

Desenvolvimento de uma gama de snacks gelificados de vegetais com base em alegações nutricionais e de saúde

Margarida Moura Franco Ferreira de Pina

Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em

Engenharia Alimentar

Orientadora: Professora Doutora Anabela Cristina da Silva Naret Moreira Raymundo

Coorientadora: Professora Doutora Catarina Paula Guerra Geoffroy Prista

Júri:

Presidente: Doutor Vítor Manuel Delgado Alves, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogais: Doutora Anabela Cristina da Silva Naret Moreira Raymundo, Professora Auxiliar com Agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Doutora Maria Cristiana Henriques Nunes, Professora Auxiliar da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

DOCUMENTO CONFIDENCIAL

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu
de Desenvolvimento Regional



AGRADECIMENTOS

Queria expressar o meu agradecimento a todos aqueles que me apoiaram e tornaram possível a concretização deste trabalho.

Agradeço especialmente à minha orientadora, Professora Doutora Anabela Raymundo por me ter ajudado em todas as fases deste projeto, por toda a paciência, entusiasmo, amizade e carinho que demonstrou comigo, por estar sempre disponível para me receber, tendo sido sempre incansável e um apoio fundamental para a realização deste trabalho.

Agradeço também, às Professoras Doutoradas Catarina Prista e Isabel Sousa por todos os conhecimentos que me transmitiram, e pela simpatia demonstrada ao longo deste trabalho.

Agradeço a toda a equipa com quem trabalhei da empresa SONAE MC, por toda a disponibilidade e oportunidades que me proporcionaram para a elaboração e sucesso deste projeto.

Agradeço à Sónia Oliveira, pela transmissão de conhecimentos e por toda a ajuda que me deu ao longo do trabalho prático e por toda a simpatia, força e motivação transmitida.

Agradeço à Daniela e à Sofia por toda o apoio, amizade e entreaajuda que me deram ao longo de toda a etapa de realização da Dissertação de Mestrado.

Agradeço à minha família, em especial aos meus pais, ao Gonçalo, à Madalena e à Margarida e a todos os meus amigos que me apoiaram, motivaram e ajudaram nos momentos mais complicados deste projeto e em todo o meu percurso académico.

A todos, um muito obrigado por tornarem possível a conclusão desta etapa!

RESUMO

Atualmente, os consumidores de produtos alimentares estão mais conscientes do impacto de uma alimentação saudável na saúde. Contudo, a problemática de doenças crônicas associadas a uma má alimentação, ainda prevalece na sociedade atual.

Nos últimos anos, tem-se registado o aumento do consumo de snacks, produtos *ready to eat*, cujo consumo deve ser estimulado através de opções mais saudáveis, que promovam a saúde.

Neste contexto, no âmbito do projeto “*SnackFresh*”, realizado através de uma parceria entre o Instituto Superior de Agronomia e a empresa SONAE MC, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma gama de snacks gelificados à base de vegetais e alimentos com características funcionais específicas, com alegações nutricionais e de saúde.

Desenvolveram-se três snacks com cores e com uma base de preparado de vegetais diferentes – verde com espinafres e acelgas; rosa com beterraba e amarelo com batata doce. Incorporou-se um sistema gelificante ao preparado de vegetais, numa concentração total de 1% (m/m) da mistura sinérgica de κ -carragenato/goma de alfarroba numa proporção de 75/25, respetivamente, tendo sido testadas outras opções, como o gelano de baixa acilação (LA) e alta acilação (HA). As formulações mais promissoras foram caracterizadas quanto ao seu comportamento reológico e propriedades de textura. Relativamente à influência da concentração de NaCl e ao efeito do pH na textura dos géis a incorporar nos snacks, verificou-se que a concentração ideal de NaCl foi de 0,25%-0,5% (m/v) e que as variações de textura dos géis não foram significativas na gama de pH com aplicação comercial.

Alcançaram-se as alegações associadas ao magnésio, cobre e manganês para o snack verde, e para os snacks rosa e amarelo atingiram-se as alegações associadas ao cobre e ao manganês, por 100g de produto final.

Sensorialmente, os três snacks, tiveram uma boa aceitabilidade, sendo que mais de metade dos consumidores revelaram que “provavelmente comprariam” os snacks desenvolvidos.

Palavras-Chave: Snacks gelificados; Textura; Alegações; Hidrocolóides; Análise sensorial.

ABSTRACT

Nowadays, consumers are increasingly aware of the impact healthy eating has on health. However, chronic diseases associated with poor diet still prevail in today's society.

In recent years, there has been an increase in consumption of snacks, ready-to-eat products, whose consumption should be encouraged through healthier options that promote a healthy lifestyle.

In this context, within the scope of the "SnackFresh" project, carried out in partnership with Instituto Superior de Agronomia and the company SONAE MC, the main objective was to develop a range of gelled snacks based on vegetables and ingredients with specific functional characteristics, with nutritional and health claims.

Three types of snacks were developed with a different color and vegetable preparation base – green with spinach and chard; pink with beets and yellow with sweet potato. A gelling system was incorporated into the vegetable preparation base at a total concentration of 1% (w/w) of the synergistic κ -carrageenan/locust bean gum mixture in a ratio of 75/25. Other options of gelling systems, such as low acyl (LA) and high acyl (HA) gellan, were also tested. The most promising formulations were characterized in terms of rheological behavior and texture properties. Regarding the influence of the NaCl concentration and the effect of the pH on the texture of the gels to be incorporated in the snacks, it was verified that the ideal NaCl concentration was between 0.25%-0.5% (m/v) and the variations of texture were reduced in the pH range with commercial application.

The claims associated with magnesium, copper and manganese were reached for the green snack, and for the pink and yellow snacks the allegations associated with copper and manganese were reached per 100 g of final product.

Sensorially, the three snacks had a good acceptability. More than half of the consumers revealed that they would "probably buy" the snacks.

Key-words: Gelled snacks; Texture; Claims; Hydrocolloids; Sensorial analysis.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABELAS	x
LISTA DE ABREVIATURAS	xii
1. CONTEXTUALIZAÇÃO E OBJETIVOS	1
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	3
2.1 Evolução das tendências e hábitos do consumo alimentar	3
2.2 Snacks	6
2.3 Desenvolvimento de novos produtos e inovação	7
2.3.1 O conceito de <i>Food Design</i> no âmbito do desenvolvimento de novos produtos e inovação alimentar	7
2.3.2 Etapas do desenvolvimento de novos produtos	8
2.4 Alegações	10
2.5 Matérias-primas utilizadas para a produção dos snacks gelificados	11
2.5.1 Vegetais	11
2.5.2 Leguminosas	15
2.5.3 Ervas aromáticas	16
2.5.4 Alimentos com características funcionais específicas	16
2.5.5 Hidrocolóides	17
2.6 Importância das propriedades físicas nos snacks gelificados	23
2.6.1 Propriedades reológicas	23
2.6.2 Propriedades de textura	23
2.6.3 Cor	27
2.6.3.1 A cor no contexto dos produtos alimentares	28
2.6.3.2 Corantes Naturais	28
2.6.3.3 Análise objetiva da cor	30

2.7 Análise Sensorial	31
2.7.1 Importância da análise sensorial no contexto da indústria alimentar.....	31
2.7.2 Testes de análise sensorial.....	32
3. MATERIAIS E MÉTODOS	33
3.1 Metodologia do desenvolvimento da gama dos snacks gelificados de vegetais com alegações	33
3.1.1 Definição de requisitos e especificações do desenvolvimento dos snacks	33
3.1.2 Aplicação do conceito de <i>Food Design</i> no âmbito do desenvolvimento dos snacks	37
3.2 Materiais	38
3.3 Procedimento experimental	38
3.3.1 Definição do sistema gelificante e respetivas condições de processamento	39
3.3.2 Formulação e processamento do preparado de vegetais	40
3.3.3 Processamento dos snacks	43
3.3.4 Validação do conceito dos snacks	44
3.3.5 Análise das propriedades físicas dos snacks e dos sistemas gelificantes	45
3.3.5.1 Análise da textura	45
3.3.5.2 Análise do comportamento reológico	45
3.3.5.3 pH	46
3.3.5.4 Análise objetiva da cor	46
3.3.6 Caracterização nutricional dos snacks.....	46
3.3.6.1 Determinação do teor de humidade	47
3.3.6.2 Determinação do teor de proteína bruta.....	47
3.3.6.3 Determinação do teor de cinzas totais	48
3.3.6.4 Determinação do teor de minerais	48
3.3.7 Análise Estatística	49
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1 Estudo dos sistemas gelificantes a utilizar no processamento dos snacks.....	49
4.1.1 Análise do perfil de textura dos géis	49

4.1.2 Efeito da concentração de sal nas propriedades de textura dos sistemas gelificantes estudados.....	52
4.1.3 Influência da variação do pH nas propriedades de textura dos sistemas gelificantes estudados.....	53
4.1.4 Comportamento reológico dos géis	54
4.1.4.1 Géis de κ -carragenato e goma de alfarroba.....	55
4.1.4.2 Géis de Gelano.....	57
4.2. Os snacks desenvolvidos	59
4.2.1 Processamento dos snacks	59
4.2.2 Cor dos snacks desenvolvidos.....	60
4.3 Validação do conceito dos snacks gelificados.....	64
4.4 Validação da composição nutricional dos snacks	67
4.5 Análise Sensorial	72
4.6 Estudo da conservação dos snacks desenvolvidos	75
4.6.1 Textura	75
4.6.2 Cor	76
4.6.3 pH.....	77
5. CONCLUSÕES E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS	79
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
6.1 Bibliografia	81
ANEXOS	90
ANEXO I: Ficha de prova de análise sensorial – validação do conceito.....	91
ANEXO II: Ficha de prova de análise sensorial - consumidores em geral.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Etapas do desenvolvimento de novos produtos (Adaptado de Kotler e Armstrong, 2011).....	9
Figura 2: Unidade estrutural do agar – agarose (Fonte: Imeson, 2010a).	21
Figura 3: Estrutura química do gelano de alto acilo (Fonte: Valli e Clark, 2010).	22
Figura 4: Estrutura química do κ -carragenato (Fonte: Stanley, 1990).	22
Figura 5: Curva típica de um gel alimentar (Fonte: Tabilo-Munizaga e Barbosa-Cánovas, 2005).	27
Figura 6: Texturograma (Força vs. Tempo) obtido através de um teste TPA (Adaptado de: Szczesniak, 2002).	25
Figura 7: Sistema Cromático CIELab. (Adaptado de: www.linocolor.com)	30
Figura 8: Esquema do desenvolvimento dos snacks gelificados de vegetais com alegações.	39
Figura 9: Esquema representativo das etapas de preparação dos hidrocolóides.	40
Figura 10: Esquema representativo das etapas de processamento dos snacks rosa e verde (cima para baixo respetivamente): A - preparado de vegetais previamente processado em condições específicas; B - sistema gelificante previamente disperso, hidratado (30min) e aquecido (90°C durante 5min); C - mistura do preparado e do sistema gelificante e colocação da mistura em moldes; D – aspeto final dos snacks em formato de “cubo”.....	43
Figura 11: Teste de análise de perfil de textura (TPA): A – teste ao snack gelificado “verde” com uma sonda de metal; B – teste a um sistema gelificante com uma sonda acrílica.	45
Figura 12: Prova de análise sensorial dos snacks finais: "verde", "rosa" e "amarelo".	49
Figura 13: Valores de firmeza (N) obtidos para os géis de agar (1%, 2% e 3%), gelano (1%, 2% e 3%) e κ -carr+LBG (4%, 5% e 6%) nos primeiros ensaios preliminares para a escolha do sistema gelificante a utilizar no desenvolvimento dos snacks.	50
Figura 14: Resultados da textura - firmeza (N) - dos sistemas gelificantes obtidos nos segundos testes preliminares: A- Gelano (1%) com diferentes proporções LA/HA; B- Sinergia κ -carr+LBG (1%) com as proporções 75/25 e 25/75 de Kcarr/LBG, respetivamente.	51
Figura 15: Efeito da concentração de sal (NaCl) em géis de κ -carragenato/goma de alfarroba (1%) nas proporções 75/25 e 25/75 respetivamente.	53
Figura 16: Influência da variação do pH na firmeza (N) dos géis de 75/25 de κ -carr/LBG (1%) com 0,5%sal.....	54
Figura 17: Caracterização reológica de géis modelo preparados com κ -carragenato e LBG (1% m/m) com proporções de 75/25 e 25/75 de κ -carragenato e LBG respetivamente: A - rampa de aquecimento, B - Curva de maturação, C - Varrimento de frequência (Espetro mecânico).	56

Figura 18: Caracterização reológica de géis modelo preparados com gelano (1% m/m) com proporções de 25/75 (LA/HA) e 50/50 (LA/HA): A - rampa de aquecimento, B - Curva de maturação, C - Varrimento de frequência (Espectro mecânico).....	58
Figura 19: Resultados obtidos da firmeza (N) dos snacks processados com diferentes proporções preparado:sistema gelificante (1:1, 1:2 e 1:3).	59
Figura 20: Aspeto dos snacks gelificados preparados a partir da formulação F2, com incorporação de diferentes proporções de sistema preparado de legumes/sistema gelificante: A- proporção de 1:2; B- proporção de 1:3.....	60
Figura 21: Aspeto visual dos snacks finais desenvolvidos.....	60
Figura 22: Variação da cor da polpa de beterraba com diferentes teores de ácido ascórbico adicionados (0%; 0,6%; 0,9% e 1,2%) ao fim de 10 dias.	61
Figura 23: Prova sensorial realizada para validação do conceito dos snacks rosa e verde (1ª fase)..	64
Figura 24: Prova sensorial de validação de conceito (2ª fase), envolvendo a apreciação dos snacks gelificados rosa e verdes e discussão do conceito.	65
Figura 25: Perfil sensorial dos snacks apresentados na reunião de validação dos snacks: A- perfil sensorial dos 2 snacks “verdes” (1%κ-carr+LBG); B- perfil sensorial dos 4 snacks “rosa” (1% m/m κ-carr+LBG e 1%m/m).....	66
Figura 26: Teste afetivo de aceitação dos snacks “verde”, “rosa” e “amarelo” relativo aos seguintes atributos: Cor, Aspeto visual, Aroma, Sabor e Textura.	73
Figura 27: Teste afetivo de aceitação dos snacks “verde”, “rosa” e “amarelo” relativo aos seguintes atributos: Apreciação Global e Intenção de Compra.....	74
Figura 28: Resultados da análise da textura – firmeza (N) – dos snacks verdes (A), rosa (B) e amarelos (C) ao longo do período de conservação definido.....	75
Figura 29: Formação de esporos na superfície do snack rosa após o décimo quinto dia de estudo. .	78

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Composição nutricional de alguns vegetais utilizados na produção dos snacks, por 100g de produto (Adaptado de: USDA, 2018).....	13
Tabela 2: Minerais mais representativos presentes nos vegetais utilizados como matérias-primas (mg/100 g de massa fresca) (Adaptado de: USDA, 2018).	13
Tabela 3: Vitaminas mais representativas presentes nos vegetais utilizados como matérias-primas por 100g de produto (Adaptado de: USDA, 2018).....	13
Tabela 4: Composição nutricional do feijão branco e do grão, por 100g de produto, utilizados como matérias primas dos snacks (Adaptado de: USDA, 2018).	15
Tabela 5: Minerais mais representativos presentes nas leguminosas utilizadas como matérias-primas dos snacks (mg/100 g de produto) (Adaptado de: USDA, 2018).	15
Tabela 6: Composição nutricional de alguns alimentos com características funcionais utilizados como matérias primas, por 100g de produto (Adaptado de: USDA, 2018).....	17
Tabela 7: Minerais mais representativos presentes em alimentos com características funcionais (mg/100 g de produto) (Adaptado de: USDA, 2018).	17
Tabela 8: Exemplos de hidrocolóides e suas características (Adaptado de: Saha e Bhattacharya, 2010; Milani e Maleki, 2012).....	19
Tabela 9: Categorias e respetivos segmentos de ação da gama Bem-Estar.	34
Tabela 10: Exemplo de alegações de saúde (Adaptado de Regulamento (UE) N° 432/2012).....	34
Tabela 11: Alegações de saúde previstas na categoria PROTEC e respetivos nutrientes associados	35
Tabela 12: Alegações de saúde previstas na categoria SPORT e respetivos nutrientes associados.	35
Tabela 13: Alegações de saúde previstas na categoria BALANCE e respetivos nutrientes associados.	35
Tabela 14: Possíveis alegações nutricionais que podem constar nos snacks (Adaptado do Regulamento (UE) N° 1924/2006).	36
Tabela 15: Minerais que podem ser alvo de alegação dos snacks a desenvolver e respetivo valor de referência do nutriente (VRN) e quantidade significativa do nutriente (Adaptado do Regulamento (UE) n° 1169/2011).....	36
Tabela 16: Matérias primas utilizadas nos snacks gelificados de vegetais.	38
Tabela 17: Sistemas gelificantes comerciais utilizados nos primeiros testes preliminares e respetivas concentrações.	39
Tabela 18: Sistemas gelificantes utilizados nos segundos testes preliminares e respetivas concentrações.	39

Tabela 19: Formulação(F5) do preparado de vegetais à base de espinafres e acelgas para a categoria PROTEC (A) e respetiva composição nutricional para previsão de alegações (B).....	40
Tabela 20: Formulação (F6) do preparado de vegetais à base de beterraba e feijão branco para a categoria SPORT(A) e respetiva composição nutricional para previsão de alegações (B).	41
Tabela 21: Formulação (F7) do preparado de vegetais à base de batata doce e grão de bico para a categoria BALANCE (A) e respetiva composição nutricional para previsão de alegações (B)...	42
Tabela 22: Resumo dos nomes e categorias dos snacks desenvolvidos e respetivas condições de processamento.	60
Tabela 23: Medições dos parâmetros da cor: L*, a* e b* (valores médios e desvios-padrão) e cálculo do ΔE^* , para a polpa da beterraba com diferentes concentrações de ácido ascórbico: 0% (A); 0,6% (B); 0,9% (C) e 1,2% (D) ao longo do tempo de conservação da polpa.	62
Tabela 24: Especificações do parâmetro da textura dos snacks desenvolvidos.	64
Tabela 25: Composição química dos snacks desenvolvidos: valores médios e desvios padrão (g/100g de produto).	67
Tabela 26: Teor médio dos minerais (mg/100g snack) dos snacks desenvolvidos (teores esperados e teores obtidos nas análises químicas - reais).	69
Tabela 27: Resumo das alegações para de saúde e nutricionais alcançadas para 100g de snack. ...	70
Tabela 28: Forma alternativa de cálculo para o alcance das alegações para cada tipo de snack.	71
Tabela 29: Variações da cor (ΔE^*) dos snacks rosa e amarelo entre o primeiro dia de conservação e os restantes.....	76
Tabela 30: Variações da cor (ΔE^*) do snack verde entre o primeiro dia de conservação e os restantes.	76
Tabela 31: Medições efetuadas do pH dos snacks (rosa e amarelo) ao longo do tempo de conservação.	77
Tabela 32: Medições efetuadas do pH dos snacks verdes ao longo do tempo de conservação.....	78

LISTA DE ABREVIATURAS

AA – Ácido ascórbico

ANOVA – Análise de variância

EFSA – *European Food Safety Authority* (Autoridade Europeia de Segurança Alimentar)

I&D – Inovação e desenvolvimento

κ -carr – Kappa Carragenato

LBG – Goma de alfarroba

Gelano HA – Gelano de alta acilação

Gelano LA – Gelano de baixa acilação

OMS – Organização mundial de saúde

PPO – Enzima polifenoloxidase

TPA – *Texture Profile Analysis* (Teste de análise do perfil de textura)

WHO – *World Health Organization* (Organização mundial de saúde)

1. CONTEXTUALIZAÇÃO E OBJETIVOS

Atualmente, tem-se assistido a uma mudança do paradigma da alimentação, a nível global, com a crescente preocupação com a saúde e o bem-estar, sendo que os consumidores têm cada vez mais consciência do impacto de uma alimentação saudável na sua saúde (Nielson, 2015). Tal facto, aliado a um estilo de vida saudável está associada uma procura, cada vez maior, de alimentos altamente nutritivos, convenientes e com características organolépticas que promovam o prazer no momento do consumo (Silva, 2017). Fatores como o desenvolvimento sustentável e a proteção do meio ambiente, assim como a prática da economia circular, têm vindo também, a ser cada vez mais valorizados.

Por outro lado, a problemática de doenças crónicas associadas a uma má alimentação da população mundial, como a obesidade, diabetes e hipertensão, têm ainda uma enorme prevalência na sociedade atual (Eurostat, 2016). Para reduzir ou prevenir o aparecimento destas doenças do século XXI, há uma necessidade de incentivar as pessoas a consumirem vegetais, frutas e leguminosas, alimentos ricos em minerais, vitaminas, compostos fitoquímicos e em macronutrientes como as proteínas, de modo a promover a saúde humana.

Neste contexto, surge a ideia do desenvolvimento de snacks à base em vegetais, leguminosas e outros alimentos com características funcionais específicas, que possam dar resposta à exigência, cada vez mais expressiva, dos consumidores, com uma oferta de um produto alimentar bastante completo a nível nutricional. Estes snacks vêm dar resposta também à procura de opções mais rápidas, saudáveis e convenientes para substituição das refeições ditas convencionais, ou para consumo entre refeições, que possam proporcionar pequenos prazeres no momento do consumo.

O projeto “*SnackFresh*” (POCI-01-0247-FEDER-024239, no âmbito do COMPETE – P2020), que tem uma duração total de dois anos, está a ser desenvolvido através de uma parceria entre o Instituto Superior de Agronomia, local onde estão a ser desenvolvidos os snacks e a empresa SONAE, que os comercializará. Nas especificações do projeto, prevê-se o desenvolvimento de cinco snacks, cada um com uma cor diferente, com a finalidade de serem consumidos nos cinco dias da semana, numa analogia à recomendação de cinco porções diárias de frutas e vegetais da Organização Mundial de Saúde (WHO, 2002).

No âmbito deste projeto, insere-se a presente dissertação de mestrado, que tem por objetivo a formulação e conceção de uma gama de snacks gelificados à base de vegetais, com alegações nutricionais e de saúde, que demonstrem o benefício do consumo destes snacks para o organismo humano. A metodologia de desenvolvimento de produto será idealizada com base no conceito de *Food Design*, sendo que a composição dos snacks gelificados será desenhada em função das alegações que se pretendem explorar em termos comerciais.

A produção dos **snacks gelificados** de vegetais englobará três fases: i) Preparação de uma base de vegetais, leguminosas, ervas aromáticas e alimentos com características funcionais específicas, mantendo um tamanho de partícula adequado à perceção da crocância dos vegetais, recorrendo a um tratamento térmico otimizado de modo a aumentar a biodisponibilidade dos compostos fitoquímicos dos vegetais e melhorar o sabor (Liu, 2013); ii) Preparação do gel, com recurso a hidrocolóides e suas

misturas (goma de alfarroba, gelano, κ -carragenato), de modo a obter um produto final com as características de textura desejadas; iii) Processamento dos snacks propriamente ditos através da junção das duas etapas anteriores, ou seja, através da mistura do preparado de vegetais com o sistema gelificante. Para isto, houve a necessidade de se testar em várias proporções o preparado/sistema gelificante, de modo a otimizar-se o processo e de se atingir a textura pretendida dos snacks.

As matérias-primas que constituem o preparado de vegetais, serão criteriosamente selecionadas de acordo com um simulador nutricional, ferramenta que serviu para definir quais os ingredientes que têm uma maior componente mineral e vitamínica, de modo a serem garantidas as alegações nutricionais e de saúde que se pretendem explorar em termos comerciais. Para além disto, pretendeu-se que os ingredientes escolhidos permitam conferir ao produto desenvolvido características associadas a sabores nacionais.

Relativamente ao sistema gelificante, efetuaram-se testes preliminares com base na textura e avaliação sensorial para serem selecionados os sistemas mais adequados à consistência e textura desejadas no produto final. Realizaram-se ensaios de análise objetiva da cor aos snacks desenvolvidos, para estabilizar a cor dos snacks, um parâmetro de qualidade com especial relevância neste projeto.

