2021].
- [50] I. N. D. R. Jorge, “Detalhe do Alimento Pera.” [Online]. Available: <http://www2.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/AlimentoNutricao/AplicacoesOnline/TabelaAlimentos/PesquisaOnline/Paginas/DetailAlimento.aspx?ID=IS680>. [Accessed: 10-Oct-2021].

- [51] D. Ferreira, S. Guyot, N. Marnet, I. Delgadillo, C. M. G. C. Renard, and M. A. Coimbra, "Composition of phenolic compounds in a Portuguese pear (*Pyrus communis* L. var. S. Bartolomeu) and changes after sun-drying," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 50, no. 16, pp. 4537–4544, 2002, doi: 10.1021/jf020251m.
- [52] J. Salta *et al.*, "Phenolic composition and antioxidant activity of Rocha pear and other pear cultivars - A comparative study," *J. Funct. Foods*, vol. 2, no. 2, pp. 153–157, 2010, doi: 10.1016/j.jff.2010.02.002.
- [53] N. R. Sucupira, A. B. Da Silva, G. Pereira, and J. N. Da Costa, "Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos," *UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde*, vol. 14, no. 4, pp. 263–269, 2014.



## **Anexos**

## **Anexo A**

Guia de Explicação para a Prova de Análise Sensorial

DATA: \_\_\_ / Maio / 2021

PROVADOR (ID) \_\_\_\_\_

---

### **OBRIGADA POR PARTICIPARES NESTA PROVA DE ANÁLISE SENSORIAL**

Por favor, preenche a seguinte informação:

Género: Feminino (  ) Masculino (  )

Idade: \_\_\_\_ anos

#### **PROCEDIMENTO:**

- Vais analisar **5 AMOSTRAS**: A, B, C, D e E
- Confirma que tens **5 FICHAS DE PROVA** para as amostras A, B, C, D e E
- Para cada amostra, usa a escala de intensidade de 1 a 5 para avaliares **TODOS** os atributos sensoriais. Se tiveres dúvidas na avaliação dos atributos, pede auxílio
- Avalia os atributos sensoriais “Firmeza” e “Quebradiça” com as MÃOS ou usa a FACA disponível
- Usa a FACA disponível para avaliares o atributo sensorial “Rigidez ao corte”
- Após a avaliação do sabor de cada amostra, BEBE água e COME uma tosta (peça mais água e tostas se necessitar)
- Certifica-te que o teu palato ESTÁ LIMPO antes de iniciares a avaliação do sabor da amostra seguinte
- Caso aches necessário, escreve um comentário no campo OBSERVAÇÕES

## Anexo B

Ficha de Prova de Análise Sensorial (Escala Hedónica de 1 a 5 pontos)

DATA: __ / __ / ____	
AMOSTRA (ID) _____	PROVADOR (ID) _____
Sexo: (F_) (M_)                      Idade: ____ anos	

### ATRIBUTO SENSORIAL

ATRIBUTO SENSORIAL		1	2	3	4	5	
<b>Cor</b>	Claro						Escuro
<b>Apreciação da cor</b>	Desagradável						Agradável
<b>Brilho</b>	Fraco						Intenso
<b>Humidade</b>	Fraco						Intenso
<b>Cheiro (geral)</b>	Desagradável						Agradável
<b>Cheiro a pêra</b>	Fraco						Intenso
<b>Sabor (geral)</b>	Desagradável						Agradável
<b>Sabor a pêra</b>	Fraco						Intenso
<b>Sabor doce</b>	Fraco						Intenso
<b>Sabor ácido</b>	Fraco						Intenso
<b>Sabor adstringente</b>	Fraco						Intenso
<b>Sabor residual</b>	Fraco						Intenso
<b>Textura (geral)</b>	Fraco						Forte
<b>Textura homogénea</b>	Fraco						Forte
<b>Firmeza</b>	Fraco						Forte
<b>Quebradiça</b>	Fraco						Forte
<b>Rigidez ao corte</b>	Fraco						Forte
<b>Aceitação global</b>	Desagradável						Agradável
<b>Intenção de compra</b>	Pouca						Muita

Observação:

## Anexo C

Tabela C1 - Método de Pairwise para comparação das amostras em relação à “Aceitação Global”.