De modo a validar o simulador nutricional e garantir que pelo menos cada snack desenvolvido teria uma alegação nutricional ou de saúde, os snacks foram sujeitos a uma caracterização da sua composição nutricional, através de análises químicas, com um maior destaque para a análise da componente mineral dos snacks e do teor de proteína bruta, visto que os vegetais e as leguminosas contêm essencialmente minerais e proteínas que dão o aporte destes nutrientes aos snacks e permitem, assim, a existência de alegações.

Numa fase final, efetuou-se um estudo de conservação dos snacks através da avaliação da variação de indicadores de degradação como o pH, a cor e a textura para se perceber, de um modo geral, o período limite de consumo dos snacks frescos. Para avaliar a aceitação ou rejeição dos produtos desenvolvidos por parte do consumidor, procedeu-se ainda à realização de provas de análise sensorial.

De salientar ainda que não existem no mercado soluções idênticas à proposta, pelo que as características físicas e sensoriais dos snacks gelificados corresponderão a um conceito disruptivo na área dos produtos frescos e dos snacks. Existem, contudo, alguns trabalhos de investigação nesta área, nomeadamente no desenvolvimento de barras de frutos gelificadas (Orrego et al., 2014; Danalache et al., 2015a; 2015b). No entanto, na maior parte destes trabalhos os frutos de géis desenvolvidos destinam-se a ser incorporados noutros alimentos, nomeadamente em barras de cereais ou em iogurtes.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1 Evolução das tendências e hábitos do consumo alimentar

A crescente preocupação e focalização dos consumidores, a nível mundial, com a saúde e o bem-estar, está relacionada com quatro indicadores de tendências macro ambientais, que são: i) o envelhecimento da população mundial; ii) o aumento do aparecimento de doenças crónicas e de intolerâncias e alergias alimentares; iii) o consumo de alimentos que potenciem a prevenção de doenças; iv) o aparecimento de consumidores cada vez mais informados, com um maior nível de educação (Nielsen, 2015).

Os consumidores estão a adotar uma mentalidade de retorno aos hábitos alimentares mais ancestrais, pelo que privilegiam, cada vez mais, alimentos frescos e simples em detrimento dos alimentos processados. Existe assim, uma clara oportunidade para atender melhor às necessidades alimentares dos consumidores da atualidade (Nielsen, 2015).

A nível nacional, a crescente preocupação com fatores como a saúde e o bem-estar, a confiança e a conveniência e, ainda, o prazer e a experiência de compra mais inteligente, também são fatores que têm vindo a mudar os hábitos alimentares dos consumidores Portugueses (Silva, 2017).

O interesse cada vez mais notório em praticar dietas associadas a uma alimentação saudável, potencia o desenvolvimento de alimentos que apostam na redução de aspetos negativos, como as calorias, o sal e o açúcar, bem como, na incorporação de ingredientes e nutrientes benéficos para a saúde como, por exemplo, minerais, vitaminas e outros compostos como fitoesteróis fibras, microrganismos e oligossacáridos que tragam algum tipo de benefício à saúde do consumidor (Verhagen e van Loveren, 2016). Deste modo, a indústria aliada à tecnologia alimentar, deve adaptar-se a estas mudanças, apostar na conceção de alimentos cada vez mais nutritivos, mas também convenientes, que cativem o consumidor. Dada a grande responsabilidade da indústria agro-alimentar em corresponder às expectativas e necessidades dos consumidores e à promoção de um estilo de vida saudável, este setor tem vindo a assistir a algumas mudanças, que proporcionam a emergência de novos desafios. Estes desafios alimentares, constituem oportunidades para desenvolver novos produtos e de penetrar em novos nichos de mercado (Earle et al., 2001).

O desenvolvimento de produto e a inovação têm sido, portanto, aspetos de destaque no setor agro-alimentar. Atualmente já existem, cada vez mais, opções de produtos e embalagens alimentares inovadores, como por exemplo, alimentos com revestimentos comestíveis e embalagens biodegradáveis constituídas por biopolímeros, que contribuem para o desenvolvimento de um ambiente sustentável. Outros exemplos, são as embalagens de abertura fácil, de elevada conveniência, que permitem ao consumidor levá-las consigo para qualquer lugar que este vá (O'Sullivan, 2017a).

Neste tipo de atributos como a conveniência e o bem-estar, enquadram-se os “snacks” saudáveis, fáceis de transportar e de rápida utilização, constituídos por alimentos altamente nutritivos.

Apesar de atualmente haver uma tendência para os consumidores adotarem um estilo de vida saudável e optarem, com maior frequência, por alimentos de elevado valor nutricional, doenças como a

obesidade e doenças crônicas ligadas à prática de uma má alimentação têm uma enorme prevalência na sociedade atual.

Nos países desenvolvidos, existem muitas pessoas que têm cada vez mais acesso a todo o tipo de alimentos, com estilos de vida acelerados que implicam a existência de menos tempo livre, e a sua rotina diária por vezes fica limitada à prática de atividade física com menor regularidade. Estas mudanças de hábitos, dificultam o equilíbrio entre o consumo e o gasto energético, resultando num aumento de pessoas com excesso de peso e com obesidade (Howlett, 2008).

A obesidade é uma doença que se caracteriza por uma acumulação de gordura anormal ou excessiva no organismo humano, com consequências graves para a saúde. Esta doença é apontada como sendo a epidemia do século XXI (OECD, 2016). Segundo um estudo da União Europeia, em 2014 cerca de metade da população adulta da União Europeia (51.6%) sofria de excesso de peso (35.7% pré-obesidade e 15.9% obesidade). Pelo que, uma em seis pessoas da comunidade Europeia em 2014, era obesa (Eurostat, 2016). Os padrões sugerem que, a percentagem de obesidade aumenta com o aumento da idade populacional e diminui com o nível educacional (Eurostat, 2016).

O consumo de alimentos como frutas e vegetais pode travar doenças como a obesidade, pelo que, o aumento do consumo destes alimentos constitui uma recomendação da Organização Mundial de Saúde (OMS), no sentido de prevenir diversas patologias. Esta organização recomenda o consumo de pelo menos cinco porções diárias de frutas e vegetais (cerca de 400g). Estima-se que o baixo consumo de frutas e vegetais, cause cerca de 2,7 milhões de mortes a cada ano e está entre os 10 maiores fatores de risco que contribuem para a mortalidade, segundo o *World Health Report 2002* (WHO, 2002). Importa realçar a crescente existência de evidências científicas, que demonstram que os benefícios para a saúde humana do consumo de frutas e vegetais são atribuídos às sinergias ou interações entre compostos bioativos e outros nutrientes presentes neste tipo de alimentos (Liu, 2013).

Apesar destes indicadores, tem-se notado um esforço por parte da indústria alimentar a nível global, na reformulação de produtos alimentares com reduzidos teores de sal, açúcar, colesterol e gorduras *trans* e saturadas (Verhagen e van Loveren, 2016). Atualmente existem mesmo planos em vigor nos países da União Europeia para promover a escolha de alimentos saudáveis junto dos consumidores (OECD, 2016).

Tendências do consumo alimentar

Os consumidores atuais exigem critérios de produção e processamento dos alimentos cada vez mais exigentes. Deste modo, a indústria depara-se com a enorme tarefa de corresponder às expectativas e estar a par dos padrões cada mais exigentes dos consumidores.

Para ilustrar alguns dos atributos mais valorizados pelos consumidores da atualidade, enumeram-se algumas tendências do mercado alimentar atual, com base em estudos publicados por empresas especializadas em análises de mercado (Nielson, 2015; Innova Market Insights, 2017; Mintel, 2017).

“Produtos naturais e sustentáveis”: Os resultados de um estudo internacional da Nielson, em mais de 60 países e envolvendo 30 000 consumidores, revelaram que os atributos que mais influenciam a

escolha e decisão de compra dos consumidores são atributos como a frescura, o natural, biológico e processamento mínimo (Nielsen, 2015). Para a maioria dos consumidores dos países desenvolvidos, é de extrema importância que os produtos alimentares que consomem sejam os mais naturais possíveis, sem deixar de parte as questões ambientais, o bem-estar animal e a sua sustentabilidade desde a produção até ao embalamento. Estes valorizam alimentos que sejam produzidos da forma mais tradicional possível, com um grau de processamento mínimo, sem adição de aditivos e conservantes e de acordo com padrões de produção amigos do ambiente (Román et al., 2017).

“Positivamente processado”: Esta tendência relaciona-se, uma vez mais, com a procura de ingredientes naturais e com uma preocupação relevante com a saúde, por parte dos consumidores. Estes interessam-se cada vez mais pelo modo como os alimentos são produzidos e preferem alimentos que sejam sujeitos a um nível de processamento mínimo ou mesmo por alimentos crus, pois associam estas práticas a uma maior preservação das qualidades nutricionais e sabor dos alimentos (Innova Market Insights, 2017).

“Cor”: A cor é um dos principais atributos sensoriais que é primeiramente percebido pelo consumidor e conseqüentemente, é dos principais fatores de seleção no momento da escolha de um produto alimentar. Cores vibrantes são mais apelativas e influenciam o consumidor a adquirir o produto, tendo em conta o seu aspeto visual. Para além disso, os consumidores associam algumas cores dos alimentos a benefícios específicos com impacto na saúde. Por exemplo, associam os pigmentos vermelhos da beterraba e das bagas de goji à presença de vitaminas e antioxidantes nestes alimentos, que têm um impacto positivo na saúde (Innova Market Insights, 2017).

“Novas sensações”: Esta tendência centra-se sobretudo no atributo da textura dos alimentos. Segundo o estudo *“Global Food & Drink Trends 2018”*, publicado pela Mintel, a textura terá um papel importante para a indústria alimentar em 2018, no sentido em que o som, a sensação de crocância e satisfação proporcionada por alimentos texturizados irão traduzir-se em aspetos bastante valorizados pelo consumidor em geral. Nesta tendência, destaca-se o papel dos snacks como um grande impulsionador para a satisfação do consumidor (Mintel, 2017).

“Dos snacks para as *Mini Meals*”: A conveniência sempre foi um fator muito apreciado pelos consumidores de produtos alimentares. Na atualidade, o ritmo de vida acelerado, a par da falta de tempo, leva a que as pessoas vão ao encontro de refeições rápidas, convenientes, mas ainda assim, saudáveis. Deste modo, os snacks que são vistos como algo que se pode consumir nos intervalos das refeições ou em momentos específicos do dia como os lanches, vieram dar origem a um conceito designado por *“Mini Meals”* que são pequenas refeições com porções um pouco maiores do que os snacks que podem ser encaradas como uma dose que pode ser inserida numa refeição normal (Innova Market Insights, 2017).

2.2 Snacks

O termo “snack” pode ser definido, no geral, como um produto alimentar que é normalmente ingerido no intervalo das refeições regulares. Os snacks são produtos convenientes, de rápida preparação ou até mesmo sem necessidade de preparação, sendo por isso, conhecidos como produtos *ready to eat*, ou seja, prontos a serem consumidos. Por serem produtos de elevada conveniência, a sua embalagem alimentar é, normalmente, constituída por porções individuais facilitando assim o seu consumo *on the go* (Lusas, 2001).

Existe uma vasta panóplia de snacks, onde se incluem opções que se consideram menos saudáveis, em que se incorporam elevados teores de sal, açúcar, ou gorduras saturadas, como por exemplo, batatas fritas, bolachas e barritas de chocolate. Ainda assim, existem também opções consideradas mais saudáveis como vegetais e frutas desidratadas, sementes e frutos secos, cujo consumo deve ser estimulado (Hess et al., 2016).

Os snacks são opções alimentares que têm vindo a ganhar popularidade na dieta dos consumidores de países desenvolvidos. Segundo um relatório sobre o consumo de snacks a nível mundial, em 2014, as vendas anuais de snacks cresceram mais do dobro do que no ano anterior nestes países (Nielson, 2014). Um outro estudo sobre o consumo de snacks nos Estados Unidos, revela que os consumidores estão cada vez mais dispostos a substituir uma ou duas refeições diárias por snacks, indo ao encontro do conceito de “*Mini Meal*”. O mesmo estudo, indica que 80% dos consumidores ingerem uma opção de snacks pelo menos uma vez por dia (Technomic, 2018).

De acordo com a Mintel (2017), a geração dos *Millenials* (indivíduos com idades entre os 18-38 anos), é a que se encontra mais disposta a consumir opções de snacks quatro ou mais vezes por dia, devido ao estilo de vida cada vez mais acelerado e à conveniência que estes produtos proporcionam, podendo ser ingeridos durante vários momentos ao longo do dia.

Atributos como o sabor, doce ou salgado, a textura, nomeadamente a crocância, o tamanho e forma e ainda, a conveniência são propriedades dos snacks bastante valorizadas por parte dos consumidores. No entanto, os consumidores atuais tendem a associar o conceito de snack a algo saudável e preferem cada vez mais opções que de algum modo, tenham um impacto positivo na saúde (Nielson, 2014). O segmento deste tipo de produtos no mercado alimentar encontra-se cada mais competitivo e os consumidores, no momento de compra, são influenciados por aspetos como a saúde e o sabor e, não estão dispostos a comprometer nenhum destes aspetos (Nielson, 2014).

A inovação é um aspeto chave para potenciar o consumo de opções de snacks mais saudáveis. A indústria alimentar, principalmente os departamentos de inovação e desenvolvimento de novos produtos das empresas, tem a exigente tarefa de encontrar novas formas para melhorar produtos já existentes (por exemplo reduzir o teor de açúcar ou gorduras saturadas) ou criar novos produtos alimentares, dentro deste segmento específico, de modo a fazer face às necessidades dos consumidores (Hess et al., 2016).

2.3 Desenvolvimento de novos produtos e inovação

2.3.1 O conceito de *Food Design* no âmbito do desenvolvimento de novos produtos e inovação alimentar

A inovação, em particular do setor alimentar, é o motor para o crescimento económico das empresas da área, contribuindo para aumento da competitividade entre si e criação de valor no mercado alimentar. É na inovação que se encontra o meio de transformar o conhecimento em desenvolvimento económico (NP 4457, 2007).

Para esta criação de valor, o desenvolvimento de novos produtos é uma área estratégica bastante utilizada pelas empresas para adquirirem vantagem competitiva e um sucesso financeiro a longo prazo no mercado alimentar atual (Costa e Jongen, 2006).

Existem dois fatores que são os principais impulsionadores para todo o processo de desenvolvimento de novos produtos: as necessidades dos consumidores, atuais e futuras, determinantes no design de novos produtos ou na criação de valor de produtos já existentes e a maior eficácia do processo industrial, de modo a reduzir-se custos ou acrescentar valor aos seus produtos (torná-los mais sustentáveis, saudáveis e amigos do ambiente).

Este conceito pode ser concretizado através da substituição de ingredientes, por exemplo, substituição do açúcar por um polissacárido com poder adoçante; ou através da mudança do modo de processamento dos produtos, por razões económicas ou ambientais (Raymundo et al., 2018).

Com a crescente globalização do setor alimentar, é fundamental antecipar e corresponder às necessidades dos consumidores e, mais do que isso, compreender as suas expectativas relativamente aos produtos alimentares (Fuller, 2011). Este conceito de orientação de mercado e desenvolvimento de novos produtos com base na identificação das necessidades e preferências dos consumidores, é uma estratégia muito utilizada em várias empresas do setor alimentar e parece ser globalmente apontada como uma das estratégias mais adequadas para o sucesso do lançamento de novos produtos (Benner et al., 2003; Costa et al., 2004; Costa e Jongen, 2006). A indústria tem um papel preponderante na tecnologia alimentar, na medida em que tem a tarefa de converter matérias-primas em produtos alimentares seguros e nutritivos, com sabor e textura agradáveis, tempo de vida útil adequado e de uso prático. No entanto, atualmente, não basta só produzir alimentos com tais características, mas também procurar produzir alimentos com propriedades funcionais específicas, que tragam algum tipo de benefício ao consumidor ou ainda, extrair componentes com funcionalidades específicas dos alimentos, de modo a otimizar as suas propriedades para incluir em novos alimentos. Um exemplo, é a otimização de componentes como os minerais e vitaminas através do aumento da sua biodisponibilidade por processos fermentativos (Howlett, 2008). O desenvolvimento de novos produtos está associado à criação de estruturas em que os nutrientes são convertidos em texturas e formas desejadas.

Um novo produto pode ser definido como algo que nunca existiu no mercado alimentar a nível global, em qualquer momento e em qualquer lugar. No entanto, este conceito raramente ocorre, pois, a maior parte dos produtos alimentares que são lançados como “novos” no mercado não são exatamente

novos, ou seja, podem, por exemplo, ser novos para a empresa que os lançou, mas já existirem e terem sido produzidos noutra empresa, noutra lugar do mundo por exemplo (Fuller, 2011).

Deste modo, o conceito de “produto novo” é muito vago e complexo, sendo que existem várias formas de o definir. Existem várias classes de produtos que se encaixam na classificação de “novo produto”, por exemplo, um produto já existente que tenha sido novamente posicionado no mercado, um produto que tenha sofrido de alteração passando a ter uma nova forma ou tamanho, um produto já existente que tenha sofrido uma alteração na sua formulação inicial ou uma alteração da sua embalagem. Todos estes exemplos referem-se a formas de inovação incremental, em que de certa forma se conseguiu acrescentar valor a um produto já existente (Fuller, 2011).

Os produtos ditos como propriamente “novos”, produtos que nunca antes existiram em momento e lugar algum, encaixam-se na classe dos produtos criativos, estando a par da inovação disruptiva (Fuller, 2011).

2.3.2 Etapas do desenvolvimento de novos produtos

De forma a manter sustentável o sucesso dos seus produtos a longo prazo, a empresa deverá estar consciente de que o desenvolvimento de novos produtos é um processo que se encontra constantemente a sofrer alterações e, por isso, deverá ser uma prioridade para os departamentos de marketing, inovação e desenvolvimento (I&D) analisar as diferentes etapas deste processo e verificar se estão de acordo com os objetivos estabelecidos inicialmente (Silva et al., 2009). Deverão ainda conhecer bem o mercado onde os seus produtos estão posicionados, bem como os seus concorrentes e o seu público alvo, de modo a desenvolverem produtos que acrescentem valor aos seus consumidores (Earle et al., 2001).

Consoante os autores, existem diferentes classificações e definições sobre as etapas do desenvolvimento de novos produtos. Numa abordagem mais geral, existem 4 grandes etapas do desenvolvimento de um novo produto (Earle et al., 2001; Costa e Jongen, 2006):

1. **Planeamento da estratégia de desenvolvimento de produto:** nesta etapa é fundamental estabelecer objetivos e delinear o posicionamento do produto no mercado, bem como estudar detalhadamente o mercado, os concorrentes e as necessidades dos consumidores;
2. **Design de produto e desenvolvimento do processo:** etapa em que desenvolve o produto propriamente dito e se definem as tecnologias, o modo de processamento do produto e todas as especificações necessárias;
3. **Comercialização do produto:** realização de testes de marketing, planeamento da comunicação do produto e delinear da etapa de distribuição;
4. **Lançamento do produto e a sua evolução:** distribuição e lançamento do produto no mercado, acompanhamento e avaliação dos resultados.

Existem outras abordagens do desenvolvimento de produto, mas todas têm um ponto em comum, as etapas deste processo não são estáticas no tempo, ou seja, estão em constante evolução e em qualquer momento devem permitir que rapidamente se volte à fase inicial do processo, no caso de novas informações ou ocorrência de imprevistos (Silva et al., 2009).

Uma outra abordagem do desenvolvimento de um novo produto engloba 8 etapas que devem ser pensadas como um todo. Esta esquematização encontra-se representada na Figura 1.

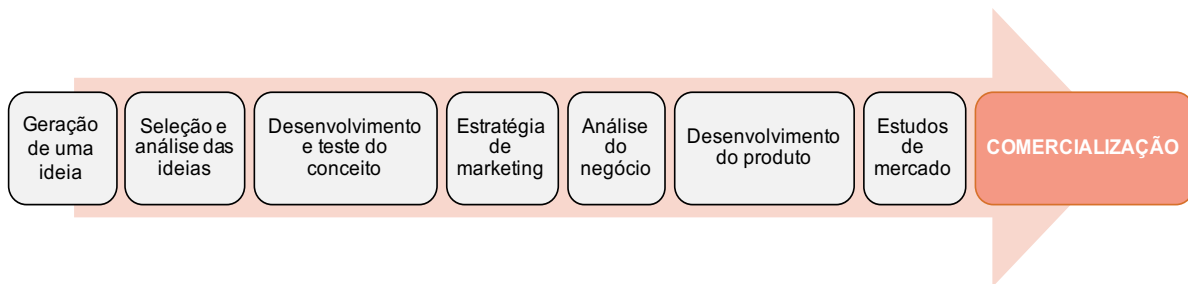


Figura 1: Etapas do desenvolvimento de novos produtos (Adaptado de Kotler e Armstrong, 2011)

De acordo com esta abordagem, o processo de *design* de um novo produto inicia-se com a geração de uma ideia, que tanto pode vir de uma fonte interna da empresa como de uma fonte externa, por exemplo, através de fornecedores, distribuidores e clientes. A nível interno a empresa deverá fornecer ferramentas para a constante criação de ideias através do departamento de I&D, por exemplo, através de plataformas que permitam a partilha de ideias a nível interno (Kotler e Armstrong, 2011). O objetivo da geração de ideias é a criação de ideias em larga escala, enquanto que as etapas seguintes têm como finalidade reduzir esse número. Após a geração de várias ideias, é crucial realizar uma triagem e uma análise detalhada das mesmas, de modo a verificar se são adequados aos objetivos da empresa e às verdadeiras necessidades dos seus consumidores e tornar ideias atrativas em produtos rentáveis para a empresa. Para este processo ser continuado com sucesso, é necessário desenvolver um conceito para o produto e testá-lo junto do público-alvo a que os produtos se destinam, de forma a consolidar o conceito do produto e torná-lo mais claro e objetivo junto dos consumidores (Kotler e Armstrong, 2011).

No caso do desenvolvimento do conceito do produto ter sido efetuado de acordo com os objetivos delineados pela empresa, segue-se para o desenvolvimento de uma estratégia de marketing que se deverá centrar em vários pontos: descrição do mercado-alvo pretendido, o posicionamento do produto, as metas de vendas, participação de mercado e lucro para os primeiros anos e ainda, um plano de preços e distribuição do produto. Para que a empresa possa proceder a uma análise do negócio realista e fundamentada, é essencial que se consiga estimar as vendas e projetar os respetivos custos e margens. Só desta forma é que, no futuro, conseguirá corresponder aos objetivos comerciais delineados ou retroceder às etapas anteriores, caso algo não tenha corrido como o esperado (Silva et al., 2009).

Sequencialmente, procede-se ao desenvolvimento do produto propriamente dito, ou seja, à conceção do *design* do produto, que é antecedida de fases experimentais como o desenho de protótipos e testes às formulações do produto a desenvolver. A par desta etapa, devem-se fazer estudos de mercado e dar a conhecer o produto ao consumidor através de publicidade, distribuição do produto (amostra) no ponto de venda e provas de análise sensorial. Se todas as etapas anteriores tiverem sido efetuadas com sucesso, o produto poderá finalmente ser comercializado, etapa em que o novo produto é introduzido no mercado (Silva et al., 2009).

2.4 Alegações

O interesse cada vez mais imperativo com a saúde e a dieta alimentar, incentiva o desenvolvimento e a reformulação de alimentos, ocorrendo uma redução de atributos negativos como o sal, o açúcar e alimentos de elevado teor calórico. Por outro lado, são adicionados ingredientes e nutrientes benéficos para a saúde como, por exemplo, vitaminas, minerais e fibras (Verhagen et al., 2010; Verhagen e van Loveren, 2016).

Os alimentos que apresentam características funcionais específicas, estão particularmente associados às alegações, que os distinguem entre alimentos regulares e alimentos com propriedades funcionais (Verhagen et al., 2010; Verhagen e van Loveren, 2016). A emergência destes alimentos na indústria alimentar obrigou a que houvesse uma harmonização da regulamentação acerca dos mesmos. Em 2006, a Autoridade Europeia de Segurança Alimentar (EFSA), concebeu uma lista de alegações através de um processo científico de validação das mesmas. Pretendia-se que as alegações de certo modo protegessem os consumidores e dessem as informações corretas sobre os benefícios de certos alimentos, para a saúde, de modo a evitar campanhas de marketing enganosas. Por outro lado, a regulamentação acerca das alegações associadas aos produtos com características funcionais específicas veio também orientar a indústria alimentar sobre como utilizar tais alegações nas rotulagens dos seus produtos. Estas medidas, vieram promover o funcionamento eficaz do mercado interno europeu no setor da alimentação, através da potencialização da inovação e competitividade deste setor (Hieke e Grunert, 2018).

Atualmente, mais de 3000 alegações foram submetidas a análise por parte da EFSA, das quais 266 foram avaliadas positivamente, evidenciando cientificamente ter algum tipo de impacto na saúde (Hieke e Grunert, 2018).

Podem considerar-se duas categorias principais de alegações, as alegações nutricionais e as alegações de saúde. Segundo o Regulamento (CE) nº 1924/2006, relativo às alegações nutricionais e de saúde sobre os alimentos, uma alegação nutricional define-se por ser *qualquer alegação que declare, sugira ou implique que um alimento possui propriedades benéficas para a saúde, devido à energia que o alimento pode fornecer ou devido aos nutrientes que contém*. Por outro lado, a alegação de saúde, define-se como *qualquer alegação que declare, sugira ou implique a existência de uma relação entre uma categoria de alimentos, um alimento ou um dos seus constituintes e a saúde*. As alegações nutricionais referem-se essencialmente a uma propriedade benéfica nutricional que o alimento “contém”, fornecida através do seu valor energético ou através de um nutriente específico. Este tipo de alegações, incluem as alegações de conteúdo e as alegações comparativas, como por exemplo, “este produto contém cálcio” e “este produto tem um valor energético reduzido, respetivamente (Verhagen et al., 2010; Gilsenan, 2011; Verhagen e van Loveren, 2016). Enquanto que, as alegações de saúde estão mais relacionadas com o efeito que o consumo do alimento produz e implicam a existência de uma relação entre o consumo de um alimento, ingrediente ou substância, e o seu impacto na saúde. Nesta categoria inserem-se as alegações gerais de função, alegações relacionadas com a redução do risco de uma determinada doença e as alegações relacionadas com o crescimento e desenvolvimento das crianças, tendo-se como exemplos, respetivamente: “o cálcio é

necessário para a manutenção de ossos normais”, “os esteróis vegetais contribuem para a manutenção de níveis normais no sangue” e ainda, “o ferro contribui para o normal desenvolvimento das crianças” (Verhagen et al., 2010; Gilsenan, 2011; Verhagen e van Loveren, 2016). As alegações nutricionais encontram-se especificadas no Regulamento (CE) nº 1924/2006, relativo às alegações nutricionais e de saúde sobre os alimentos e as alegações de saúde encontram-se discriminadas no Regulamento (UE) nº 432/2012, relativo a uma lista de alegações de saúde permitidas relativas a alimentos que não referem a redução de um risco de doença ou o desenvolvimento e a saúde das crianças. Este último, foi atualizado pelo Regulamento (UE) 2017/672, que autoriza uma alegação de saúde relativa a alimentos que não refere a redução de um risco de doença ou o desenvolvimento e a saúde das crianças. No âmbito dos regulamentos associados a alimentos funcionais com propriedades específicas, tem-se também o Regulamento (UE) 2015/2283, relativo a novos alimentos.

Existe uma vasta gama de nutrientes e outras substâncias que incluem as vitaminas, os minerais, entre outros, que podem estar presentes num alimento e ser alvo de uma alegação. No entanto, para proporcionarem o efeito benéfico pretendido, tais substâncias têm que estar em quantidades suficientes e suscetíveis de serem consumidas, segundo o Regulamento (CE) nº 1924/2006. Desta forma, ambas as categorias de alegações, nutricionais e de saúde têm que obedecer e cumprir regras específicas para constarem num rótulo de um produto alimentar. Essas regras encontram-se especificadas no capítulo 3.1.1. O objetivo destas regras é garantir que as alegações têm uma natureza clara, concisa e baseada em evidências científicas, de modo a informar aos consumidores os benefícios dos atributos dos produtos alimentares para a saúde humana, garantindo-lhes a máxima proteção para efetuarem as suas escolhas com pleno conhecimento de causa e a criar condições de concorrência equitativas no sector da indústria alimentar (Gilsenan, 2011).

É de salientar, que o estabelecimento de alegações nutricionais e/ou de saúde tem um elevado valor comercial para as empresas do setor alimentar, permitindo o posicionamento dos seus produtos nas áreas de alimentação e saúde. Serão assim produtos de valor acrescentado.

2.5 Matérias-primas utilizadas para a produção dos snacks gelificados

2.5.1 Vegetais

Os vegetais são um grupo de alimentos responsáveis por promover a saúde e a nutrição humana, através da sua excelente composição nutricional, mas também por enriquecer e diversificar a dieta através de uma panóplia de texturas, cores e sabores (Rubatzky e Yamaguchi, 1999). A definição de vegetal é bastante abrangente, visto que qualquer parte “viva” de uma planta que possa ser utilizada como um alimento, pode ser considerada um vegetal (Radovich, 2011). Do ponto de vista botânico, os vegetais podem incluir algas marinhas, cogumelos, raízes (cenoura), folhas (espinafre), caules (aipo), inflorescências (brócolos), tubérculos (batata), sementes (feijão verde), frutos (tomate) e bolbos (Belitz et al., 2009b; Radovich, 2011).

A composição nutricional dos vegetais pode variar significativamente dependendo da sua cultivar e origem. São geralmente constituídos por 80-90% de água, 3-20% de hidratos de carbono, 0.1-0.3% de lípidos, 1% de fibras e 1% de minerais. O teor de compostos azotados nos vegetais varia de 1-5%,

sendo que 35-80% desses compostos são proteínas e o restante são aminoácidos, péptidos e outros compostos (Belitz et al., 2009b). Os vegetais fornecem ainda outro tipo de compostos designados por compostos bioativos, metabólitos secundários das plantas, que apresentam geralmente atividade antioxidante e incluem: as vitaminas (vitamina C, folatos e provitamina A), os minerais (potássio, cálcio e magnésio) os compostos fitoquímicos (flavonóides, ácidos fenólicos, alcalóides e carotenóides) e as fibras (Liu, 2013). Por sua vez, os compostos fitoquímicos, que se encontram presentes nos frutos, vegetais e em alguns cereais, estão associados à redução da maioria das doenças crônicas (hipertensão, obesidade, doenças cardiovasculares) e de diversos cânceros. Estes compostos são potentes antioxidantes e reagem como um mecanismo de defesa das plantas contra o stress oxidativo induzido pelos radicais livres, o qual está relacionado com a origem de tais doenças no organismo humano, devido à destruição progressiva de biomoléculas como os lípidos, proteínas e o DNA. Para prevenir ou diminuir o stress oxidativo, é imperativo consumir quantidades apreciáveis de antioxidantes, presentes em larga escala nas frutas e nos vegetais, potenciando-se assim, a saúde e a prevenção do aparecimento de inúmeras doenças (Liu, 2004).

Vitaminas e Minerais

Apesar das vitaminas serem necessárias em pequenas quantidades, são compostos essenciais para o crescimento, desenvolvimento e saúde do organismo humano. São ainda componentes essenciais dos complexos enzimáticos que são responsáveis pela produção de energia a nível celular e pela transferência e biossíntese de inúmeros compostos (Liu, 2013). Geralmente são obtidas através da dieta ou através de suplementação, sendo que a grande maioria não são sintetizadas pelo organismo à exceção da biotina, ácido fólico e vitamina K que são sintetizadas pelo trato intestinal bacteriano. As vitaminas podem ser lipossolúveis incluindo as vitaminas A, D, E e K ou podem ser hidrossolúveis, como é o caso da vitamina C e das vitaminas do complexo B: biotina, niacina, riboflavina, tiamina, folatos, vitamina B6 e B12, entre outras. Ambos os conjuntos de vitaminas podem ser fornecidos por vegetais de folha, leguminosas, cereais e fontes de origem animal (Rubatzky e Yamaguchi, 1999).

Os minerais são elementos inorgânicos, que compõem os tecidos do organismo humano, apresentam funcionalidades ao nível dos complexos enzimáticos e interagem com vitaminas e hormonas. São essenciais para as funções vitais do organismo, mas a sua presença é necessária em pequenas quantidades. Estes compostos dividem-se em macrominerais como o cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio e em microminerais como, por exemplo, o ferro, zinco, cobre, manganês, selénio, entre outros. Os minerais estão presentes em diversos alimentos, mas são os vegetais a sua principal fonte (Rubatzky e Yamaguchi, 1999). O potássio é o mineral mais abundante nos vegetais, seguido do cálcio, sódio e magnésio (Belitz et al., 2009b). Os minerais apresentam um papel fundamental para o normal funcionamento do organismo, por exemplo, o cálcio é essencial para os ossos e os dentes, o potássio contribui para a manutenção dos níveis da pressão arterial, o magnésio é importante para a síntese proteica e ajuda na regulação da temperatura corporal e o fósforo é determinante em diversas funções celulares.

Na Tabela 1, é possível consultar a composição nutricional (média) de alguns vegetais (% da parte edível, por 100g de produto fresco) utilizados no processamento dos snacks gelificados e nas Tabelas

2 e 3 estão representados, respetivamente, o teor de minerais e vitaminas mais representativos dos vegetais utilizados como matérias-primas dos snacks desenvolvidos.

Tabela 1: Composição nutricional de alguns vegetais utilizados na produção dos snacks, por 100g de produto (Adaptado de: USDA, 2018).

Vegetal	Água (%)	Energia (Kcal)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Hidratos de Carbono (%)	Fibra (%)
Espinafre	91,4	23	2,9	0,4	3,6	2,2
Beterraba	87,6	43	1,6	0,2	9,6	2,8
Acelga	92,7	19	1,8	0,2	3,7	1,6
Cenoura	88,3	41	0,9	0,2	9,6	2,8
Batata doce	77,3	86	1,6	0,1	20,1	3

Tabela 2: Minerais mais representativos presentes nos vegetais utilizados como matérias-primas (mg/100 g de massa fresca) (Adaptado de: USDA, 2018).

Vegetal	Potássio	Cálcio	Fósforo	Magnésio	Sódio	Ferro
Espinafre	558	99	49	79	56	2,7
Beterraba	325	16	40	23	78	0,8
Acelga	379	51	46	81	213	1,8
Cenoura	320	33	35	12	69	0,3
Batata doce	337	30	47	25	55	0,6

Tabela 3: Vitaminas mais representativas presentes nos vegetais utilizados como matérias-primas por 100g de produto (Adaptado de: USDA, 2018).

	Espinafre	Beterraba	Acelga	Cenoura	Batata doce
Vitamina A (IU)	9377	33	6616	16706	14187
Tiamina (mg)	0,08	0,03	0,04	0,07	0,08
Riboflavina (mg)	0,19	0,04	0,09	0,06	0,06
Niacina (mg)	0,72	0,33	0,4	0,98	0,56
Vitamina C (mg)	28,1	4,9	30	5,9	25
Vitamina B6 (mg)	0,2	0,07	0,1	0,14	0,21

Para o processamento da base de vegetais dos snacks desenvolvidos, utilizaram-se como matérias primas alguns vegetais que serão mencionados de seguida:

Espinafre

A família das Quenopodiáceas compreende mais de 70 géneros e inclui as seguintes espécies: espinafre, acelgas e beterraba sacarina. O espinafre (*Spinacia oleracea* L.) é cultivado pelas suas folhas, que são comercializadas em fresco ou processadas (congeladas ou enlatadas). O espinafre contém elevadas concentrações de vitamina A e vitamina C (Tabela 3), carotenóides e folatos (Almeida, 2006). O espinafre apresenta um elevado poder antioxidante e contém teores consideráveis de ferro e cálcio, comparativamente a outros vegetais de folha (Tabela 2). A planta do espinafre não deve ser consumida em excesso, pois acumula oxalato de cálcio, um composto anti nutricional que pode ter implicações negativas na saúde e tem a capacidade de reduzir a biodisponibilidade de alguns minerais, como o ferro e o magnésio (Almeida, 2006).

Beterraba

O género *Beta* inclui 12 espécies herbáceas. Na espécie *Beta vulgaris L.* existem dois grupos de cultivares: o grupo *Crassa*, a que pertence a beterraba e o grupo *Cicla* a que pertence a acelga. A beterraba de mesa pode ser consumida em fresco ou depois de ser processada a nível industrial. Pode ser processada de diversas formas destacando-se os produtos minimamente processados (4ª gama), os pré-cozinhados embalados em vácuo (5ª gama) e ainda, os enlatados e *pickles*. Pode-se consumir a raiz da beterraba, mas também as suas folhas, que a nível nutricional, contêm teores de pro-vitamina A e ácido ascórbico semelhantes aos do espinafre e da acelga (Rubatzky e Yamaguchi, 1999).

A cor característica da beterraba, “vermelho escuro”, deve-se à presença de um conjunto de pigmentos hidrossolúveis designados por betalaínas. Este conjunto de pigmentos, divide-se em duas classes: betacianinas, compostos de coloração vermelha nitrogenados com propriedades químicas semelhantes às antocianinas e as betaxantinas, pigmentos de cor amarela (Hendry, 1996). A cor da beterraba não é uniforme, sendo mais intensa em certas zonas, o que se deve aos diferentes níveis de pigmentação dos tecidos vasculares da planta. O rácio entre estes pigmentos varia de acordo com a cultivar e é influenciado pelas condições edafo-climáticas que a planta está sujeita, pelo que a cor da beterraba é bastante variável (Rubatzky e Yamaguchi, 1999). A importância destes pigmentos, centra-se não só na sua coloração, pois são utilizados como aditivos alimentares com a funcionalidade de corantes naturais para outros alimentos, mas também, na sua atividade antioxidante. Trata-se de um alimento ligeiramente ácido, com um pH da polpa variável entre os 4,9 e 5,8 (Rubatzky e Yamaguchi, 1999; Almeida, 2006).

Acelga

Como referido anteriormente, a acelga pertence à mesma espécie da beterraba, mas diferem no grupo de cultivares onde se inserem. A morfologia das folhas da acelga é distinta das folhas da beterraba, caracterizadas por serem grandes, carnudas, crocantes e lustrosas. A acelga não produz raízes comestíveis, contrariamente à beterraba. A acelga pode ser consumida através das suas folhas que são comercializadas em fresco e utilizadas geralmente após sofrerem tratamento térmico (cozidas). Este alimento apresenta um elevado poder vitamínico (A e C) e um elevado teor em ferro (Almeida, 2006), comparativamente a outros vegetais (Tabelas 2 e 3).

Cenoura

A cenoura (*Daucus carota L.*) pertence à família das Apiáceas e é um dos hortícolas de raiz mais importantes. A cenoura é comercializada fresca, podendo ser consumida crua em saladas ou em snacks, ou pode ser cozinhada. Pode também ser sujeita a processos de congelação, apertização, desidratação ou processamento mínimo (4ª gama), sendo neste caso comercializada sob a forma de cenoura descascada, cortada ou cenoura “baby”. A cenoura é dos vegetais que apresenta maior teor de carotenoides, pigmentos com elevada atividade antioxidante, sendo que os mais abundantes são o α - e β -caroteno, precursores de vitamina A (Rubatzky e Yamaguchi, 1999; Almeida, 2006).

Batata doce

A planta da batata doce pertence à família das Convolvuláceas de raízes tuberculosas, comestíveis, de sabor doce e apresentam diversas cores. Este alimento é bastante utilizado devido ao valor energético elevado que aporta, sendo bastante rica em glúcidos complexos como o amido, mas apresentando teores reduzidos de açúcares simples. A batata doce é ainda bastante rica em pró-vitamina A, vitamina C e β -carotenos (Rubatzky e Yamaguchi, 1999).

2.5.2 Leguminosas

Em 2016, decorreu o ano internacional das leguminosas, que surgiu devido ao facto deste grupo de alimentos potenciar um estilo de vida saudável e apresentar inúmeros benefícios para a saúde não só devido à sua excelente composição nutricional, mas também por ter um papel significativo na questão da alimentação da população mundial, manutenção da fertilidade do solo, mitigação das alterações climáticas e por contribuir para o desenvolvimento sustentável (Marinis, 2016).

Uma dieta rica em leguminosas ajuda na redução do desenvolvimento de diversas doenças como as doenças cardiovasculares, diabetes e cancro. As leguminosas são uma fonte de proteínas, fibras, minerais e vitaminas essenciais e, para além disso, não contêm glúten, sendo uma ótima opção para doentes celíacos (Marinis, 2016).

O feijão branco é uma das várias variedades de feijão, pertencente à família das Fabáceas, assim como o grão de bico. São dois alimentos muito utilizados na dieta tradicional Portuguesa de diversas formas, servindo para sopas, conservas, purés, congelados, farinhas, entre outros (Almeida, 2006). Destaca-se o facto de ambos apresentarem quantidades significativas de proteínas, cerca de 20% (Tabela 4) e serem bastante ricos em minerais, especialmente em ferro (Tabela 5).

Nas Tabelas 4 e 5 estão apresentadas respetivamente a composição nutricional do feijão branco e do grão de bico e os seus minerais mais representativos. Estes alimentos foram utilizados como matérias primas dos snacks rosa e amarelo, respetivamente.

Tabela 4: Composição nutricional do feijão branco e do grão, por 100g de produto, utilizados como matérias primas dos snacks (Adaptado de: USDA, 2018).

Leguminosa	Água (%)	Energia (Kcal)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Hidratos de Carbono (%)	Fibra (%)
Feijão Branco	11,3	333	23,4	0,9	60,3	15,2
Grão	7,7	378	20,5	6	63	12,2

Tabela 5: Minerais mais representativos presentes nas leguminosas utilizadas como matérias-primas dos snacks (mg/100 g de produto) (Adaptado de: USDA, 2018).

Leguminosa	Potássio	Cálcio	Fósforo	Magnésio	Sódio	Ferro
Feijão Branco	1795	240	301	190	16	10,4
Grão	718	57	252	79	24	4,3

2.5.3 Ervas aromáticas

Salsa

A salsa pertence à família das Apiáceas e é maioritariamente cultivada pelas folhas que são utilizadas como condimento, podendo ser comercializadas em fresco, congeladas ou desidratadas. É de destacar o seu elevado teor em minerais, especialmente o cálcio, ferro e potássio (Almeida, 2006).

2.5.4 Alimentos com características funcionais específicas

Com o aumento da consciencialização dos consumidores e, com a conexão cada vez mais frequente entre os conceitos, saúde e dieta, em meados dos anos 90 surgiu no Japão um novo conceito de nutrição. Esse conceito é reconhecido mundialmente por *functional foods*, ou seja, alimentos funcionais e começou a ser explorado pela Comissão Europeia na segunda metade da década de 1990, que iniciou uma atividade científica para explorar o conceito de alimentos funcionais, designada por FUFOSSE – “*Functional Food Science in Europe*” (Howlett, 2008).

Através deste movimento definiu-se que um alimento funcional se distingue, não só por fornecer uma nutrição básica, como por apresentar na sua composição um conjunto de atributos adicionais com um efeito benéfico direto na saúde e bem-estar do consumidor. Este conceito de alimento que se diz como “funcional” implica que os alimentos melhorem significativamente funções fisiológicas do organismo ou reduzam o risco de incidência de certas doenças específicas (Howlett, 2008).

Aveia

Os grãos de aveia são ricos em proteína, comparativamente a outros cereais, apresentando um teor proteico médio de 17% (Tabela 6). No entanto, o que faz com que este alimento seja considerado “funcional” é o facto de apresentar fibras solúveis, denominadas por β -glucanas, que estão diretamente relacionadas com a redução dos níveis do “mau” colesterol no sangue, o que ajuda na prevenção do aparecimento de doenças cardiovasculares e a regular o normal funcionamento da pressão sanguínea. Os grãos de aveia possuem também compostos fenólicos denominados por avenantramidas, que apresentam uma elevada atividade antioxidante e auxiliam na prevenção contra doenças inflamatórias (Tosh e Miller, 2016). Para além disso, contêm vários minerais tais como o potássio, magnésio e o fósforo, como se pode verificar na Tabela 7.

A aveia pode ser consumida de variadas formas e utilizada para fabrico de produtos como cereais de pequeno almoço, pão, bolachas, papas instantâneas, entre outros (Tosh e Miller, 2016).

Sementes

Cerca de 70% de todos os alimentos para consumo humano provêm diretamente das sementes (principalmente de cereais e vegetais), que apresentam uma composição nutricional bastante rica em proteínas, gorduras insaturadas e outros compostos bioativos como os minerais (Bewley et al., 2013).

As sementes de chia e de sésamo apresentam na sua composição elevados teores de ácidos gordos polinsaturados, essenciais na dieta humana, que por sua vez, tem um papel crucial na redução de doenças cardiovasculares e na prevenção de doenças do sistema nervoso e doenças inflamatórias.

Contêm ainda elevados teores de compostos fenólicos e antioxidantes naturais, nomeadamente tocoferóis, fitoesteróis e carotenoides, que potenciam a saúde humana (Marineli et al., 2014; Pathak et al., 2014).

No geral, as sementes são uma excelente fonte de proteínas, fibras e minerais. Destaca-se o elevado teor de proteínas (cerca de 31%) e de magnésio das sementes de cânhamo, o elevado teor de cálcio das sementes de chia e o elevado teor de ferro e cálcio das sementes de sésamo, como se pode verificar através da análise das Tabelas 6 e 7.

As sementes podem ser consumidas de diversas formas e atualmente devido à sua riqueza nutricional, são incorporadas em produtos alimentares como pão, bolos, bolachas e barras energéticas (Bewley et al., 2013). Apesar dos inúmeros benefícios para a saúde humana, as sementes no geral apresentam alguns compostos anti nutricionais, por isso, o seu consumo deve ser controlado. Além disso, o sésamo é um alergénio, por isso não é recomendável o seu consumo para indivíduos intolerantes a este alimento.

Nas Tabelas 6 e 7 encontram-se respetivamente, a composição nutricional de alguns alimentos com propriedades funcionais específicas, utilizados como matérias primas no desenvolvimento dos snacks, e os seus minerais mais representativos.

Tabela 6: Composição nutricional de alguns alimentos com características funcionais utilizados como matérias primas, por 100g de produto (Adaptado de: USDA, 2018).

Alimento	Água (%)	Energia (Kcal)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Hidratos de Carbono (%)	Fibra (%)
Aveia	6,6	246	17,3	7,0	66,2	15,4
Chia	5,8	486	16,5	30,7	42,1	34,4
Sementes de sésamo	4,7	573	17,7	49,7	23,5	11,8
Sementes de girassol	4,7	584	20,8	51,5	20,0	8,6
Sementes de cânhamo	5,0	553	31,6	48,8	8,7	4,0
Sementes de abóbora	4,5	446	18,6	19,4	53,8	18,4

Tabela 7: Minerais mais representativos presentes em alimentos com características funcionais (mg/100 g de produto) (Adaptado de: USDA, 2018).

Alimento	Potássio	Cálcio	Fósforo	Magnésio	Sódio	Ferro
Aveia	556	58	734	235	4	5,4
Chia	407	631	860	335	16	7,7
Sementes de sésamo	468	975	629	351	11	14,6
Sementes de girassol	645	78	660	325	9	5,3
Sementes de cânhamo	1200	70	1650	700	5	8,0
Sementes de abóbora	919	55	92	262	18	3,3

2.5.5 Hidrocolóides

A consciencialização e preocupação dos consumidores do mercado alimentar global, com a adoção de um estilo de vida saudável, despoletou a procura de novos alimentos e matérias-primas, por sua vez, mais saudáveis, ricos em fibra e pobres em gorduras e açúcar. Consequentemente, a indústria alimentar tem vindo a acompanhar estas mudanças proporcionando novas tecnologias e formas de processamento. Segundo Román et al. (2017) os consumidores estão cada vez mais dispostos a aceitar os aditivos alimentares de origem natural e a consumir alimentos com estes aditivos incorporados, em detrimento de produtos sintéticos. Deste modo, o desenvolvimento de novas formulações de produtos alimentares com o uso de hidrocolóides na indústria alimentar tem sido, cada vez mais frequente, em substituição por exemplo, das gorduras *trans* e do açúcar (Phillips e Williams, 2009).

Os hidrocolóides consistem em polímeros de cadeia longa, como os polissacáridos e as proteínas, tendo como principal característica, a capacidade de formação de dispersões e géis quando dispersos em água. As principais fontes destes polímeros são de origem vegetal ou microbiana, como as algas, microrganismos, plantas, sementes, frutos, existindo também fontes de origem animal como a gelatina animal, a proteína isolada do leite, o quitosano, entre outras (Saha e Bhattacharya, 2010; Milani e Maleki, 2012).