(I) amostra	(J) amostra	Diferença média (I-J)	Estatística do teste Padrão	Sig. <sup>b</sup>	95% Intervalo de Confiança para Diferença <sup>b</sup>	
					Limite inferior	Limite Superior
A	B	-,300	,141	,321	-,712	,112
	C	-,680*	,163	,001	-1,157	-,203
	D	-,760*	,168	,000	-1,252	-,268
	E	-1,000*	,169	,000	-1,495	-,505
B	A	,300	,141	,321	-,112	,712
	C	-,380	,143	,099	-,798	,038
	D	-,460*	,154	,044	-,913	-,007
	E	-,700*	,157	,000	-1,161	-,239
C	A	,680*	,163	,001	,203	1,157
	B	,380	,143	,099	-,038	,798
	D	-,080	,121	,999	-,434	,274
	E	-,320	,141	,247	-,734	,094
D	A	,760*	,168	,000	,268	1,252
	B	,460*	,154	,044	,007	,913
	C	,080	,121	,999	-,274	,434
	E	-,240	,142	,637	-,655	,175
E	A	1,000*	,169	,000	,505	1,495
	B	,700*	,157	,000	,239	1,161
	C	,320	,141	,247	-,094	,734
	D	,240	,142	,637	-,175	,655

Tabela C2 - Método de Pairwise para comparação das amostras em relação à “Intenção de Compra”.

(I) amostra	(J) amostra	Diferença média (I-J)	Estatística do teste Padrão	Sig. <sup>b</sup>	95% Intervalo de Confiança para Diferença <sup>b</sup>	
					Limite inferior	Limite Superior
A	B	-,900*	,162	,000	-1,376	-,424
	C	-1,020*	,158	,000	-1,482	-,558
	D	-1,520*	,160	,000	-1,988	-1,052
	E	-,860*	,190	,000	-1,416	-,304
B	A	,900*	,162	,000	,424	1,376
	C	-,120	,158	,998	-,584	,344
	D	-,620*	,154	,002	-1,070	-,170
	E	,040	,143	1,000	-,378	,458
C	A	1,020*	,158	,000	,558	1,482
	B	,120	,158	,998	-,344	,584
	D	-,500*	,141	,008	-,912	-,088
	E	,160	,144	,958	-,262	,582
D	A	1,520*	,160	,000	1,052	1,988
	B	,620*	,154	,002	,170	1,070
	C	,500*	,141	,008	,088	,912
	E	,660*	,163	,002	,182	1,138
E	A	,860*	,190	,000	,304	1,416
	B	-,040	,143	1,000	-,458	,378
	C	-,160	,144	,958	-,582	,262
	D	-,660*	,163	,002	-1,138	-,182

## Anexo D

Tabela D1 – Valores obtidos na determinação de teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante dos estruturados de *Pera Rocha*.

Amostras	TCF		DPPH		FRAP		ABTS	
	[mg EqAG/100 g bf] ± SD		[mg EqT/100 g bf] ± SD		[mg EqAA/100 g bf] ± SD		[mg EqAA/100 g bf] ± SD	
<b>A - c/casca e s/ cozimento, 0,2%GALF</b>	31,9	4,2	4,2	0,3	70,0	3,8	22,5	0,4
<b>B - s/casca e s/ cozimento, 0,2%GALF</b>	17,0	3,8	3,8	0,2	41,0	2,4	15,1	0,9
<b>C- c/casca e c/ cozimento, 0,2% GALF</b>	41,2	3,8	3,8	0,8	140,0	6,0	27,9	1,1
<b>D - s/casca e c/ cozimento, 0,2% GALF</b>	29,5	6,0	6,0	0,6	91,1	4,1	25,7	0,4
<b>E- s/casca e c/ cozimento, 0,8% GALF</b>	33,7	6,2	6,2	0,3	102,0	2,8	26,3	0,8