A presença significativa de grupos hidroxilo (OH) nos hidrocolóides, aumenta a afinidade das suas moléculas com as moléculas de água, facilitando a sua ligação. Por outro lado, também produzem dispersões, cujo comportamento é intermédio entre uma solução e uma suspensão, exibindo propriedades de um colóide. Deste modo, justifica-se o nome “hidrocolóide” (Saha e Bhattacharya, 2010; Milani e Maleki, 2012).

Nos últimos anos, os hidrocolóides têm vindo a ser cada vez mais utilizados na indústria alimentar, com o principal objetivo de aumentar a qualidade dos alimentos processados no que diz respeito à estabilidade, textura e aparência dos alimentos (Phillips e Williams, 2009). Atuam principalmente como espessantes ou gelificantes, mas também como emulsionantes, estabilizantes e texturizantes. Como espessantes, podem ser utilizados para a produção de sopas, molhos, *patês* e *topings*, enquanto que, como agentes gelificantes, são utilizados, por exemplo, para o fabrico de gelatinas, compotas, marmelada, géis de teor calórico reduzido ou com baixo teor de açúcar, entre outros (Doublie e Cuvelier, 2006; Saha e Bhattacharya, 2010).

Na Tabela 8, encontram-se alguns exemplos de hidrocolóides mais utilizados na indústria alimentar, a sua origem, função e respetivas aplicações alimentares. A utilização destes hidrocolóides é permitida de acordo com o Regulamento (UE) n.º 1129/2011 que estabelece uma lista de aditivos alimentares permitidos, podendo a maioria ser utilizados em regime *quantum satis*.

Tabela 8: Exemplos de hidrocolóides e suas características (Adaptado de: Saha e Bhattacharya, 2010; Milani e Maleki, 2012).

Hidrocolóides		Origem	Função	Aplicação
Agar		Algas	Gelificante	Produtos de panificação e pastelaria, produtos cárneos, laticínios
Alginato		Algas	Espessante Gelificante	Gelados, pudins instantâneos, bebidas
Carragenato		Algas	Gelificante	Gelados, sobremesas, produtos cárneos, laticínios
Galactomananas	Goma de alfarroba	Plantas	Espessante	Gelados, queijo creme, sobremesas
	Goma guar			
	Goma tara			
Glucomananas	Goma konjac	Raiz do tubérculo <i>Amorphophallus konjac</i>	Espessante	Toppings, iogurtes, sobremesas
Gelano		Microorganismos	Gelificante	Geleias, compotas, pudins, gelados e iogurtes
Pectina		Plantas	Gelificante	Geleias, compotas, bebidas à base de fruta

Géis e Agentes Gelificantes

A vasta aplicação dos hidrocolóides na indústria alimentar está diretamente relacionada com a sua capacidade para modificarem a estrutura reológica dos alimentos. As duas propriedades básicas, do ponto de vista reológico, destes sistemas alimentares são a textura (propriedades mecânicas sólidas) e a viscosidade (medida de resistência ao escoamento) e a modificação de uma destas características, leva à alteração das propriedades sensoriais dos alimentos. Deste modo, os hidrocolóides assumem extrema relevância, ao terem a aplicabilidade de alterar as características sensoriais dos alimentos, sendo bastante úteis para a indústria alimentar (Milani e Maleki, 2012).

Para a correta formulação de alimentos gelificados, é fundamental conhecer as condições de processamento específicas para cada hidrocolóide e as características de cada gel formado, particularmente a textura e as propriedades reológicas do gel (Saha e Bhattacharya, 2010).

Um gel consiste num sistema bifásico constituído por uma rede macromolecular tridimensional sólida, retendo na sua malha uma fase líquida, geralmente a água. Os géis podem ser designados também por sistemas viscoelásticos ou *soft-solids*, por apresentarem propriedades intermédias entre um sólido e um líquido (Walstra, 1996; Doublier e Cuvelier, 2006). Do ponto de vista reológico, um gel apresenta o comportamento de um material viscoelástico com o módulo elástico (G') superior ao módulo viscoso (G''), pelo que possui uma grande resistência ao escoamento (Saha e Bhattacharya, 2010). O comportamento de um material viscoelástico depende maioritariamente do tempo de deformação quando submetido a uma tensão. Para tempos curtos de deformação, um gel é considerado

essencialmente elástico, tendo a capacidade de se deformar e recuperar a forma original. Para tempos mais longos, o material comporta-se essencialmente como um sistema viscoso (Walstra, 1996).

Os hidrocolóides destacam-se pela sua funcionalidade tecnológica, ao terem a capacidade de formar géis e modificar a estrutura dos sistemas alimentares, mas também pela sua funcionalidade nutricional, visto que contêm uma quantidade significativa de fibra alimentar (Phillips e Williams, 2009).

Para que ocorra a gelificação, os hidrocolóides, que se apresentam sob a forma de pó, têm que ser sujeitos a etapas de tratamento prévio, nomeadamente, às etapas de dispersão em água e hidratação. A **dispersão** consiste na separação das partículas dos hidrocolóides, de modo a que a soluto fique completamente solubilizado no meio aquoso, sem que ocorra a formação de grânulos (Myhrvold et al., 2011a). Esta etapa tem que ser efetuada com bastante rigor, porque o soluto é bastante difícil de ser solubilizado, pelo que, o soluto deve ser adicionado lentamente ao solvente (água), sob condições de forte agitação. A **hidratação** tem como objetivo, individualizar cada macromolécula para que se dê a posterior penetração das moléculas de água e se dê a sua expansão. Fatores como o tempo, a agitação do meio e as temperaturas elevadas, são necessários para a eficácia deste processo (Doublier e Cuvelier, 2006; Myhrvold et al., 2011a). Estas etapas são fundamentais para que os hidrocolóides assegurem as suas propriedades funcionais, no momento da gelificação. Tais propriedades funcionais assentam em mecanismos físico-químicos, subjacentes ao seu comportamento em meio aquoso, resultado de interações macromolécula-água e macromolécula-macromolécula, ou seja, estas propriedades são influenciadas pela distribuição espacial das suas macromoléculas assim como pelo tipo de ligações que estabelecem entre si e com o solvente (Doublier e Cuvelier, 2006; Myhrvold et al., 2011a).

Os hidrocolóides formam géis através da associação física das suas cadeias poliméricas. Os segmentos poliméricos, aleatoriamente dispersos, vão estabelecendo interações por enrolamento e entrelaçamento entre si, e sequencialmente ocorre a agregação de determinadas zonas das cadeias – zonas de junção - por intermédio de ligações por pontes de hidrogénio, pontes de enxofre, associações hidrofóbicas, interações electroestáticas e ligações mediadas por iões (Saha e Bhattacharya, 2010). As zonas de junção são fundamentais para a formação da rede tridimensional sólida, responsável pela estrutura viscoelástica do sistema, característica do gel (Doublier e Cuvelier, 2006). O processo de gelificação envolve três fases distintas: (1) - estado “sol”, que ocorre quando as macromoléculas do hidrocolóide se encontram aleatoriamente dispersas e desorganizadas, formando uma solução juntamente com o solvente (água); (2) - estado “gel”, no qual as moléculas vão estabelecendo interações e ligações químicas entre si, formando agregados de forma organizada em determinadas zonas das cadeias poliméricas, contribuindo para a formação da rede do gel; (3) – transição “sol-gel” correspondendo à formação da forma final do gel, que passa pela passagem, a nível físico, do estado líquido para o estado sólido (Doublier e Cuvelier, 2006). Nesta etapa, a conformação das cadeias poliméricas encontra-se num nível elevado de organização e o gel torna-se firme. Vários fatores podem contribuir para o rearranjo destas ligações na rede do gel: a temperatura e pH do meio, o tempo, a presença de iões e a natureza do hidrocolóide, bem como a sua concentração na solução. Estes fatores exercem uma grande influência no processo de formação do gel e conseqüentemente nas suas

propriedades de textura. A textura dos géis está fortemente relacionada com o número de moléculas que formam as zonas de junção, sendo que, um maior número de moléculas nas zonas de junção, resulta num gel mais firme (Milani e Maleki, 2012). Tem-se assim um gel forte com ligações intermoleculares estáveis e difíceis de destruir, onde do ponto de vista reológico o módulo elástico (G') é maior do que o módulo viscoso (G''), cerca de uma década e ambos os módulos são pouco dependentes da frequência de oscilação. Por outro lado, um menor número de moléculas nas zonas de junção, resulta em ligações mais fracas e as zonas de junção quebram-se facilmente, formando-se consequentemente um gel fraco, caracterizado por uma maior dependência das funções viscoelásticas com a frequência (Phillips e Williams, 2009).

Agar

O agar é um polissacárido linear extraído das paredes celulares de algas marinhas, da espécie *Rhodophyceae*. É constituído por uma cadeia polimérica linear designada por agarose (Figura 2) que, por sua vez, é composta por monómeros de (1,4) β -D-galactopirranose e (1,3) 3,6-anidro- α -L-galactopirranose, que vão alternando entre si (Belitz et al., 2009a; Imeson, 2010).

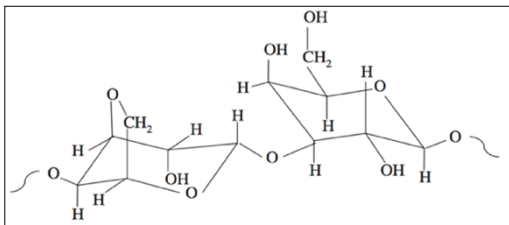


Figura 2: Unidade estrutural do agar – agarose
(Fonte: Imeson, 2010a).

Este hidrocolóide, pode ser utilizado numa vasta gama de processamento de alimentos, pela sua forma única de formar géis termorreversíveis bastante estáveis e com temperaturas de fusão elevadas. Apresenta um elevado poder gelificante, visto que mesmo para concentrações muito baixas (0.04%) tem a capacidade de formar géis (Belitz et al., 2009a). Os géis de agar apresentam uma força elevada (firmeza) a baixas concentrações, baixa viscosidade em solução, alta transparência e temperaturas de fusão/gelificação bem definidas. O agar é insolúvel em água fria, mas é facilmente solúvel em água quente (95 – 100°C) e tem a propriedade de formar géis termorreversíveis a temperaturas entre os 30-40°C (Imeson, 2010). Uma solução de agar a 1-2% forma um gel a 32–39°C, mas esse mesmo gel não derrete abaixo dos 60–97°C (Belitz et al., 2009a).

Gelano

O gelano é um polissacárido, de origem microbiológica, da espécie *Pseudomonas elodea*. Relativamente à sua estrutura química, é composto por uma estrutura linear de unidades repetidas de tetrassacáridos: (1,3) β -D-glucose, (1,4) β -D-ácido glucorónico, (1,4) β -D-glucose e (1,4) α -L-ramnose, que vão alternando no grupo carboxílico (Matsukawa e Watanebe, 2007).

O gelano tem uma grande aplicabilidade na indústria alimentar, porque forma géis transparentes com estabilidade térmica e, cuja força do gel não é tão dependente do pH do meio, comparativamente a outros polissacáridos. A sua forma nativa designa-se por gelano de alta acilação (“*High Acyl Gellan*”) e

contém uma substituição de um grupo L-glicerato no carbono C₂ e uma substituição parcial de um grupo acetato na posição C₆ na unidade de (1,3) β-D-glucose (Matsukawa e Watanebe, 2007).

Os grupos acilo têm uma grande influência nas características de textura dos géis de gelano. A forma de alta acilação (HA), representada na Figura 3, produz géis suaves, elásticos e opacos, enquanto que, a forma de gelano de baixa acilação (LA) forma géis firmes, quebradiços e transparentes (Sworn e France, 2009).

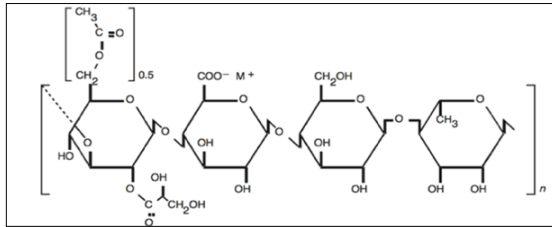


Figura 3: Estrutura química do gelano de alto acilo (Fonte: Valli e Clark, 2010).

A hidratação do gelano HA é inibida na presença de concentrações elevadas de açúcar (grau brix superior a 80°) e para valores de pH elevados, ao contrário do gelano LA que é facilmente solubilizado na presença de teores elevados de açúcar, mas dependente da concentração de iões no meio. A forma de baixa acilação de gelano, é altamente sensível à presença de iões de sódio e de cálcio, sendo que elevadas concentrações destes sais inibem o seu processo de hidratação. No geral, os géis de gelano HA definem-se por ser termorreversíveis e gelificarem a uma temperatura de 70-80°C, enquanto que o gelano LA apresenta temperaturas de gelificação entre os 30-50°C (Sworn e France, 2009).

Carragenatos

Os carragenatos são polissacáridos provenientes de algas vermelhas marinhas da classe *Rhodophyceae*. Existem alguns tipos de carragenatos como o ι- carragenato, o λ-carragenato e o κ-carragenato, que diferem no grau de sulfatação dos seus constituintes (Blakemore e Harpell, 2010).

O κ-carragenato é o que apresenta menor grau de sulfatação, tendo maior capacidade para formar géis sendo, por isso, dos carragenatos mais utilizados na formulação de alimentos. É formado por unidades repetidas de (1,4) β-d-galactose 4-sulfato e (1,3) α-3,6-anidro-d-galactose (Figura 4), que vão alternando entre si (Stanley, 1990).

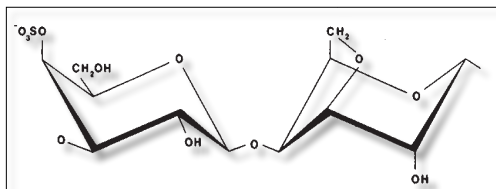


Figura 4: Estrutura química do κ-carragenato (Fonte: Stanley, 1990).

O κ-carragenato tem a capacidade de formar géis termorreversíveis em soluções aquosas a temperaturas elevadas (>70°C) quando expostas a condições de arrefecimento a temperaturas entre os 40 e 70°C, a baixas concentrações (0,5% - 3%) e na presença de catiões (Imeson, 2009). O κ-carragenato forma géis firmes e quebradiços na presença de iões de potássio e quanto maior a concentração destes iões, maior é a firmeza do gel. As soluções de carragenato perdem viscosidade e formam géis menos firmes quando sujeitos a elevadas temperaturas e quando submetidos a valores

de pH inferiores a 4,5, devido a um fenómeno designado por autohidrólise (Blakemore e Harpell, 2010). O mecanismo de gelificação envolve a transição configuracional das moléculas de κ -carragenato. A temperaturas elevadas, as moléculas encontram-se inicialmente, distribuídas de forma aleatória na suspensão. Quando sujeitas ao arrefecimento, as moléculas vão-se agregando, formando estruturas em forma de dupla hélice e, por sua vez, através da agregação das duplas hélices, formam-se as zonas de junção para conseqüentemente se formar a malha do gel (Stanley, 1990; Imeson, 2009).

Galactomananas

As galactomananas – goma de alfarroba (LBG), goma tara e goma guar – não têm a particularidade de formar gel, mas quando misturadas com certos polissacáridos com propriedades gelificantes, conseguem aumentar consideravelmente a força do gel e modificar a sua estrutura interna (Morris,1990). A nível comercial, as duas galactomananas mais relevantes são a goma guar e a goma de alfarroba, ambas extraídas de sementes, de plantas da família *Leguminosae*. A principal diferença entre estas duas gomas é o peso molecular, sendo que a goma guar apresenta um maior peso molecular do que a goma de alfarroba, o que se traduz numa maior viscosidade da primeira (Morris,1990). A goma de alfarroba é composta por uma estrutura linear de unidades de (1,4) β -D-manopiranosil com ramificações formadas por unidades (1,6) α -D-galactose. A goma de alfarroba tem propriedades espessantes, sendo que é parcialmente solúvel em água fria e para ocorrer a sua total hidratação é necessário haver aquecimento da solução. Esta goma forma soluções, com elevada viscosidade a baixas concentrações e, em condições extremas de pH bastante baixo ou elevado, assim como em condições de temperaturas elevadas, pode degradar-se e perder viscosidade (Wielinga, 2010).

Misturas de polissacáridos: sinergias

Certos agentes espessantes, como a goma de alfarroba, a goma guar e a goma xantana, quando usadas isolamente não têm a capacidade de formar géis. Deste modo, são muitas vezes combinados com agentes gelificantes, como o carragenato para a formação de géis, devido às interações sinérgicas entre estes polissacáridos. A mistura e a ação sinérgica destes e de outros polissacáridos, leva ao desenvolvimento de inúmeras texturas diferentes (Saha e Bhattacharya, 2010). A adição de goma de alfarroba (LBG) ao κ -carragenato, é das sinergias mais utilizadas e vantajosas no processamento de certos alimentos. Dispersões a temperaturas elevadas de LBG e κ -carragenato quando submetidas a um arrefecimento a temperaturas inferiores a 50°C formam géis fortes e elásticos com o fenómeno de sinérese (saída de água) relativamente reduzido (Saha e Bhattacharya, 2010). Segundo Fernandes et al., (1991) a proporção de 4:1 de κ -carr/LBG é o rácio ótimo para a sua utilização, ou seja, nesta proporção verifica-se a máxima ação sinérgica entre estes dois polissacáridos.

2.6 Importância das propriedades físicas nos snacks gelificados

2.6.1 Propriedades de textura

Os quatro atributos principais de qualidade dos alimentos são a sua aparência, o sabor, a textura e o valor nutricional (Bourne, 2002a).

A textura é uma propriedade reológica que se define como um conjunto de propriedades mecânicas, geométricas e sensoriais que derivam da estrutura dos alimentos, sendo detetadas através dos sentidos da visão, audição, olfato, tato e gosto (Szczesniak, 2002). Deste modo, a textura sendo um conjunto de características é normalmente substituída pelo termo: “propriedades texturais” dos alimentos. Existe uma grande variedade de atributos associados à textura dos alimentos desde: firme, mole, duro, suave, crocante, quebradiço, cremoso, pastoso, viscoso, elástico, oleoso, entre outros. Os consumidores associam estes atributos a certos alimentos, por exemplo, é expectável que um snack ou uma bolacha sejam crocantes e estaladiços e que um queijo creme seja pastoso e cremoso. Se a estes alimentos corresponderem outros atributos texturais, o consumidor provavelmente rejeitará o produto. Neste contexto, a textura surge como um critério preponderante de qualidade dos produtos alimentares, contribuindo para a aceitabilidade destes produtos no mercado (Bourne, 2002a; Szczesniak, 2002).

As propriedades de textura dos produtos alimentares podem ser avaliadas através de dois métodos distintos, a análise sensorial e a análise instrumental. A metodologia de análise sensorial implica a avaliação do atributo da textura, através de testes sensoriais realizados por um painel de provadores treinados. Os métodos instrumentais são mais rápidos, apresentam custos menores, e apresentam resultados com maior repetibilidade, relativamente aos métodos sensoriais (Bourne, 2002b).

Existem três tipos de testes instrumentais que determinam a textura dos alimentos: os testes empíricos, os testes fundamentais e os testes imitativos. Os testes empíricos têm como finalidade medir algumas propriedades físicas dos alimentos em condições bem definidas. Os testes fundamentais, são direcionados para as propriedades reológicas dos alimentos e medem propriedades físicas bem definidas tais como, a viscosidade ou os módulos elástico (G') e viscoso (G'') e, cujos resultados são expressos em termos fundamentais, ou seja, através de unidades de medida (Bourne, 2002b). Os testes imitativos, como o nome indica, tentam mimetizar alguma situação de processamento ou consumo, nomeadamente, a mastigação humana através de equipamentos específicos capazes de simular as condições a que o material é sujeito na prática, quando é mastigado (Rosenthal, 1999). Este tipo de testes apresentam a vantagem de se relacionarem, de uma forma mais direta, com os métodos de análise sensorial, contrariamente aos testes fundamentais, sendo por isso, dos mais utilizados para a avaliação da textura dos alimentos (Bourne, 2002b).

Análise do perfil de textura (TPA)

Um dos testes mais relevantes para a medição da textura de géis alimentares, é o teste de análise do perfil de textura ou TPA - *Texture Profile Analysis*. Este teste, é um teste imitativo, em que se simula a mastigação humana através de “duas dentadas” no alimento, ou seja, através de duas penetrações ou compressões pela sonda, na amostra (alimento) a testar, com uma pausa entre si. Por esta razão, este teste é conhecido também por teste de duas dentadas - *two bites* (Bourne, 2002b). O teste TPA é realizado num equipamento designado por texturómetro e pode ser efetuado em modo de penetração ou compressão. O texturómetro é um aparelho constituído por um dinamómetro que fornece energia mecânica a taxa constante. Como resultado, obtém-se um texturograma, que regista uma curva de força *versus* tempo (Figura 6), ou de força *versus* distância onde saem medições dos diversos

parâmetros de textura (Alves, 2003). Estes parâmetros têm uma importante correlação com os resultados da análise sensorial (Bourne, 2002b).

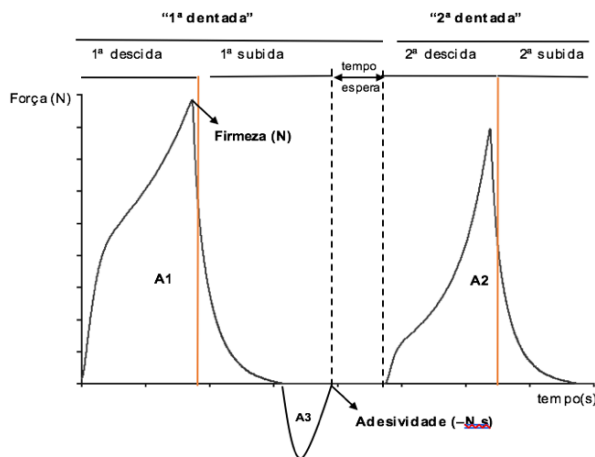


Figura 5: Texturograma (Força vs. Tempo) obtido através de um teste TPA (Adaptado de: Szczesniak, 2002).

Através do gráfico representado na Figura 6, podem-se retirar diretamente diversos parâmetros texturais e calcular outros. Destacam-se os parâmetros da firmeza, adesividade e coesividade para avaliação da textura dos snacks. Outros parâmetros secundários como a elasticidade, fraturabilidade, gomosidade e mastigabilidade também são passíveis de serem determinados e aplicados para outros produtos alimentares.

A **firmeza**, define-se como a força (N) necessária para se atingir uma determinada deformação no alimento e o seu valor é calculado através da força máxima obtida no primeiro ciclo de penetração ou compressão da sonda no alimento. Na Figura 6, a firmeza está representada no pico máximo da área A1. A **adesividade** representa o trabalho (-N.s) necessário para se conseguir ultrapassar as forças de atração entre a superfície do alimento e a superfície da sonda do equipamento que entra em contacto com o alimento. A adesividade é um parâmetro que apresenta valor negativo e está representado na Figura 6, como a área negativa A3. Relativamente à **coesividade**, este parâmetro define-se como a medida em que um alimento pode ser deformado antes de se dar a sua rutura. A coesividade é um parâmetro adimensional e pode ser calculado através do quociente entre as áreas A2 e A1 ($A2/A1$), representadas no gráfico da Figura 6 (Szczeniak, 2002).

2.6.1 Propriedades reológicas

A reologia define-se como a ciência que estuda propriedades como o escoamento e a deformação dos materiais, fluídos ou sólidos, quando submetidos a uma tensão. Por sua vez, a tensão é uma força exercida numa determinada superfície do material (Sahin e Sumnu, 2006a).

A reologia tem diversas aplicações na área alimentar, destacando-se áreas como o processamento, controlo de qualidade e desenvolvimento de novos produtos. No desenvolvimento de novos produtos alimentares, a reologia assume extrema importância, na medida em que permite obter parâmetros específicos que se relacionam com a estrutura interna dos materiais, o que dá uma ideia do grau de estruturação dos produtos a desenvolver (Sousa, 2001). Por outro lado, a reologia permite também estabelecer relações entre os resultados da avaliação sensorial e das medições instrumentais, sendo uma grande vantagem na área do desenvolvimento de novos produtos, pois permite avançar com a

conceção do produto sem ser necessário recorrer-se a um painel de provadores de análise sensorial (Bourne, 2002a). Os parâmetros objetivos que se obtêm através de testes reológicos são bastante úteis no desenvolvimento e otimização de novas formulações de produtos alimentares, na medida em que se relacionam com condições e níveis de processamento industrial. Deste modo, a reologia permite uma otimização de recursos e contribui com grandes avanços tecnológicos sendo, por isso, uma mais valia em certas áreas da indústria alimentar (Alves, 2003).

Do ponto de vista reológico, os materiais podem ser sólidos, líquidos ou viscoelásticos (Sahin e Sumnu, 2006a). Quando submetidos a uma tensão, os materiais sólidos irão sofrer uma deformação não contínua, ou seja, finita e no caso de retomarem a sua forma original após a tensão aplicada, diz-se que apresentam atividade “elástica”. No corpo elástico puro, a tensão aplicada (τ) é diretamente proporcional à deformação (γ) e a constante de proporcionalidade é o módulo elástico (G). Esta relação é também conhecida pela Lei de Hooke, que diz que no material sólido elástico ideal, em resposta a uma tensão há uma deformação independente do tempo e que é totalmente recuperável após retirada a tensão (Mezger, 2014a). Ao contrário, os líquidos escoam continuamente quando submetidos a uma tensão. Para estes materiais, a propriedade que mede a resistência ao escoamento é a viscosidade (η), que é definida pela relação entre a tensão aplicada (τ) e a taxa de deformação respetiva ($\dot{\gamma}$) e pode ser determinada na prática através de equipamentos como o viscosímetro. Os líquidos que apresentam uma viscosidade constante ao longo do tempo a qualquer taxa de deformação, denominam-se por fluídos newtonianos e têm-se como exemplos a água, o azeite e o leite. No caso da viscosidade dos líquidos variar com a taxa de deformação aplicada ao longo do tempo, estes denominam-se por fluídos não newtonianos, tendo-se como exemplos o ketchup, margarina, manteiga e chocolate fundido (Mezger, 2014b). Relativamente aos materiais viscoelásticos, como os géis alimentares, estes apresentam características mecânicas simultaneamente viscosas e elásticas, entre um líquido viscoso e um sólido elástico. Através de testes dinâmicos ou oscilatórios (SAOS – *Small Amplitude Oscillatory Shear*), podem-se determinar as principais grandezas viscoelásticas destes materiais, nomeadamente o módulo elástico (G'), que corresponde à medida de energia armazenada pela amostra durante o processo de deformação, o módulo viscoso (G'') que corresponde à energia dissipada pela amostra no processo de deformação, quando aplicada uma tensão. Pode ainda determinar-se o ângulo de dissipação ou diferença de fase (δ), que é frequentemente expresso como $\tan \delta = G''/G'$ (Mezger, 2014c).

Os testes oscilatórios são realizados através de um reómetro de tensão ou deformação controlada, em que a amostra é colocada entre dois pratos paralelos ou entre um prato e um cone em que se deve aplicar uma tensão ou deformação, de modo a não destruir a estrutura interna do material. Ou seja, deve ser determinada previamente a zona viscoelástica do material em estudo, através de testes de varrimento de tensão ou deformação, dependendo do tipo de reómetro utilizado. No presente trabalho, recorreu-se a um reómetro de tensão controlada.

Podem-se caracterizar as propriedades viscoelásticas dos materiais em função da tensão, mas também do tempo, temperatura ou frequência (Mezger, 2014c). Normalmente o primeiro teste a efetuar é o teste de varrimento de tensão, de modo a determinar a zona viscoelástica do material, que corresponde à

gama de tensões em que os módulos G' e G'' são independentes da tensão aplicada. Neste teste, é aplicada uma frequência fixa e determinam-se os módulos viscoelásticos em função da tensão. No fim deste teste é possível obter-se o parâmetro da tensão crítica, valor a partir do qual a estrutura interna do material é destruída (Mezger, 2014c). Posto isto, podem-se realizar vários testes como o teste de varrimento de frequências ou espectro mecânico que permite avaliar a microestrutura do alimento, através do registo do G' e G'' em função da frequência de oscilação aplicada, a uma tensão fixa (definida no teste anterior). No caso de G' ser muito maior que G'' , diz-se que o material apresenta um comportamento predominantemente elástico e no caso de G'' muito maior do que G' , diz que material apresenta um comportamento essencialmente viscoso. No teste de varrimento de tempo, avaliam-se os módulos viscoelásticos ao longo do tempo, de modo a perceber a cinética de maturação dos materiais com valores de tensão, frequência e temperatura constantes. Este teste é muito frequente em géis alimentares. Relativamente ao teste de varrimento de temperatura, também muito utilizado em géis, estes são bastante úteis na determinação de temperaturas de fusão e gelificação destes materiais, em que se avalia o comportamento dos módulos G' e G'' com a temperatura, mantendo-se os outros fatores constantes (curvas de aquecimento e arrefecimento).

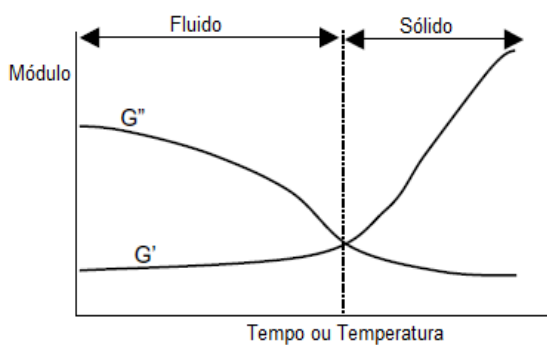


Figura 6: Curva típica de um gel alimentar (Fonte: Tabilo-Munizaga e Barbosa-Cánovas, 2005).

Na Figura 5, tem-se o exemplo de um registo da variação de G' e G'' em função do tempo ou temperatura, onde está representado uma curva típica de um gel alimentar em que no início da sua formação se verifica um comportamento essencialmente viscoso semelhante a um fluido ($G'' > G'$) e ao longo do tempo ou quando sujeito a determinadas temperaturas, o gel, cada vez mais estruturado, apresenta características elásticas típicas de um sólido, em que $G' > G''$ (Tabilo-Munizaga e Barbosa-Cánovas, 2005).

2.6.3 Cor

A cor pode ser definida como os comprimentos de onda da luz na zona do visível do espectro eletromagnético (dos 380 aos 770nm), que são detetáveis pelo olho humano. Todas as cores que são detetadas pelo olho humano estão associadas à radiação luminosa e a determinados comprimentos de onda (Hendry, 1996). Para que se consiga observar uma determinada cor é necessário um objeto, uma fonte de luz e um observador (Sahin e Sumnu, 2006b).

2.6.3.1 A cor no contexto dos produtos alimentares

Um dos primeiros atributos dos alimentos a ser detetado pelos consumidores, é a sua cor, o que determina as expectativas e a influência sobre a qualidade, a textura, o sabor dos alimentos e, conseqüentemente a sua aceitação ou rejeição no mercado (Hendry, 1996; Hutchings, 1999a).

O aspeto visual dos alimentos, em especial nas frutas e vegetais, é determinante para a sua aceitabilidade. Frutas e vegetais com um aspeto fresco, com cores vivas, vibrantes e brilhantes e ainda, com um tamanho e forma adequados são características que atraem, primeiramente, os consumidores e influenciam a sua decisão de compra. Só depois vêm os atributos como o sabor, o aroma e a textura (Barrett et al., 2010).

A medição rápida e objetiva da cor é fundamental no controlo de qualidade dos produtos alimentares, principalmente no desenvolvimento de novos produtos, de modo a garantir-se a cor desejada do produto final, a ausência de desvios na cor das formulações durante o processamento e a estabilidade da cor dos alimentos ao longo do seu período de conservação e armazenamento (O'Sullivan, 2017b). Os desvios e alterações de cor dos alimentos podem ser causados por reações de escurecimento enzimático e não enzimático. As reações de escurecimento enzimático são as mais comuns em frutas e vegetais, devido à oxidação dos compostos fenólicos que os constituem, catalisada através da enzima polifenoloxidase (PPO). Como resultado desta reação de oxidação, formam-se compostos designados por *o*-quinonas, que sofrem reações de polimerização e dão origem a pigmentos de cor escura (Barrett et al., 2010; Martínez et al., 2012; Pathare et al., 2012). O escurecimento enzimático nas frutas e vegetais agrava-se durante o processamento destes alimentos, através de operações simples como o descasque e o corte. Este fenómeno enzimático depende do teor da enzima PPO nos tecidos vegetais, bem como, do teor de compostos fenólicos, do pH, da temperatura e do teor de oxigénio. De modo a reduzir o escurecimento enzimático nos frutos e vegetais, que, conseqüentemente, pode traduzir-se num impacto negativo no valor de mercado destes produtos, procede-se normalmente à inibição da atividade da PPO através da combinação de métodos físicos, como os tratamentos térmicos (ex: branqueamento e pasteurização) e os ultrassons e, de métodos químicos (ex: uso de agentes antioxidantes como o ácido ascórbico, agentes complexantes, agentes quelantes, acidulantes, inibidores enzimáticos e tratamentos enzimáticos) (Martínez et al., 2012).

2.6.3.2 Corantes Naturais

A cor que se denota nos mais variados alimentos, como as frutas e vegetais, é o resultado da existência de pigmentos funcionais, pigmentos esses designados por corantes naturais. Estes corantes, são compostos fitoquímicos com um elevado poder antioxidante, podendo prevenir reações de oxidação no organismo, que são responsáveis pelo aparecimento de doenças como o cancro e doenças crónicas (Henry, 1996; Barrett et al., 2010). Estes pigmentos naturais são importantes para o normal funcionamento do organismo, não pela sua coloração, mas sim pelas suas propriedades bioquímicas (Hutchings, 1999). Deste modo, tem sido cada vez mais frequente o desenvolvimento de métodos de extração de pigmentos funcionais, que funcionam como corantes naturais e como substâncias com elevado poder antioxidante (Cardoso, 2003).

O uso de corantes está limitado às especificações do Regulamento (UE) nº 1129/2011, relativo aos aditivos alimentares e apenas podem ser utilizados os corantes que se encontrem discriminados neste regulamento, encontrando-se também especificadas as concentrações máximas permitidas para o uso destas substâncias.

Existe uma grande diversidade de corantes que diferem entre si na sua solubilidade e estabilidade nos alimentos. Consequentemente, o desenvolvimento, a formulação e o processamento de novos produtos alimentares deve ter em conta os principais fatores que influenciam a cor dos alimentos. A solubilidade dos pigmentos é um fator determinante, sendo que existem pigmentos que são solúveis em água e outros em óleo. Pigmentos como as antocianinas (cor vermelha e azul) e as betalaínas (cor vermelha) são hidrossolúveis enquanto que a curcumina (cor amarela), as clorofilas (cor verde) e os carotenoides (cor amarela, laranja e vermelha) são lipossolúveis (Henry, 1996; Barrett et al., 2010). Outro fator que exerce influencia na cor dos alimentos é a forma física dos pigmentos. A cor está disponível em diversas formas, na forma de líquidos, em pó, em pastas ou em suspensões. Quando se usa uma suspensão alimentar é importante ter em conta que a tonalidade da cor do produto irá mudar caso os pigmentos comecem a ser dissolvidos durante o processamento. Um aumento na temperatura de processamento é geralmente suficiente para dissolver pigmentos que se encontram em suspensão e provocar uma alteração na cor do produto alimentar. A viscosidade dos líquidos e pastas é dependente da temperatura e a sua facilidade de dispersão num produto alimentar diminui com a diminuição da temperatura. O pH é outro fator relacionado com a alteração da cor dos alimentos. A maioria dos líquidos, corantes naturais solúveis em água são processados a um valor de pH próximo da sua máxima estabilidade. Pigmentos como os carotenóides são moléculas alcalinas, enquanto que as antocianinas são ácidas. A adição destes corantes a soluções não tamponadas, vai alterar os valores de pH iniciais. As antocianinas são moléculas que atuam como indicadores de pH, mudando de cor consoante estiverem num meio ácido ou alcalino (Henry, 1996). Do ponto de vista prático, as antocianinas são utilizadas apenas em produtos de natureza ácida em que o pH é inferior ou igual a 4 (Henry, 1996). A qualidade microbiológica de um produto alimentar afeta também a sua intensidade e tonalidade da cor. Os pigmentos solúveis em óleos têm tendência para ter menores teores de humidade e consequentemente são menos suscetíveis a contaminações microbiológicas. Por outro lado, as antocianinas e as betalaínas contêm teores elevados de água e de açúcar, pelo que necessitam de um maior controlo microbiológico (Henry, 1996). Por fim, alguns pigmentos solúveis em óleo como a curcumina e o β -caroteno necessitam da adição de hidrocolóides, como os estabilizantes e emulsionantes de modo a torná-los miscíveis com a água. Deste modo, é importante que a adição de outros ingredientes seja compatível com o produto alimentar a ser desenvolvido de modo a não alterar a cor desejável (Henry, 1996).

Principais fatores que influenciam a cor da beterraba

As betalaínas, pigmentos responsáveis pela coloração característica da beterraba, apresentam alguma sensibilidade a variações de pH, ainda assim a sua cor varia menos do que a das antocianinas. Estes pigmentos apresentam níveis de estabilidade ótima para valores de pH entre 4 e 6 (Herbach et al., 2006). Para valores de pH iguais ou superiores a 7 (meio alcalino) os pigmentos da beterraba começam

a degradar-se rapidamente, pelo que não é recomendado o seu uso para aplicações alcalinas. Em meios muito ácidos, com baixos valores de pH a tonalidade da cor da beterraba é azul-violeta, devido à forma aniónica vermelha se converter no catião violeta. Em condições alcalinas, a beterraba toma rapidamente a cor amarela-acastanhada devido à degradação de moléculas de betacianinas. (Henry,1996). As temperaturas elevadas tendem a reduzir a pigmentação da beterraba. Os pigmentos da beterraba são altamente suscetíveis a condições de temperaturas elevadas, sendo um fator muito importante que determina o seu uso como corantes naturais dos alimentos. De modo a otimizar a coloração da beterraba, deve-se ter em conta o binómio tempo-temperatura nas condições de processamento deste alimento. Outros fatores como a luz, elevados teores de oxigénio, a presença de alguns metais (ferro, cobre e alumínio) e a_w , elevado do alimento parecem também, ter influência na taxa de degradação das betalaínas e consequentemente contribuir para a perda de cor da beterraba (Herbach et al., 2006).

A adição de antioxidantes como o ácido ascórbico, numa concentração entre 0,1-1%, é uma medida comum utilizada para retardar a degradação dos pigmentos da beterraba, que definem a sua coloração característica (Herbach et al., 2006).

2.6.3.3 Análise objetiva da cor

A medição instrumental da cor é realizada geralmente através de um colorímetro, para análises rápidas e quotidianas no contexto da indústria alimentar. A Comissão Internacional da Iluminação - *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE), é um organismo responsável pelas recomendações a nível da colorimetria e desenvolveu um sistema que permite a leitura numérica da cor de um alimento através de coordenadas específicas, de modo a localizar-se uma cor num espaço tridimensional de inúmeras cores diferentes (Hutchings, 1999a). O sistema cromático CIELab é dos referenciais mais utilizados a nível industrial principalmente na área alimentar, sendo que segundo este referencial, as cores são descritas através das coordenadas L^* , a^* e b^* .

Este sistema encontra-se representado na Figura 7. A coordenada L^* está relacionada com a luminosidade, variando entre o $L^*=0$ (branco) e $L^*=100$ (preto). As coordenadas a^* e b^* são variáveis cromáticas: para valores negativos de a^* está associada à cor verde e para valores positivos à cor vermelha; a coordenada b^* toma valores negativos para a cor amarela e valores positivos para o azul (Sahin e Sumnu, 2006b; Pathare et al., 2012).

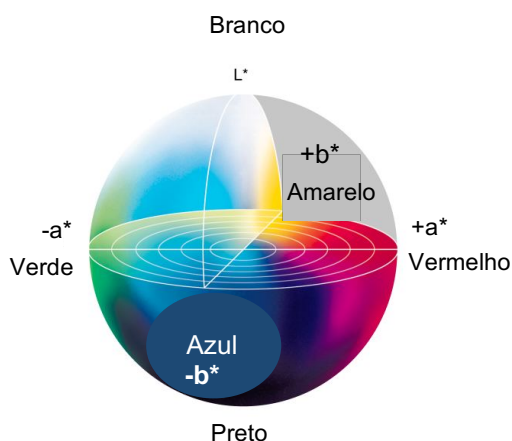


Figura 7: Sistema Cromático CIELab. (Adaptado de: www.linocolor.com)

A medição instrumental da cor, baseada no sistema cromático CIELab (Figura 7), tem extrema relevância na qualidade dos produtos alimentares, sendo uma ferramenta que ajuda a evitar desvios no processamento dos alimentos. Mais concretamente, o cálculo da variação da cor dos alimentos, num determinado período de tempo, pode ajudar a determinar o período de conservação dos alimentos e evitar reações de degradação, como as reações de escurecimento enzimático e não enzimático. Para o controlo destes fenómenos indesejáveis, recorre-se geralmente à determinação de um parâmetro que indica se existem ou não diferenças perceptíveis entre duas cores, a olho nu. Ou seja, se as diferenças analíticas de cor de um alimento correspondem às diferenças visuais perceptíveis pelo olho humano. Este parâmetro é conhecido por ΔE^* e pode ser calculado através da seguinte expressão:

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

Segundo alguns autores, para valores de ΔE^* superiores a 3 ($\Delta E^* > 3$), a diferença de cor entre duas amostras já consegue ser perceptível a olho nu (Pathare et al., 2012; Cejudo-Bastante et al., 2016). Para outros, apenas a partir de valores de $\Delta E^* > 5$ se consegue distinguir a olho nu a diferença de cor entre dois produtos (Castellar et al., 2006).

2.7 Análise Sensorial

2.7.1 Importância da análise sensorial no contexto da indústria alimentar

A análise sensorial pode ser definida como um método científico utilizado para medir, analisar e interpretar reações relativas a determinadas características dos alimentos, baseadas na informação recebida pelos sentidos do tato, olfato, gosto, visão e audição (Lawless e Heymann, 2010a).

A realização de provas de análise sensorial a produtos alimentares tem diversas aplicações, desde: desenvolvimento de novos produtos, a melhoria de produtos já existentes, a redução de custos, o controlo de qualidade, testes de estabilidade dos alimentos, e testes de aceitabilidade e preferência dos produtos alimentares por parte dos consumidores (Hutchings, 1999b).

Existem diversos parâmetros que garantem o controlo de qualidade e a estabilidade dos alimentos, desde parâmetros químicos, microbiológicos e físicos, destacando-se o pH, a cor, a textura e os parâmetros reológicos dos alimentos. No entanto, não existe nenhum parâmetro que preveja a aceitabilidade e preferência dos produtos alimentares por parte dos consumidores, mais concretamente pelos seus sentidos (Bourne, 2002c). Deste modo, a análise sensorial surge como uma ferramenta essencial para as empresas do setor alimentar, visto que, através da análise das características sensoriais de um produto alimentar, se consegue determinar as preferências dos consumidores e conseqüentemente, identificar a aceitabilidade de um produto alimentar novo ou melhorar as características de outros produtos já existentes. Os consumidores certamente que não adquirem ou consomem alimentos que, na sua perceção de qualidade, tenham uma baixa aceitabilidade (Bourne, 2002c).

A análise sensorial toma especial destaque na área do desenvolvimento de novos produtos, sendo um método bastante eficaz na avaliação das propriedades de textura nas fases iniciais do

desenvolvimento, especialmente em alimentos processados. Este método fornece uma base sólida de informação, essencial para os métodos instrumentais poderem mais tarde ser projetados para medidas objetivas de controlo de produção e qualidade (Bourne, 2002c).

2.7.2 Testes de análise sensorial

Existem dois tipos de testes sensoriais que são realizados na prática: os testes objetivos e subjetivos. Os testes objetivos são conduzidos por um painel sensorial treinado, que fornece dados sobre as propriedades sensoriais dos produtos. Por sua vez, os testes objetivos podem ser do tipo discriminativo ou descritivo. Neste caso o painel sensorial, que reúne um conjunto de provadores, tem de ser devidamente selecionado e treinado e, cumprir as regras de conduta das provas sensoriais, de acordo com os padrões da Norma ISO:8586 (2012). Por outro lado, os testes subjetivos fornecem dados subjetivos sobre a aceitabilidade, gosto e preferência dos produtos por parte dos consumidores. Estes testes subjetivos são também conhecidos por testes afetivos e dividem-se, por sua vez, em testes de aceitabilidade e preferência (Lawless e Heymann, 2010a).

Testes discriminativos

Os testes discriminativos estão relacionados com as diferenças percebidas entre dois produtos num nível de significância apropriado, ou seja, estes testes indicam se a diferença entre duas amostras consegue ser percecionada pelo provador. Através destes testes, consegue-se não só determinar, através de análise estatística, se as diferenças entre dois produtos são significativamente diferentes, como o nível de sensibilidade do indivíduo à diferença de estímulo oferecida (Hutchings, 1999b). Os três tipos de testes discriminativos mais utilizados são o teste de comparação pareada (ISO 5495), o teste triangular (ISO 4120) e o teste duo-trio (ISO 10399). No teste de comparação pareada, colocam-se duas amostras aleatoriamente codificadas, à disposição do provador e o objetivo é o indivíduo indicar qual a amostra que apresenta maior intensidade de um atributo específico, por exemplo, avaliar qual o alimento mais doce (Stone e Sidel, 2004a). Considera-se que o teste triangular é o método com maior sensibilidade dos testes discriminativos. Nesta prova, apresentam-se três amostras codificadas ao acaso, em que duas delas são iguais e a outra é diferente e pretende-se determinar quais são as duas amostras mais semelhantes entre si ou qual é a amostra mais diferente das duas restantes (Stone e Sidel, 2004a). Relativamente ao teste duo-trio, apresentam-se novamente três amostras aos provadores, em que a primeira é o controlo e as duas restantes estão codificadas. O objetivo é indicar qual a amostra que mais se assemelha ao controlo (Lawless e Heymann, 2010b).

Testes descritivos

Com base na diferença percecionada entre dois produtos nos testes discriminativos, justifica-se a realização de um teste descritivo, a fim de se identificar a natureza ou magnitude das diferenças sensoriais percebidas no teste discriminativo (Stone e Sidel, 2004b). Os testes descritivos são frequentemente utilizados em áreas como o desenvolvimento de novos produtos na indústria alimentar, pois os resultados de uma análise descritiva fornecem descrições sensoriais de uma matriz de produtos. Fornecem também informações base para mapear semelhanças e diferenças de produtos e através destes testes, obtêm-se ainda resultados importantes para a determinação dos atributos

sensoriais mais importantes para a aceitação dos produtos no mercado. Deste modo, consegue-se identificar se os produtos a desenvolver estarão posicionados de acordo com o *target* a atingir (Stone e Sidel, 2004b). Para a realização deste tipo de avaliação sensorial, deve-se reunir um painel treinado, constituído geralmente por 8 a 12 provadores, que devem seguir um conjunto de referências padrão e de seguida, avaliar cada atributo a nível qualitativo ou quantitativo, através de uma escala de intensidade. Os testes descritivos geralmente utilizados são o teste de perfil de *flavour* e o teste de perfil de textura, através dos quais obtém-se uma descrição completa dos perfis de sabor e aroma, ou textura de um determinado produto, através da classificação de atributos numa escala qualitativa no caso do teste de perfil de *flavour*, e numa escala quantitativa no caso do teste de perfil de textura (Lawless e Heymann, 2010c).

Importa referir que os produtos desenvolvidos, por serem novos e apresentarem um conceito disruptivo, não apresentam termo de comparação com outros produtos do mercado. Deste modo, não se realizaram este tipo de testes (discriminativos e descritivos) aos produtos desenvolvidos.

Testes afetivos

Visto que a perceção humana está envolvida na avaliação sensorial de um determinado produto, os atributos de qualidade de tal produto alimentar, são definidos através dos aspetos que são mais relevantes para a aceitabilidade do consumidor. Desta forma, os testes afetivos são bastante úteis no desenvolvimento de novos produtos, pois com base neste método de avaliação sensorial, obtém-se respostas significativas sobre o que os consumidores realmente apreciam num produto e o que não apreciam (Barrett et al., 2010). Através dos gostos e preferências dos consumidores, torna-se mais fácil e eficaz para as empresas orientarem corretamente os seus produtos no mercado, antecipando as necessidades dos consumidores e destacarem-se perante os seus concorrentes. Os testes afetivos dividem-se em testes de preferência e aceitação e devem ser efetuados por mais de 50 consumidores não treinados. Nos testes de preferência, pretende-se identificar a amostra preferida pelo consumidor, através de escalas de comparação pareada ou ordenação-preferência. Relativamente à avaliação da aceitabilidade de um produto, por parte do consumidor recorre-se a escalas de pontuação, também denominada por hedónicas. Através dos testes hedónicos (ISO 11136), os indivíduos atribuem pontos de 1 a 9, no caso de gostarem mais ou menos de um atributo do produto, em que 1 ponto é considerado extramente desagradável e 9 é definido como extremamente agradável (Lawless e Heymann, 2010d). Estes testes foram efetuados para a avaliação sensorial dos produtos desenvolvidos, por parte dos consumidores.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Metodologia do desenvolvimento da gama dos snacks gelificados de vegetais com alegações

3.1.1 Definição de requisitos e especificações do desenvolvimento dos snacks

A empresa SONAE MC, propôs a realização do projeto *Snackfresh*, através de uma parceria com o Instituto Superior de Agronomia. Trata-se de um projeto financiado (01-0247-FEDER-024239), no

âmbito do COMPETE – P2020. O projeto tem por base o desenvolvimento de snacks com alegações nutricionais e de saúde e ainda, com características sensoriais inovadoras, associadas à conveniência de consumo e à promoção de um estilo de vida saudável. O objetivo centra-se no desenvolvimento e conceção de uma gama de snacks gelificados, à base de frutas e vegetais frescos, dentro do conceito da gama Bem-Estar, um segmento comercial da empresa SONAE, que fará a comercialização do produto. Na presente dissertação utilizaram-se para a produção dos snacks: vegetais, como a acelga, espinafre, beterraba e batata doce; leguminosas, como o grão e o feijão branco; ervas aromáticas como a salsa; e alimentos com características funcionais específicas, como por exemplo, as sementes de chia, de girassol e canhão e maca. Os snacks pretendem atingir três targets: adultos – sendo um produto com baixas calorias; crianças – por ser uma forma divertida de comer legumes (cores e formatos); idosos – trata-se de um produto fácil de mastigar/ingerir. Em todas as situações, este snack contribuirá para a hidratação do organismo, devido ao elevado teor de água que apresenta, permitindo também incrementar o consumo de vegetais.

A gama Bem-Estar insere-se no departamento dos Frescos, da SONAE MC, e conta com uma linha de produtos com características específicas dentro de cinco categorias (Tabela 9), que pretendem evidenciar benefícios em diferentes segmentos de ação na saúde e, que têm por base a sua composição nutricional.

Tabela 9: Categorias e respetivos segmentos de ação da gama Bem-Estar.

CATEGORIA	SEGMENTO DE AÇÃO
PROTEC	Ossos/ Função Cognitiva/ Cansaço e Fadiga/ Produção de Energia
SPORT	Massa Muscular/ Cansaço e Fadiga/ Produção de Energia/ Oxidações
BALANCE	Função Cognitiva/ Sistema Nervoso/ Produção de Energia
ANTIOX	Oxidações
LUX	Pele, Unhas e Cabelo/ Oxidações/ Dentes

Segundo a regulamentação em vigor, nomeadamente o Regulamento (UE) nº 432/2012 que estabelece uma lista de alegações de saúde, existem alegações que podem estar presentes nos rótulos dos produtos alimentares, pois assentam em efeitos comprovados de certos nutrientes para a saúde. Na Tabela 10, estão resumidos exemplos de alegações de saúde previstas no regulamento acima mencionado.

Tabela 10: Exemplo de alegações de saúde (Adaptado de Regulamento (UE) Nº 432/2012).

Nutriente	Alegação	Condições de utilização da alegação
Cálcio	O cálcio contribui para o normal funcionamento muscular	A alegação só pode ser utilizada em alimentos que sejam, pelo menos, uma fonte de cálcio, tal como referido na alegação FONTE DE [NOME DA(S) VITAMINA(S)] E/OU [NOME DO(S) MINERAL(IS)].
Ferro	O ferro contribui para um normal metabolismo produtor de energia	A alegação só pode ser utilizada em alimentos que sejam, pelo menos, uma fonte de ferro, tal como referido na alegação FONTE DE [NOME DA(S) VITAMINA(S)] E/OU [NOME DO(S) MINERAL(IS)].

A cada categoria da gama Bem-Estar e os segmentos de ação associados, estão alocadas várias alegações nutricionais e de saúde. Apesar de haver cinco categorias, apenas foram exploradas três, cada uma associada a um snack – PROTEC, SPORT e BALANCE. Para que os snacks desenvolvidos se possam enquadrar nas três categorias, estabeleceu-se um conjunto de alegações de saúde possíveis que evidenciam um determinado impacto na saúde. Nas Tabelas 11, 12 e 13 encontra-se um resumo das possíveis alegações para cada categoria e os micronutrientes envolvidos.

Nas futuras etapas do projeto serão desenvolvidas as categorias ANTIOX e LUX (Tabela 9).

Tabela 11: Alegações de saúde previstas na categoria PROTEC e respetivos nutrientes associados

Alegação	Nutrientes associados
“... contribui para a manutenção de ossos normais. ”	Cálcio, Magnésio, Fósforo, Manganês, Zinco, Proteínas, Vitaminas C (indiretamente), D e K
“... contribui para a normal função cognitiva. ”	Ferro, Iodo e Zinco
“... contribui para a redução do cansaço e da fadiga. ”	Ferro, Folato, Magnésio, Niacina, Vitaminas B2, B12, B6 e C
“... contribui para o normal metabolismo produtor de energia. ”	Biotina, Cálcio, Ferro, Fósforo, Iodo, Magnésio, Manganês, Cobre, Niacina, Tiamina, Vitaminas B2, B12, B6 e C

Tabela 12: Alegações de saúde previstas na categoria SPORT e respetivos nutrientes associados.

Alegação	Nutrientes associados
“... contribui para o normal funcionamento muscular. ”	Cálcio, Magnésio, Potássio, Vitamina D e Proteínas
“... contribuem para o crescimento da massa muscular ”	Proteínas
“... contribui para a redução do cansaço e da fadiga. ”	Ferro, Folato, Magnésio, Niacina, Vitaminas B2, B12, B6 e C
“... contribui para o normal metabolismo produtor de energia. ”	Biotina, Cálcio, Ferro, Fósforo, Iodo, Magnésio, Manganês, Cobre, Niacina, Tiamina, Vitaminas B2, B12, B6 e C
“... contribui para a proteção das células contra as oxidações indesejáveis. ”	Zinco, Manganês, Selénio, Cobre, Vitaminas C, E e B2

Tabela 13: Alegações de saúde previstas na categoria BALANCE e respetivos nutrientes associados.

Alegação	Nutrientes associados
“... contribui para o normal funcionamento do sistema nervoso. ”	Iodo, Magnésio, Potássio, Cobre, Biotina, Niacina, Tiamina, Vitaminas B2, B12, B6 e C
“... contribui para a normal função cognitiva. ”	Ferro, Iodo e Zinco
“... contribui para a redução do cansaço e da fadiga. ”	Ferro, Folato, Magnésio, Niacina, Vitaminas B2, B12, B6 e C
“... contribui para o normal metabolismo produtor de energia. ”	Biotina, Cálcio, Ferro, Fósforo, Iodo, Magnésio, Manganês, Cobre, Niacina, Tiamina, Vitaminas B2, B12, B6 e C

As alegações de saúde que estão na base das diferentes categorias da gama Bem-Estar, acima especificadas, implicam a existência de pelo menos um dos diferentes nutrientes por categoria, em quantidades mínimas bem definidas, assentando também em alegações nutricionais, previstas pelo Regulamento nº 1924/2006 relativo às alegações nutricionais e de saúde sobre os alimentos, que determina que um produto pode ser “Fonte de Proteína” ou “Fonte de [nome da vitamina ou mineral]” (Tabela 14). Deste modo, a presença de determinados minerais e/ou vitaminas nos alimentos em quantidades específicas, indica se um produto poderá ter ou não alegações nutricionais e de saúde. Essas quantidades específicas, estão discriminadas no Anexo XIII do Regulamento (UE) nº 1169/2011 relativo à prestação de informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios e encontram-se representadas na Tabela 15. As alegações previstas a atingir nos snacks, estão associadas maioritariamente aos minerais, visto que estes micronutrientes não se alteram com o processamento, ao contrário das vitaminas. Neste sentido, no presente trabalho fez-se a validação das alegações com base apenas nos teores de minerais dos produtos finais. Uma quantificação posterior do teor vitamínico, poderá permitir alargar o número de alegações de cada produto.

Tabela 14: Possíveis alegações nutricionais que podem constar nos snacks (Adaptado do Regulamento (UE) Nº 1924/2006).

Alegação	Descrição
FONTE DE PROTEÍNA	“Uma alegação de que um alimento é uma fonte de proteína, só pode ser feita quando, pelo menos, 12 % do valor energético do alimento for fornecido por proteína.”
FONTE DE [NOME DA(S) VITAMINA(S)] E/OU [NOME DO(S) MINERAL(IS)]	“Uma alegação de que um alimento é uma fonte de vitaminas e/ou de minerais, só pode ser feita quando o produto contiver, pelo menos, a quantidade significativa definida no Anexo XIII do Regulamento (UE) nº 1169/2011 (...)”

Destaca-se uma vez mais, que para se alcançarem as alegações previstas para os snacks, o teor de minerais em 100g de snack ou por porção (a definir), tem que ser de valor igual ou superior à quantidade significativa desse nutriente, definida pelo Regulamento (UE) nº1169/2011. Na Tabela 15, encontram-se especificados os principais minerais associados às alegações previstas a alcançar, bem como os valores de referência de cada nutriente (VRN) e a quantidade significativa de cada nutriente, valor a partir do qual se obtém a alegação.

Tabela 15: Minerais que podem ser alvo de alegação dos snacks a desenvolver e respetivo valor de referência do nutriente (VRN) e quantidade significativa do nutriente (Adaptado do Anexo XIII do Regulamento (UE) nº 1169/2011).

Nutriente	Valores de referência do nutriente (VRN)	Quantidade significativa do nutriente (15% VRN)
Cálcio (mg)	800	120
Fósforo (mg)	700	105
Magnésio (mg)	37	57
Ferro (mg)	14	2,1
Cobre (mg)	1	0,15
Manganês (mg)	2	0,3
Potássio (mg)	2000	300

Nas especificações do projeto, prevê-se o desenvolvimento de cinco snacks, cada um com uma cor diferente, como o objetivo de serem consumidos nos cinco dias da semana, uma analogia à recomendação de cinco porções diárias de frutas e vegetais da OMS. Na presente dissertação, desenvolveram-se três snacks gelificados de vegetais, cada um associado a uma categoria (PROTEC, SPORT e BALANCE) da gama Bem-Estar e uma cor do produto final. O snack “verde” foi formulado a partir das alegações previstas na categoria PROTEC, o snack “rosa” foi desenhado através das alegações da categoria SPORT e o snack “amarelo” foi construído a partir das alegações da categoria BALANCE.

3.1.2 Aplicação do conceito de *Food Design* no âmbito do desenvolvimento dos snacks

O desenvolvimento dos snacks gelificados à base de vegetais foi desenhado segundo o conceito de *Food Design*, mas de uma forma peculiar, contrariamente ao concetual. No âmbito deste projeto, o processo de desenvolvimento dos snacks parte das alegações nutricionais e de saúde definidas a nível comercial, para chegar à formulação pretendida. Ou seja, em vez de o produto ser desenhado com base nas matérias primas que o vão constituir, o produto é desde o início pensado com base nas alegações, definidas na regulamentação em vigor: Regulamento (UE) nº 432/2012 que estabelece uma lista de alegações de saúde permitidas e o Regulamento (UE) nº 1924/2006 relativo às alegações nutricionais e de saúde sobre os alimentos. Tais alegações, exigem a incorporação de teores específicos de micronutrientes, como as vitaminas e minerais e alguns macronutrientes, como as proteínas, nos snacks a desenvolver. Essa incorporação nutrientes é feita, por exemplo, através da escolha criteriosa de alimentos ricos nesses nutrientes. Este exercício específico de *Food Design*, implica que consoante a alegação pretendida que estará na rotulagem do produto a desenvolver, tem que se obedecer à quantidade total do micronutriente (mg/100g de produto final) a incorporar no produto.

Depois de serem analisados os teores de minerais, vitaminas e proteínas (no caso específico deste projeto apenas se incluem estes nutrientes) que os snacks finais teriam de apresentar, é que se procedeu à escolha e seleção criteriosa dos ingredientes a utilizar. Esta etapa exigiu um grande estudo e conhecimento dos mais variadíssimos alimentos, particularmente dos vegetais e leguminosas (ricas em diversos nutrientes). Para tal, recorreu-se a uma ferramenta de trabalho (elaborada pela empresa) essencial para a realização deste exercício: o **simulador nutricional**.

O simulador nutricional foi desenvolvido considerando as alegações previstas para cada uma das 5 categorias estabelecidas para a Gama Bem-estar. Estabeleceram-se os limites mínimos de cada macro e micronutriente que poderá conduzir a cada uma das alegações, segundo a legislação em vigor sobre as alegações. Introduce-se no simulador a composição nutricional detalhada de cada ingrediente a utilizar na formulação do snack e com base no cálculo de cada nutriente presente, simula-se a composição nutricional final do snack. De acordo com a composição nutricional, verifica-se o potencial para atingir as alegações pretendidas. Esta ferramenta, foi construída com base na composição nutricional dos alimentos descritos na base de dados da “*USDA Food Composition Databases*”. Consideraram-se os valores referentes aos vegetais crus, uma vez que todos os sucos resultantes do processamento ficam presentes no produto final. No entanto, esta aproximação poderá ter impacto no

caso de alguns nutrientes, nomeadamente em termos das vitaminas, razão pela qual a maioria das alegações a alcançar têm por base teores proteicos e da componente mineral, dado que o efeito do processamento nestes nutrientes será mais reduzido.

A par das alegações, a cor também é um aspeto a ter em conta na seleção dos ingredientes, visto que foram definidas inicialmente três cores para o desenvolvimento dos snacks e assim, realizou-se uma procura detalhada de matérias-primas que, por um lado tenham o aporte de nutrientes que as alegações assim o exigem, e por outro que tenham a cor pretendida para o snack a desenvolver.

3.2 Materiais

Na Tabela 16, encontram-se descritas as matérias primas utilizadas no processamento dos snacks gelificados de vegetais. As matérias primas que compõem o preparado de legumes foram criteriosamente selecionadas com o auxílio do simulador nutricional, de modo a serem atingidas o máximo número de alegações. Os preparados foram processados com as matérias primas que se encontram na Tabela 16, mas também com outras matérias primas secundárias, como azeite, sal (0,5%), vinagre, pimenta, orégãos e tomilho-limão. Para o processamento dos vários géis que constituem os snacks, foram utilizados os hidrocolóides, água mineral e sal (0,5% m/m).

Tabela 16: Matérias primas utilizadas nos snacks gelificados de vegetais.

Matérias primas principais utilizadas nos preparados de vegetais	
Nome	Marca
Espinafres, acelgas, curgete, batata doce, cenoura, beterraba cozida, feijão branco, grão, alho, salsa e farinha de aveia	Continente
Sementes de sésamo, sementes de chia, sementes de abóbora e sementes de girassol	Área viva (continente)
Sementes de cânhamo, maca, curcuma	<i>Iswari</i>
Hidrocolóides utilizados no processamento do sistema gelificante	
Nome	Marca
κ-carragenato	<i>Sosa</i>
Goma de alfarroba	<i>Home Chef - Sosa</i>
Gelano	<i>Kelco; Sosa</i>

3.3 Procedimento experimental

A metodologia das atividades experimentais relativa aos novos produtos a desenvolver, inclui uma sequência de várias etapas, nomeadamente a formulação e o processamento do preparado à base de vegetais (que contém os minerais que garantem o aporte das alegações aos snacks), o processamento do sistema gelificante e o processamento dos snacks propriamente ditos, que resulta numa junção das duas etapas anteriores, como se pode observar na Figura 8.

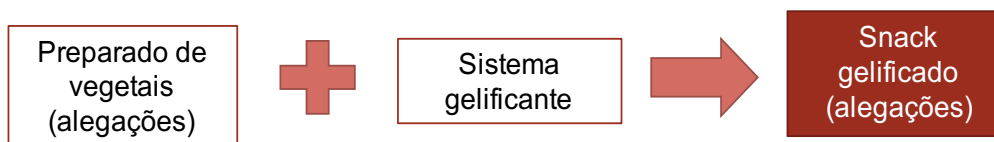


Figura 8: Esquema do desenvolvimento dos snacks gelificados de vegetais com alegações.

Após as etapas de desenvolvimento de produto, seguem-se as etapas de validação do conceito dos snacks, realizadas através de reuniões com a empresa promotora. Uma vez validado o conceito, segue-se a validação da composição nutricional dos snacks, através da realização de análises químicas, de modo a garantir a presença de alegações nutricionais e de saúde nos snacks. Por fim, faz-se a análise sensorial dos produtos desenvolvidos. Para além disso, existem outros aspetos a abordar no procedimento experimental, como a avaliação de parâmetros físicos dos snacks e dos sistemas gelificantes utilizados para o processamento dos snacks, destacando-se a análise da textura dos snacks e dos géis, comportamento reológico dos géis e análise objetiva da cor de ambos dos produtos finais desenvolvidos.

3.3.1 Definição do sistema gelificante e respetivas condições de processamento

Foram realizados ensaios preliminares, para a seleção do sistema gelificante mais adequado, a utilizar na formulação dos snacks gelificados. Avaliaram-se três sistemas gelificantes: o agar-agar, o gelano (mistura comercial) e uma mistura de κ -carragenato com goma de alfarroba (LBG), comercialmente conhecido como, “*vegetal gelling agent*”, da marca Sosa. Para cada sistema, testaram-se três concentrações diferentes (Tabela 17) em triplicado.

Tabela 17: Sistemas gelificantes comerciais utilizados nos primeiros testes preliminares e respetivas concentrações.

Hidrocolóide (sistema gelificante)	Concentração (% m/m)	Quantidade (g/100mL água)
Agar-agar	1; 1,5; 2	1; 1,5; 2
Gelano	1, 2, 3	1, 2, 3
<i>Vegetal gelling agent</i>	4, 5, 6	4, 5, 6

No decorrer do procedimento experimental, houve necessidade de serem testados outros sistemas gelificantes, tais como a sinergia dos sistemas, κ -carragenato e LBG “puros” e a sinergia de gelano “puro” de alta acilação (HA) e de gelano de baixa acilação (LA), representadas na Tabela 18.

Tabela 18: Sistemas gelificantes utilizados nos segundos testes preliminares e respetivas concentrações.

Hidrocolóide (sistema gelificante)	Concentração (% m/m)	Quantidade (g/100mL água)
κ-Carragenato + LBG	1, 2, 4	1, 2, 4
Gelano LA + Gelano HA	1	1

Após estabelecidas as concentrações, prepararam-se os hidrocolóides (Figura 9), promovendo a sua dispersão e hidratação, seguido de tratamento térmico. Começou-se por pesar as matérias-primas, com recurso a uma balança analítica (Precisa, BJ 1100D), de seguida, adicionou-se cerca de 200ml de

água mineral de modo a dispersar os hidrocolóides e juntou-se 0,5% (m/m) de sal (NaCl), à mistura. Após esta etapa, procedeu-se à hidratação dos hidrocolóides, colocou-se a mistura numa placa de agitação durante 30 minutos e aqueceu-se a mistura até os $90\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 5 minutos. Depois, colocou-se a mistura em frascos cilíndricos de vidro (6 mm de diâmetro e 35 mm de altura), em triplicado e colocaram-se no frigorífico a 5°C durante 12 horas, para o gel maturar.

Este procedimento foi o adotado para os estudos que envolveram a formação de géis simples, sem o preparado de vegetais.



Figura 9: Esquema representativo das etapas de preparação dos hidrocolóides.

3.3.2 Formulação e processamento do preparado de vegetais

A seleção dos vegetais, leguminosas e alimentos funcionais a utilizar nos produtos finais, foi realizada criteriosamente com o auxílio do simulador nutricional, uma ferramenta de trabalho desenvolvida pela empresa SONAE. O simulador foi adaptado e utilizado para a formulação do preparado de vegetais, componente dos snacks que aporta todos os minerais e vitaminas essenciais para se atingirem as alegações nutricionais e de saúde previstas pelo projeto.

Iniciou-se o projeto pelo desenvolvimento de uma formulação de um snack de cor verde, inserido na categoria PROTEC, que resume na Tabela 19A, onde está também representada a simulação da composição nutricional a obter, em termos dos elementos que estarão associados a potenciais alegações (Tabela 19B). Salienta-se a possibilidade de explorar alegações associadas ao teor proteico, ao cálcio, ferro, magnésio e fósforo. Depois, desenvolveu-se o snack rosa associado à categoria SPORT (Tabela 20) e por fim o snack amarelo, pertencente à categoria BALANCE (Tabela 21).

Tabela 19: Formulação(F5) do preparado de vegetais à base de espinafres e acelgas para a categoria PROTEC (A) e respetiva composição nutricional para previsão de alegações (B).

(A)	Formulação Categoria “PROTEC” – snack verde (F5)		Composição nutricional (Fonte:USDA)					(B)
	Ingrediente	Quantidade (g) – 1 dose	Proteína (g)	Cálcio (mg)	Ferro (mg)	Magnésio (mg)	Fósforo (mg)	
	Espinafres	40	> 4,3	> 120	> 2,1	> 57	> 105	15% DDR
	Salsa	3	2,9	99	2,7	79	49	
	Farinha de aveia	8	3	138	6,2	50	58	
	Acelgas	26	13,2	52	4,3	138	410	
	Curgette	10	1,8	51	1,8	81	46	
	Alho	3	1,2	16	0,4	18	38	
	Vinagre	1	6,4	181	1,7	25	153	
	Azeite extra virgem	1	0,3	14	0,3	5	6	
	Sementes de sésamo	8	0	0	0	0	0	
	Total (g)	100	17,7	975	14,6	351	629	
			4,5	146,3	3,3	95,9	124,9	Total do nutriente por 100 g de preparado

Na Tabela 19A, encontra-se representada a formulação do preparado de vegetais à base de espinafres e acelgas (ingredientes principais), por 100 gramas, tendo-se preparado 500 gramas de cada formulação, quantidade mais recomendada para o processamento dos snacks, pois facilita a dispersão dos diferentes componentes. Na Tabela 19B, está representado uma adaptação do simulador nutricional, que nos indica a quantidade de determinado nutriente que cada ingrediente (representado na Tabela 19A) apresenta por 100g do preparado de vegetais. De acordo com o simulador, o teor de nutrientes presente no preparado é superior à quantidade significativa de cada nutriente (15% da dose diária recomendada de cada nutriente) que se encontra discriminada para cada um no Anexo XIII do Regulamento (UE) N° 1169/2011.

Assim, como o teor de nutrientes descritos na Tabela 19B é superior à quantidade mínima que confere cada alegação, prevê-se atingir as alegações associadas a cada um dos nutrientes, referentes à categoria PROTEC. As alegações previstas para esta categoria estão discriminadas em 3.1.1, na Tabela 11 relativamente às alegações de saúde e na Tabela 14 para as alegações nutricionais.

A formulação do preparado de vegetais à base de beterraba e feijão branco (ingredientes principais), associada à categoria SPORT encontra-se na Tabela 20A e a composição nutricional desse mesmo preparado encontra-se discriminada na Tabela 20B. Neste caso também se prevê alcançar algumas das alegações previstas para esta categoria (Tabela 12), pois o teor total de nutrientes em 100g de preparado é superior à quantidade mínima de cada nutriente prevista no Regulamento (UE) N° 1169/2011.

Tabela 20: Formulação (F6) do preparado de vegetais à base de beterraba e feijão branco para a categoria SPORT(A) e respetiva composição nutricional para previsão de alegações (B).

(A) Formulação Categoria "SPORT" – snack rosa (F6)		(B) Composição nutricional (Fonte:USDA)								
		Cálcio (mg)	Ferro (mg)	Magnésio (mg)	Fósforo (mg)	Potássio (mg)	Zinco (mg)	Cobre (mg)	Manganês (mg)	Nutriente
Ingrediente	Quantidade (g) – 1 dose	> 120	> 2,1	> 57	> 105	> 300	> 1,5	> 0,2	> 0,3	15% DDR
Beterraba	30	16	0,8	23	40	325	0,35	0,1	0,3	
Salsa	2	138	6,2	50	58	554	1,1	0,1	0,2	
Maca	6	262	5,8	319,3	-	2000	2	6	0,8	
Feijão Branco	36	73	3	51	91	454	1,1	0,2	0,5	
Sementes de chia	7	631	7,7	335	860	407	4,6	0,9	2,7	
Vinagre	8	14	0,3	5	6	57	0,1	-	-	
Azeite extra virgem	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sementes de sésamo	9	975	14,6	351	629	468	7,8	4,1	2,5	
Total (g)	100	182,6	3,7	100,9	163,2	467,2	1,7	0,9	0,7	

Por último e em analogia aos anteriores, tem-se a formulação do snack amarelo, resumida na Tabela 21A. Este snack é feito à base de vegetais, com a batata doce e o grão de bico como ingredientes maioritários.

Tabela 21: Formulação (F7) do preparado de vegetais à base de batata doce e grão de bico para a categoria BALANCE (A) e respetiva composição nutricional para previsão de alegações (B).

(A)	Formulação Categoria "BALANCE" – snack amarelo (F7)		Composição nutricional (Fonte:USDA)					(B)
	Ingrediente	Quantidade (g) – 1 dose	Ferro (mg)	Magnésio (mg)	Fósforo (mg)	Potássio (mg)	Zinco (mg)	
	Batata doce	30	> 2,1	> 57	> 105	> 300	> 1,5	15% DDR
	Cenoura	12	0,6	25	47	337	0,3	
	Sementes de abóbora	10	0,3	12	35	320	0,2	
	Sementes de cânhamo	8	3,3	262	92	919	10,3	
	Grão de bico	22	8	700	1650	1200	9,9	
	Açafrão	1	1,1	26	85	126	0,6	
	Sementes girassol	7	55	208	299	2080	4,5	
	Vinagre	7	5,3	325	660	645	5	
	Azeite extra virgem	3	0,3	5	6	57	0,1	
	Total (g)	100	0	0	0	0	0	
			2,4	122	227,8	425,1	2,5	Total do nutriente por 100 g de preparado

Através da análise da Tabela 21B, verifica-se que o teor total de cada mineral presente no preparado de vegetais (mg de nutriente por 100g de preparado) é sempre superior à quantidade mínima significativa de cada nutriente (15% DDR). Uma vez que isto acontece, é possível dizer que estes nutrientes poderão conferir as alegações de saúde previstas para a categoria BALANCE (Tabela 13) e pelo menos a alegação nutricional "Fonte de (...)" descrita na Tabela 14.

Apesar destas previsões de alegações para as três categorias dos snacks desenvolvidos, serão necessárias análises químicas para validação da caracterização nutricional dos snacks, de modo a garantir que serão alcançadas as alegações propostas.

Após terminada a etapa do desenvolvimento das formulações, procedeu-se à preparação dos vegetais. Pesaram-se os vegetais, cortaram-se e colocaram-se num robot de cozinha (*Bimby, Vorwek*). Cada preparado de vegetais foi processado através de diferentes condições:

- **Preparado de espinafres e acelgas:** os espinafres e as acelgas foram introduzidos no copo da *Bimby*, juntamente com o alho, a curgete, o sal (0,5% m/m), o azeite e vinagre e as ervas aromáticas: tomilho-limão, orégãos e manjerição, durante 7-10min na opção "varoma", velocidade 2, de modo a estufar os vegetais. É importante não exceder este tempo, para manter a cor "viva" dos vegetais. Após este tempo, esperou-se até o preparado arrefecer o suficiente para homogeneizar a mistura, durante 15 segundos, velocidade 8. Por fim, juntou-se a farinha de aveia e a salsa (previamente triturada) e misturou-se o preparado final, 30 segundos velocidade 6. Quando se retirou o preparado, adicionara-se as sementes de sésamo.
- **Preparado de beterraba:** colocou-se no robot de cozinha a beterraba e o feijão branco previamente cozido, que foram triturados durante 2 min velocidade 6. Adicionaram-se os seguintes ingredientes: maca, farinha de sésamo (sementes previamente trituradas e

tostadas), sal (0,5% m/m), azeite, vinagre e pimenta. Misturou-se a pasta durante 15 segundos velocidade 6. No fim, acrescentou-se a salsa, previamente triturada e as sementes de chia.

- **Preparado de batata-doce:** adicionou-se a cenoura ao copo da *bimby* e triturou-se durante 20 segundos, velocidade 9. A batata-doce previamente cozida (5min) foi introduzida juntamente com o grão cozido e misturado durante 2 min, velocidade 6. Acrescentaram-se as sementes de girassol e cânhamo (previamente trituradas), o sal (0,5% m/m), a pimenta e curcuma, o azeite e vinagre e homogeneizou-se a mistura durante 20 segundos, velocidade 5. No fim, juntou-se as sementes de abóbora previamente trituradas.

3.3.3 Processamento dos snacks

Após concluídas as etapas anteriores: a definição do sistema gelificante adequado para o processamento dos snacks e o processamento do preparado à base de vegetais, procedeu-se ao processamento dos snacks propriamente dito, que resulta na junção das duas etapas acima descritas.

Deste modo, após o sistema gelificante estar devidamente preparado: depois da sua dispersão, hidratação durante 30min e aquecimento a $90\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 5min, este foi adicionado ao preparado de vegetais que se encontrava a uma temperatura de 60°C , em moldes retangulares com capacidade de 24 espaços cúbicos com 4cm de lado cada.

Após a colocação da mistura preparado/sistema gelificante nos moldes, os moldes com a mistura final foram para o frigorífico durante 12h a 5°C , para o gel maturar. Na Figura 10, encontram-se representadas as etapas de processamento dos snacks “verde” e “rosa”. O snack de batata doce (“amarelo”) teve um processamento semelhante.

Para os snacks ficarem com a consistência e textura finais pretendidas, houve necessidade de se definir a proporção preparado de vegetais:sistema gelificante. Para cada categoria de snacks, definiu-se e otimizou-se essa proporção em função de resultados de firmeza (N) obtidos e de acordo com provas sensoriais informais efetuadas entre a equipa de trabalho do projeto. Os resultados obtidos, encontram-se detalhados em 4.2.1.

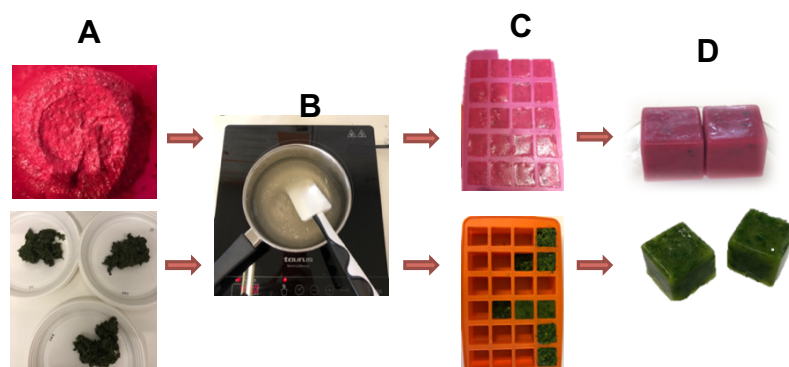


Figura 10: Esquema representativo das etapas de processamento dos snacks rosa e verde (cima para baixo respetivamente): A - preparado de vegetais previamente processado em condições específicas; B - sistema gelificante previamente disperso, hidratado (30min) e aquecido (90°C durante 5min); C - mistura do preparado e do sistema gelificante e colocação da mistura em moldes; D – aspeto final dos snacks em formato de “cubo”.

3.3.4 Validação do conceito dos snacks

A validação do conceito do conceito de snack gelificado envolveu duas fases: a) Após as primeiras formulações dos snacks, foi realizada uma reunião com um grupo restrito, que incluiu a equipa de trabalho do Instituto Superior de Agronomia (ISA) e duas nutricionistas da SONAE MC, membros do projeto “*SnackFresh*”. A reunião foi realizada no Edifício Ferreira da Lapa, no Instituto Superior de Agronomia com o objetivo de serem avaliados e aprovados o conceito do snack e o produto desenvolvido, tanto a nível tecnológico como a nível sensorial. Do ponto de vista tecnológico, pretendia-se sobretudo a validação da abordagem de desenvolvimento em causa, ou seja, o conceito genérico de cubo gelificado, assim como, a aprovação das formulações desenvolvidas até ao momento (fim do 3º mês do estágio) e das condições de processamento dos snacks. Relativamente à análise sensorial, o objetivo foi obter a aprovação do sabor, aparência (cor, forma e aspeto), textura e aroma dos snacks, por parte dos membros da empresa em questão. Foi realizada uma breve apresentação do trabalho realizado até então, seguido de uma discussão, de modo a, serem decididas as principais diretrizes para o seguimento do projeto e a validação de todos os aspetos acima descritos. Depois, seguiu-se uma pequena prova sensorial com um painel de provadores com 6 elementos do grupo de trabalho, que foi apenas discutida oralmente.

b) Numa segunda fase, fez-se a reavaliação do conceito, envolvendo uma equipa alargada da SONAE e a equipa do ISA, num total de onze elementos. Foi efetuada uma reformulação dos snacks, tanto a nível do preparado de vegetais, de modo a otimizar o sabor e a textura dos snacks, como do sistema gelificante, tendo-se testado novos produtos, o gelano “puro” em diferentes proporções de gelano de baixa acilação (LA) e de gelano de alta acilação (HA), a goma de alfarroba “pura” e o κ -carragenato “puro”. Os snacks apresentaram formulações diferentes das iniciais, contando com uma maior variedade de texturas, devido à otimização do preparado de vegetais e aos diferentes sistemas gelificantes utilizados: 1% de κ -carragenato e goma de alfarroba “puros” (25/75 e 75/25, respetivamente) e de 1% de gelano LA e HA (25/75 e 50/50). Após a otimização da formulação e do processamento dos snacks, foi realizada novamente uma discussão de trabalho com cinco elementos do ISA e com seis elementos da SONAE MC, com os seguintes objetivos: validação do conceito do snack gelificado, seleção da textura final pretendida dos snacks: tanto a nível da textura do preparado de vegetais como do sistema gelificante e últimos aspetos a melhorar em relação ao sabor, cor e aroma, tendo sido realizada uma prova de análise sensorial documentada. A folha de prova de análise sensorial da reunião de validação do conceito encontra-se no Anexo I.

Estas reuniões foram fundamentais para a continuidade do trabalho experimental efetuado até então, de modo a avançar com uma nova categoria da Gama Bem-Estar do projeto.

De salientar que o produto em desenvolvimento não encontra paralelismo, ou termo de comparação no mercado tendo, por isso, inerente um elevado risco em termos comerciais. Neste sentido, a empresa promotora considera como etapa chave a validação do conceito. Já numa fase posterior à realização desta dissertação, será efetuada outra triagem, envolvendo uma equipa ainda mais alargada, que contribuirá para a definição do posicionamento do produto no mercado.

3.3.5 Análise das propriedades físicas dos snacks e dos sistemas gelificantes

3.3.5.1 Análise da textura

A textura dos géis puros estudados para a otimização dos sistemas gelificantes foi analisada com o recurso a um texturómetro TA – XT *plus* (*Stable Micro systems*, Reino Unido), constituído por uma célula de carga de 5 kg, numa sala com temperatura controlada de $20\pm 2^{\circ}\text{C}$. Realizaram-se testes de análise de perfil de textura (TPA), em modo de penetração, aos géis e aos snacks e utilizaram-se respetivamente, uma sonda cilíndrica acrílica com 10 mm de diâmetro (Figura 11B) e uma sonda cilíndrica de metal com 8 mm de diâmetro (Figura 11A) . Considerou-se um intervalo de 5s entre os dois ciclos de penetração e a distância percorrida pela sonda na amostra foi de 8mm. Selecionou-se uma velocidade de teste de 1mm/s (velocidade a que se encontra a sonda quando entra em contacto com a amostra) e a velocidade pós-teste foi de 2 mm/s (velocidade a que a sonda se afasta da amostra). Relativamente aos géis, os testes foram realizados em frascos cilíndricos de vidro (6 mm de diâmetro e 35 mm de altura), e no caso dos snacks em moldes com a forma de cubos (5mm de altura). Para cada ensaio, efetuaram-se 5 repetições para os géis e 10 repetições para os snacks. A partir destes testes, obtêm-se texturogramas que expressam curvas de força *versus* tempo (ou distância), cujos parâmetros característicos relevantes para a análise dos resultados da textura - firmeza (N), adesividade (-N/s) e a coesividade - estão diretamente relacionados com atributos sensoriais bem conhecidos.

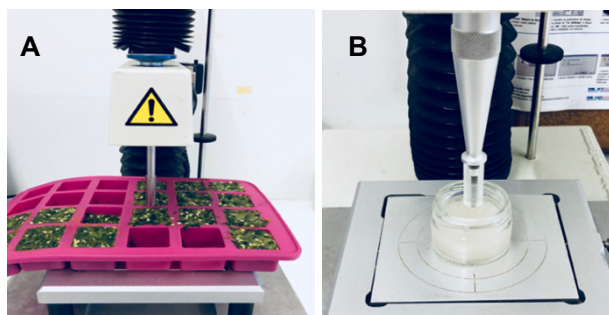


Figura 11: Teste de análise de perfil de textura (TPA): A – teste ao snack gelificado “verde” com uma sonda de metal; B – teste a um sistema gelificante com uma sonda acrílica.

3.3.5.2 Análise do comportamento reológico

Para a caracterização do comportamento reológico dos sistemas gelificantes a utilizar no processamento dos snacks, foram realizados testes oscilatórios através de um reómetro de tensão controlada (MARSIII *Thermo Scientific*, *Haake*, Alemanha), sendo a temperatura controlada por um sistema *Peltier* acoplado ao reómetro. Utilizou-se um sistema sensor de prato de cone com 35 mm de diâmetro e 2° de ângulo (C35/2°), com um *gap* de 1mm (previamente otimizado) e as margens das amostras foram cobertas com parafina líquida, de modo a evitar perdas de água por evaporação. Nestes ensaios, as suspensões de hidrocolóides foram colocadas no reómetro, imediatamente após a fase de hidratação durante 30min, e todo o processo de aquecimento, arrefecimento e maturação dos géis foi efetuado no equipamento. Para tal garantiu-se previamente que todos os testes são realizados com pequenas amplitudes de oscilação (SAOS), em condições de viscoelasticidade linear, tendo sido efetuados testes de varrimento em tensão. Cada determinação foi realizada pelo menos em triplicado.

Após 5min de espera a 20°C, para a estabilização da temperatura, realizaram-se sequencialmente, os seguintes testes para cada formulação:

1. **Varrimento de temperatura** (rampa de aquecimento): foi realizado um ciclo de aquecimento da amostra dos 20° a 95°C, a uma taxa de 2°C/min e à frequência constante de 0,1Hz e uma tensão de 0,1Pa (dentro da zona viscoelástica linear, previamente testada). Registaram-se os módulos elástico (G') e viscoso (G'') em função da temperatura (°C).
2. **Estabilização da temperatura:** a amostra foi mantida a 95°C durante 10min para homogeneização da temperatura, tendo sido registados as propriedades viscoelásticas dos géis (G' e G'') ao longo do tempo (s).
3. **Varrimento de temperatura** (rampa de arrefecimento): foi realizado um ciclo de arrefecimento das amostras dos 95°C até aos 5°C a uma taxa de 01°C/min, à frequência constante de 0,1Hz e com uma tensão aplicada de 0,1Pa, tendo sido registados as funções viscoelásticas em função da temperatura.
4. **Cinética de maturação:** para a maturação do gel, procedeu-se à realização de testes de varrimento de tempo a $5\pm 2^\circ\text{C}$ durante 60min, a uma frequência constante de 1Hz, com uma tensão aplicada de 1Pa. Registaram-se os módulos viscoelásticos G' e G'' em função do tempo.
5. **Espetro mecânico:** após a maturação dos géis, realizaram testes de varrimento de frequência a $5\pm 2^\circ\text{C}$, com um intervalo de frequência de 0,1 a 100 Hz, com uma tensão aplicada de 1Pa, tendo sido registados os valores de G' e G'' em função da frequência (Hz). O espectro mecânico indica o tipo de organização da estrutura interna dos géis.

3.3.5.3 pH

A determinação do pH das amostras foi realizada, em triplicado, através de um potenciómetro (*Crison, Basic 2*), previamente calibrado com as soluções padrão de pH 4 e 7, a 20°C, segundo o método AOAC 981.12 para produtos vegetais.

3.3.5.4 Análise objetiva da cor

A cor dos snacks foi medida quantitativamente com o auxílio de um colorímetro (Minolta, CR-400, Japão), segundo o sistema de medição CIElab. Este sistema permite identificar as cores das amostras através das coordenadas L*, a* e b*, como descrito em 2.6.3.2. O equipamento foi calibrado através de um padrão branco, antes de se iniciar o ensaio. A medição da cor foi realizada diretamente na superfície das amostras e foram efetuadas, pelo menos, oito medições instrumentais da cor, para cada amostra.

3.3.6 Caracterização nutricional dos snacks

De modo a validar os resultados recolhidos com auxílio simulador nutricional, ou seja, a garantir que o teor esperado das componentes mineral e proteica dos snacks se aproximava dos teores reais, com o objetivo de se atingirem as alegações, realizaram-se análises químicas aos snacks. Apenas se executaram as análises mais relevantes para a verificação das alegações nutricionais e de saúde.

3.3.6.1 Determinação do teor de humidade

A determinação do teor de humidade dos snacks foi realizada por diferença de peso. Este método consiste na secagem da amostra até esta atingir um peso constante. Para tal, pesou-se cerca de 2g de cada amostra em cadinhos previamente taradas e colocaram-se na estufa a 100°C até atingirem peso constante. Depois de seca, a amostra permaneceu no exsiccador até atingir a temperatura ambiente e posteriormente foi novamente pesada. O teor de humidade foi expresso em g/100g de amostra, de acordo com a seguinte equação:

$$\% \text{ humidade} = 100 - [(m_3 - m_1) / m_2 \times 100]$$

Sendo que:

m₁ – massa (g) do cadinho

m₂ – massa (g) da amostra

m₃ – massa (g) do cadinho com a amostra, após secagem

3.3.6.2 Determinação do teor de proteína bruta

A determinação do teor de proteína bruta dos snacks à base de vegetais, baseou-se no método de Kjeldhal (AOAC 920.152). Numa primeira etapa pesou-se 0,5 g de cada amostra, em triplicado, e colocaram-se em tubos de kjeldhal. Em cada tubo adicionou-se 10mL de ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄) e uma pastilha de catalisador (mistura de CuSO₄ e K₂SO₄ na proporção 10/90). De seguida, os tubos contendo a amostra sofreram um processo de digestão a temperaturas elevadas (350-400°C, durante 1 hora), resultando num líquido incolor. Depois da digestão, adicionou-se 50mL de hidróxido de sódio (NaOH) a 40% ao líquido resultante e a um tubo em branco para se fazer um ensaio em branco. De seguida, procedeu-se a uma destilação no destilador de kjeldhal, de modo a libertar-se amoníaco na forma gasosa (NH₃). O destilado, que contém o amoníaco é recolhido numa solução de ácido bórico. Por fim, titulou-se o destilado com uma solução de HCl (0,1M).

O teor de proteína foi expresso em g de proteína por 100g de amostra, que se obteve através da multiplicação do teor de azoto pelo fator de conversão de 6,25 (conversão do teor de azoto em teor de proteína). O teor de azoto total presente na amostra foi calculado de acordo com a seguinte equação:

$$\% \text{ azoto total} = \frac{(V_1 - V_0) \times 0,14 \times N}{m}$$

Onde:

V₀ – volume (mL) de HCl gasto na titulação do ensaio em branco

V₁ – volume (mL) de HCl gasto na titulação da amostra

N - normalidade da solução de HCl

m – massa (g) da amostra

O teor de proteína bruta presente na amostra foi calculado segundo a equação:

$$\% \text{ proteína bruta} = \% \text{ azoto total} \times 6,25$$

3.3.6.3 Determinação do teor de cinzas totais

O teor de cinzas totais foi determinado segundo o método AOAC 923.03. A primeira etapa consistiu na calcinação completa dos cadinhos na mufla a 550°C durante 1h, para remoção de qualquer matéria orgânica existente. De seguida, colocaram-se no exsiccador durante 30min e procederam-se às pesagens dos cadinhos e de 3g de amostra em cada cadinho. Na sequência do método, os cadinhos contendo a amostra, depois de secos em estufa, foram colocados na mufla a 550°C, de modo a incinerar-se totalmente a amostra, até restar apenas um resíduo branco, durante aproximadamente 4h. Os cadinhos contendo o resíduo seguiram novamente para o exsiccador durante 30min, depois de um arrefecimento prévio na mufla dos 100-200°C. Após este período, a amostra contida nos cadinhos foi pesada e colocada novamente na mufla até atingir uma massa constante.

O teor de cinzas foi expresso em g/100g de amostra, de acordo com a seguinte equação:

$$\% \text{ cinzas totais} = [(m_3 - m_1) / m_2] \times 100$$

Sendo que:

m1 – massa (g) do cadinho

m2 – massa (g) da amostra

m3 – massa (g) do cadinho com o resíduo

3.3.6.4 Determinação do teor de minerais

Os principais minerais estudados foram: cálcio, ferro, magnésio, fósforo, potássio, zinco, cobre e manganês. A determinação da componente mineral dos snacks foi efetuada através do método de espectrometria de emissão ótica, num equipamento designado por plasma de acoplamento indutivo- ICP (*Thermo Scientific*, iCap Series 7000). Para tal, procedeu-se à preparação das amostras a analisar. Primeiramente, pesou-se cerca de 0,5g de amostra para tubos de *teflon*, juntamente com ácido nítrico (HNO₃). Depois foi realizada uma digestão ácida da amostra (30 minutos) e posteriormente transferiu-se o conteúdo para um balão volumétrico de 50mL e perpez-se o volume com água desionizada. Os resultados foram expressos em mg de mineral por 100g de alimento (mg/100g).

3.3.7 Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada aos três snacks finais: “verde”, “rosa” e “amarelo” (os três com o sistema gelificante: 1% κ-carr/LBG com a proporção 75/25 respetivamente), com o objetivo de se averiguar a aceitação dos snacks por parte dos consumidores. Para tal realizou-se uma prova afetiva de aceitação com uma escala hedónica de cinco níveis e recorreu-se a um painel de 30 consumidores, 5 do sexo masculino e 25 do sexo feminino, com idades compreendidas entre os 20 e os 58 anos. Os provadores avaliaram sensorialmente os snacks, por ordem crescente de preferência e, com o auxílio de uma folha de prova (Anexo II), classificaram os snacks com base em vários atributos como a cor, aroma, aspeto, sabor, textura e apreciação global, através de uma escala de pontuação hedónica de 1 a 5, em que 1 correspondia a “Muito desagradável” e 5 a “Muito agradável”. Atribuíram também uma classificação através de uma escala de intenção de 5 pontos para avaliar o parâmetro, intenção de compra, em que o ponto 1 correspondia a “não compraria de certeza” e o ponto 5 a “compraria de

certeza”. A folha de prova de análise sensorial encontra-se no Anexo II. Os snacks foram codificados, de forma aleatória com um código de 2 letras e 1 número, tendo sido codificadas da seguinte forma: snack verde – R3J, snack rosa – K4V e snack amarelo – M7G (Figura 12).

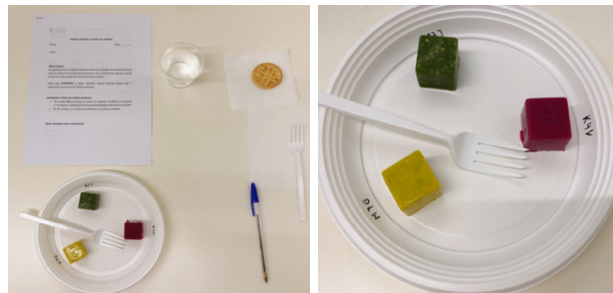


Figura 12: Prova de análise sensorial dos snacks finais: "verde", "rosa" e "amarelo".

3.3.7 Análise Estatística

O tratamento dos dados e dos resultados obtidos, ao longo da atividade experimental, foram efetuados através da análise estatística dos mesmos a partir das médias e desvios padrão, com recurso ao programa Microsoft Office Excel 2016. Realizou-se uma análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey para averiguar a existência de diferenças significativas entre as médias dos valores obtidos para as diferentes amostras analisadas e, compará-las entre si. Utilizou-se um nível de significância estatístico de 5%, sendo que os valores são considerados significativamente diferentes para um valor de prova inferior a 5%, ou seja, $p\text{-value} < 0,05$.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estudo dos sistemas gelificantes a utilizar no processamento dos snacks

4.1.1 Análise do perfil de textura dos géis

Os hidrocolóides a utilizar nos snacks gelificados, têm propriedades gelificantes, e podem ser designados também por agentes texturizantes, visto que conferir a alcançar a textura pretendida ao alimento a desenvolver (Bourne, 2002a).

A textura dos sistemas gelificantes, foi avaliada com base no método de análise de perfil de textura (TPA), descrito em 3.3.5.1. Na Figura 13, está representado um gráfico com os valores de firmeza (N) dos géis de agar, gelano e κ -carragenato com goma de alfarroba, em diferentes concentrações. De modo a escolher o sistema gelificante mais adequado para o desenvolvimento dos snacks, realizaram-se estes testes de TPA e provas informais pelos elementos da equipa de trabalho do projeto.

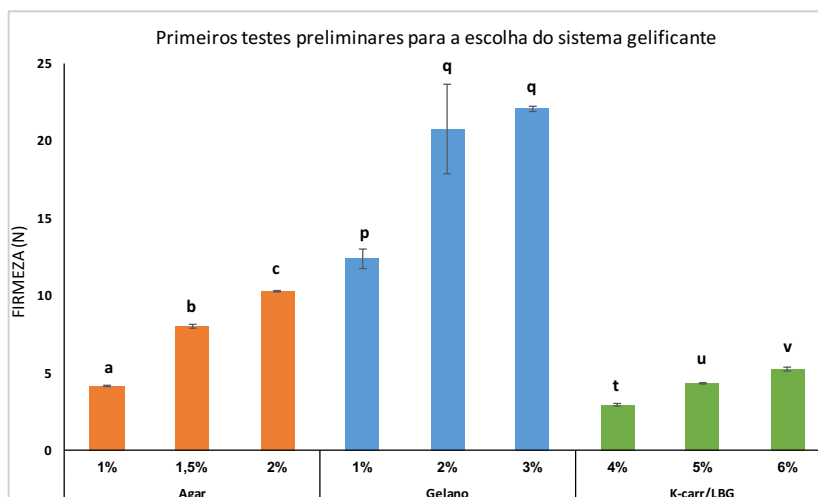


Figura 13: Valores de firmeza (N) obtidos para os géis de agar (1%, 2% e 3%), gelano (1%, 2% e 3%) e κ -carr+LBG (4%, 5% e 6%) nos primeiros ensaios preliminares para a escolha do sistema gelificante a utilizar no desenvolvimento dos snacks.

Nota: Letras diferentes (entre barras da mesma cor) significam que as médias das amostras, a nível estatístico, são significativamente diferentes, para um nível de significância de $\alpha=0,05$, segundo a ANOVA e o teste de Tukey.

Ao analisar os dados referente à firmeza dos três sistemas gelificantes, representados na Figura 13, verifica-se que à medida que a concentração aumenta, a firmeza também aumenta. Este resultado indica que com o aumento da concentração de hidrocolóides, estabelece-se um maior número de ligações entre estas moléculas e a água, ou seja, as interações polímero-solvente são mais fortes, o que resulta num gel com uma estrutura mais coesa e consequentemente mais firme (Milani e Maleki, 2012).

Relativamente ao agar há medida que a concentração aumenta, existem diferenças significativas ($p<0,05$) entre a firmeza das amostras. Os géis de agar apresentaram valores de firmeza entre os 4N e os 10N e a nível sensorial eram muito duros e quebradiços e aprisionavam bastante os sabores, nomeadamente o sabor a sal. Visualmente eram bastante opacos. Deste modo, não se adequavam aos snacks a desenvolver, pois pretendia-se um gel que libertasse os aromas e os sabores dos vegetais e dos restantes ingredientes, bem como um sistema gelificante transparente. Os géis de agar apresentam geralmente propriedades de textura que nem sempre são apreciáveis, pois são duros e quebradiços (Myhrvold, 2011b).

Quanto aos géis de gelano revelaram-se bastante firmes, mesmo para baixas concentrações (1%), com valores de firmeza entre os 12N e 22N, verificando-se, desta forma, que o gelano é o sistema gelificante com maior firmeza dos três sistemas estudados. Num estudo realizado sobre sobremesas preparadas com isolados de vegetais e com três sistemas gelificantes - κ -carragenato, gelano e goma xanatana, onde se pretendeu analisar qual o melhor efeito sinérgico entre os géis e os isolados de vegetais, verificou-se que, no geral, o gelano foi o hidrocolóide que originou pudins com valores mais elevados de firmeza (Nunes et al., 2003). As concentrações 2% (m/m) e 3% (m/m) de gelano, não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) relativamente ao parâmetro da firmeza. Sensorialmente, demonstraram ser bastante duros e quebradiços, com alguma opacidade. Excluiu-se também este

sistema, inicialmente, visto que o gelano dava origem a géis bastante firmes e para o snack a desenvolver desejava-se um gel menos firme e quebradiço e, com uma textura mais suave na boca.

Em relação, aos géis de κ -carr/LBG foram os que apresentaram menor firmeza, com valores entre os 3N e 5N. As concentrações utilizadas desta sinergia apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) relativamente ao parâmetro da firmeza (N). A formulação comercial - “*vegetal gelling agent*” – composta por κ -carr/LBG com uma concentração intermédia de 3% da mistura, foi o sistema escolhido para a realização das primeiras formulações dos snacks, não só por terem sido os que apresentaram menor firmeza, como também por serem os mais agradáveis sensorialmente - são suaves e transparentes. Atendendo a que esta formulação comercial de κ -carr/LBG não tem definida a proporção de cada hidrocolóide, optou-se por estudar este sistema com diferentes combinações dos hidrocolóides puros. A mesma opção foi efetuada relativamente ao sistema de gelano, passando-se a usar combinações das duas formas LA e HA puros. Testaram-se diferentes proporções de κ -carragenato/goma de alfarroba (75/25 e 25/75 respetivamente) e gelano LA/HA, com uma concentração de 1% (m/m) para ambos.

A comparação dos valores de textura obtidos para os sistemas modelo preparados a partir de gelificantes puros, encontram-se resumidos na Figura 14.

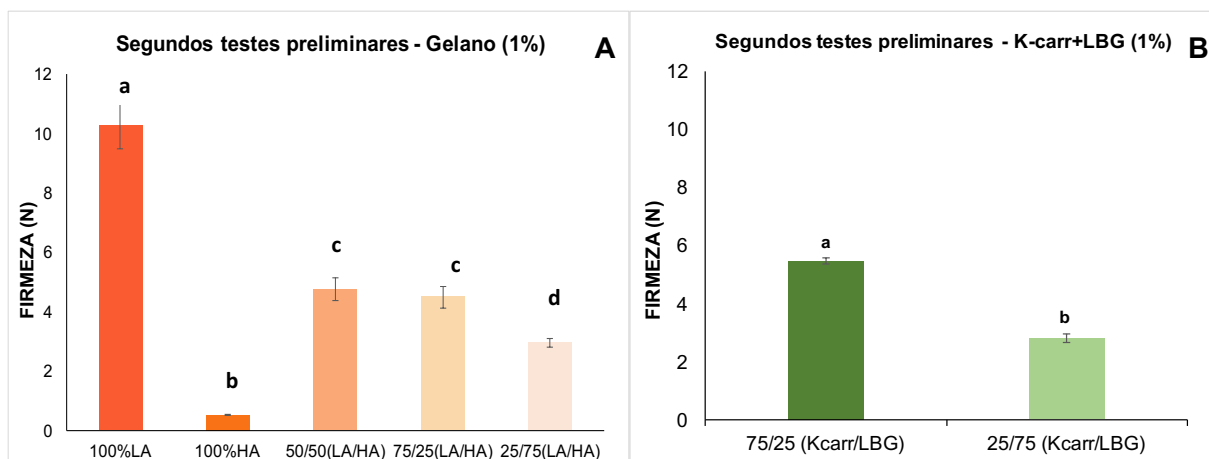


Figura 14: Resultados da textura - firmeza (N) - dos sistemas gelificantes obtidos nos segundos testes preliminares: A- Gelano (1%) com diferentes proporções LA/HA; B- Sinergia κ -carr+LBG (1%) com as proporções 75/25 e 25/75 de Kcarr/LBG, respetivamente.

Nota: Letras diferentes significam que as médias das amostras, a nível estatístico, são significativamente diferentes, para um nível de significância de $\alpha=0,05$, com base na ANOVA e no teste de Tukey.

Em relação aos sistemas de gelano, para uma concentração total de 1% (m/m), verificou-se que o sistema com 100% LA é demasiado firme, sendo o sistema gelificante com maior firmeza ($>10N$) relativamente às diferentes proporções de LA/HA de gelano e em comparação também com a sinergia κ -carr/LBG (Figura 14B). A nível sensorial, este sistema (100% LA) demonstrou ser bastante quebradiço enquanto que, o sistema com 100% de HA é demasiado suave. Como se pode observar na Figura 14A, a nível de textura, o gelano 100% HA, foi o que apresentou menor firmeza ($<2N$), quando comparado com os sistemas gelificantes estudados nos segundos ensaios preliminares, que determinaram a escolha do hidrocolóide mais adequado para o processamento dos snacks. As

proporções intermédias de gelano, revelaram-se promissoras, com os sistemas 50/50 e 75/25 de LA/HA respetivamente, a apresentarem valores de firmeza muito semelhantes ($\approx 5\text{N}$). Verifica-se um aumento de firmeza nos géis com maior proporção de gelano LA (baixa acilação), pois esta forma é responsável por originar géis firmes e quebradiços, enquanto que a forma de gelano HA (alta acilação) origina forma géis menos firmes, mas mais suaves e elásticos (Mao et al., 2000). Um comportamento similar a estes géis, foi registado por Danalache et al. (2015a), que estudou as propriedades de firmeza de barras de manga com várias proporções LA/HA de gelano e verificou que à medida que se aumentava a proporção HA nas barras, os valores de firmeza das mesmas eram menores.

No caso do sistema 1% (m/m) de κ -carr/LBG, as formulações mais interessantes foram as que apresentaram proporções de 25/75 e 75/25, cujos valores de firmeza são semelhantes aos das formulações de gelano: a proporção 25/75 de κ -carr/LBG semelhante a 25/75 LA/HA ($\approx 3\text{N}$) e a proporção 75/25 κ -carr/LBG, que apresenta menor firmeza do que a anterior, semelhante a 50/50 e 75/25 LA/HA respetivamente. Os géis formados através da mistura de diferentes proporções de κ -carragenato e goma de alfarroba são muito mais fáceis de manusear do que os de gelano, apresentado um processo de gelificação mais lento, que se revela vantajoso nas fases subsequentes de preparação dos snacks. Salienta-se ainda, o facto de a mistura 75/25 apresentar uma firmeza muito superior à mistura 25/75, o que resulta do elevado carácter gelificante do κ -carragenato (Fernandes et al., 1991).

4.1.2 Efeito da concentração de sal nas propriedades de textura dos sistemas gelificantes estudados

Certos iões, como os catiões monovalentes e divalentes, por exemplo, o sódio (Na^+) e o cálcio (Ca^{2+}) respetivamente, têm a capacidade de aumentar a força iónica do gel. Como consequência, as interações eletrostáticas repulsivas entre as moléculas são reduzidas ou neutralizadas e dá-se o fenómeno da gelificação. Deste modo, a força iónica induzida por certos iões exerce uma extrema influência em géis formados por polissacáridos, como os alginatos, as pectinas e os carragenatos (Banerjee e Bhattacharya, 2012). Géis de carragenato na presença de catiões monovalentes apresentam uma resistência e um módulo elástico (G') decrescentes na seguinte sequência: $\text{Cs}^+ > \text{K}^+ \gg \text{Na}^+ > \text{Li}^+$ (Stanley, 1990). Deste modo, os iões de sódio (Na^+) conferem uma resistência e firmeza intermédias às soluções de carragenato, o que é considerado um aspeto positivo no desenvolvimento dos snacks em estudo, visto que se pretende que este produto alimentar tenha uma firmeza intermédia, para ser facilmente mastigável sem se tornar demasiado duro.

Os géis de κ -carragenato e LBG formados com iões de potássio (K^+), são os que apresentam maior estabilidade e maior firmeza comparativamente com outros iões (Chen et al., 2001; Tecante e Santiago, 2012). Os resultados de um estudo efetuado sobre a influência dos iões de Na^+ , K^+ e Ca^{2+} nas propriedades mecânicas e estruturais de géis preparados à base de farinhas de castanha e arroz, indicaram que o ião de potássio (K^+) foi ligeiramente mais efetivo na modificação da firmeza dos géis testados, comparativamente ao ião sódio, Na^+ (Torres et al., 2014). Tal facto, poderá estar relacionado com a maior dimensão do catião potássio (Thrimawithana et al., 2010; Torres et al., 2014). Ainda assim, não é hábito usar este tipo de sais (KCl) no processamento de alimentos, pois conferem sabor amargo

e adstringente. Teria que se ajustar um teor adequado de KCl ($\approx 30\%$) a incorporar na formação dos géis, para não se verificar a diferença a nível sensorial sentida pela falta de NaCl (Israr et al., 2016).

Através do gráfico representado na Figura 15, observa-se que, para todas as concentrações de sal, cloreto de sódio (NaCl), os géis de 1% de κ -carragenato e goma de alfarroba, com uma proporção de 25/75 respetivamente apresentam menor firmeza do que a proporção de 75/25, isto devido ao caráter gelificante do κ -carragenato, que confere uma maior firmeza ao gel formado. Contrariamente, ao caráter espessante da goma de alfarroba que acrescenta uma maior elasticidade ao gel formado (Chen et al., 2001).

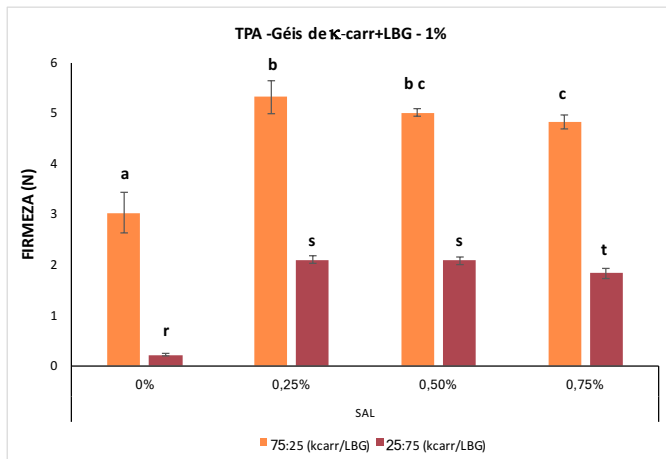


Figura 15: Efeito da concentração de sal (NaCl) em géis de κ -carragenato/goma de alfarroba (1%) nas proporções 75/25 e 25/75 respetivamente.

Nota: Letras diferentes (entre barras da mesma cor) significam que as médias das amostras, a nível estatístico, são significativamente diferentes, para um nível de significância de $\alpha=0,05$, segundo a ANOVA e o teste de Tukey.

Em ambas as proporções 75/25 e 25/75 de κ -carr/LBG, é possível constatar, que há um aumento da firmeza destes géis quando se aumenta a concentração de NaCl de 0% para 0,25% (m/m).

Deste modo, conclui-se que a concentração ideal de cloreto de sódio (NaCl) para o desenvolvimento dos snacks de κ -carr/LBG será entre os 0,25% – 0,5%, para ambas as proporções. Para as restantes concentrações de sal estudadas, não há diferenças significativas na firmeza dos géis ($p>0,05$).

4.1.3 Influência da variação do pH nas propriedades de textura dos sistemas gelificantes estudados

A mistura de κ -carragenato e goma de alfarroba (1% m/m) foi o sistema gelificante escolhido para o desenvolvimento dos snacks gelificados e a proporção escolhida foi 75/25 (κ -carr/LBG). Visto que os vegetais não têm todos o mesmo valor de pH, pretende-se estudar a influência de diferentes valores de pH na estrutura da mistura sinérgica escolhida para o desenvolvimento dos snacks. Por esta razão, considerou-se necessário verificar até que ponto este fator interfere com a estabilidade mecânica do sistema gelificante dos snacks. O sistema foi caracterizado mecanicamente através do teste TPA.

Na Figura 16 está representado um gráfico que demonstra os valores de firmeza (N) dos géis de κ -carr/LBG (1% m/m), preparados com 0,5% de NaCl, para diferentes valores de pH. Inicialmente mediuse o pH destes géis que apresentaram um valor de 7,75, sendo utilizados como controlo desta atividade experimental.

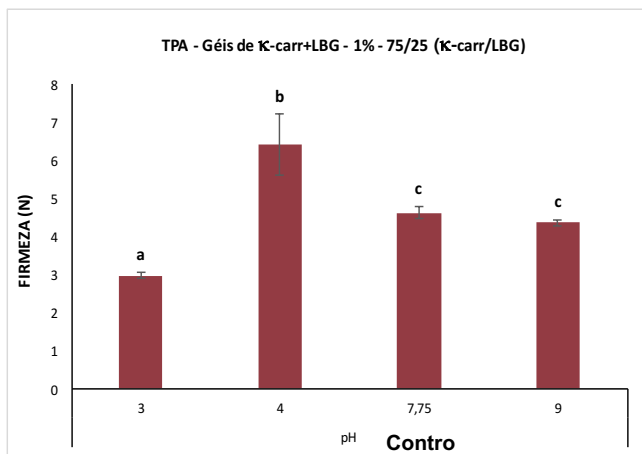


Figura 16: Influência da variação do pH na firmeza (N) dos géis de 75/25 de κ-carr/LBG (1%) com 0,5%sal.

Nota: Letras diferentes (entre barras da mesma cor) significam que as médias das amostras, a nível estatístico, são significativamente diferentes, para um nível de significância de $\alpha=0,05$, segundo a ANOVA e o teste de Tukey.

Com base no gráfico representado na Figura 16, pode-se constatar que para valores de pH superiores ao do controlo experimental ($\text{pH} > 7,75$) não se verificam diferenças significativas ($p > 0,05$) na firmeza dos géis de 75/25 – κ-carr/LBG (1% m/m). Assim, pressupõe-se que o pH não tem uma grande influência na estrutura deste tipo de géis, para valores de pH superiores ao medido inicialmente. De referir que em termos da aplicação pretendida, também não serão usados géis com valores de pH superiores ao do controlo.

Para meios mais ácidos, os géis comportaram-se de formas diferentes. Para valores de pH próximos de 4, a firmeza dos géis aumentou significativamente (dos 5N a pH 7,75 para os 6,5N a pH 4) e para valores de pH igual a 3, a firmeza dos géis de κ-carr/LBG diminui aproximadamente para os 3N.

Os resultados obtidos parecem estar em concordância com um estudo de Tako e Nakamura (1986), sobre a interação sinérgica entre κ-carr/LBG em meio aquoso. Segundo estes autores, no intervalo de pH entre 7-11,5 o pH não teve qualquer influência no módulo dinâmico (G') de uma solução de κ-carr/LBG (0,8% m/m). Apenas houve um decréscimo do valor do módulo dinâmico em meio ácido. Isto indica que a interação entre estes dois polissacáridos é mais fraca para valores baixos de pH ($\text{pH} < 4$) e conseqüentemente a força do gel é menor (Tako e Nakamura, 1986). Para ser notória esta redução da firmeza do gel resultante da ação sinérgica κ-carr/LBG, possivelmente teria que se submeter a solução de 1% de 75/25 κ-carr/LBG a valores de $\text{pH} \leq 3$.

Apesar do pH exercer uma influência notória na estrutura interna do gel resultante destes polissacáridos (Figura 16), no caso destes agentes gelificantes serem proteínas, o pH ainda teria maior relevância para o grau de estruturação dos géis formados, pois os valores de pH estão diretamente relacionados com o ponto isoelétrico das proteínas e com a conseqüente agregação das moléculas (Nishinari et al., 2000). No entanto, os géis a desenvolver também terão proteínas provenientes das leguminosas e das sementes, pelo que a interferência do pH na estrutura do snack final não dependerá apenas do efeito estudado nos hidrocolóides.

4.1.4 Comportamento reológico dos géis

Existe uma grande aplicabilidade na caracterização reológica de um gel, na medida em que permite estabelecer uma relação entre a estrutura interna do gel e os seus constituintes e o efeito do

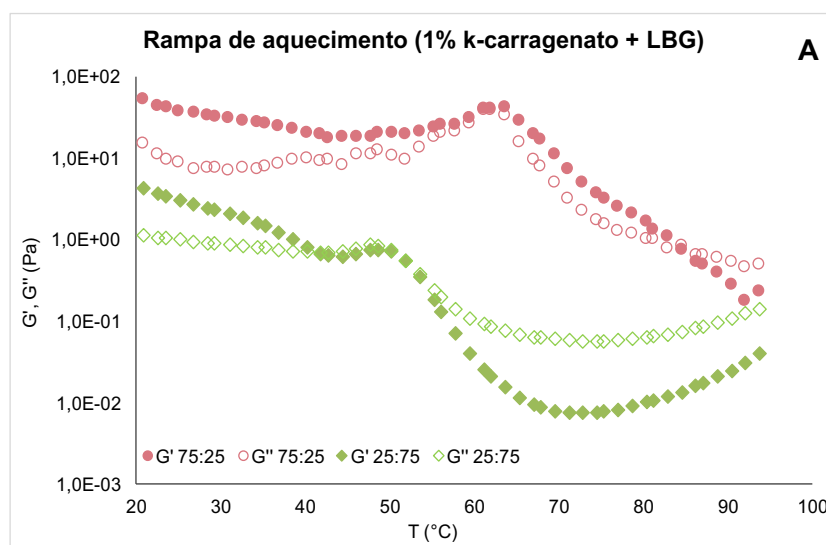
processamento nessa mesma estrutura (Banerjee e Bhattacharya, 2012). Para tal, realizaram-se testes de caracterização reológica, para os sistemas de κ -carragenato e goma de alfarroba (1% m/m) com duas proporções diferentes e de gelano puro (1% m/m) com duas proporções de gelano de alta (HA) e baixa acilação (LA). Todos os géis foram preparados com 0,5% (m/m) de NaCl. Os resultados obtidos em termos de comportamento reológico são de extrema importância para a seleção dos sistemas gelificantes a utilizar nos snacks e para a definição das condições operatórias futuras.

4.1.4.1 Géis de κ -carragenato e goma de alfarroba

Na Figura 17 estão representados os gráficos correspondentes à caracterização reológica dos géis de κ -carragenato e LBG (1% m/m) com proporções de 75/25 e 25/75, respetivamente.

A Figura 17 diz respeito a um teste de varrimento de temperatura (rampa de aquecimento) – Figura 17A, à curva de maturação das duas proporções dos sistemas gelificantes – Figura 17B e a um teste de varrimento de frequências (espectro mecânico) dos mesmos – Figura 17C, mostrando respetivamente, o efeito da sinergia entre o κ -carragenato e a goma de alfarroba na variação dos módulos G' e G'' em função da temperatura, do tempo e da frequência.

As soluções de hidrocolóides hidratadas foram colocadas no reómetro e aquecidas de 20 a 95°C (Figura 17A), verificando-se que o sistema inicial já apresenta características de gel, com G' maior que G'' , fenómeno consequente das etapas prévias de hidratação (30min) e tratamento térmico (5min a 90°C) dos hidrocolóides, que leva à formação de uma estrutura semelhante a um gel (Ramos et al., 2016). Posteriormente, o aquecimento promove a redução da componente elástica e um aumento da componente viscosa, com um ponto de cruzamento a cerca de 55°C. Este processo corresponde ao desenrolamento das cadeias de polissacáridos e à destruição da malha inicial de gel, que posteriormente se irá reestruturar, formando a estrutura final, na etapa de arrefecimento. Este fenómeno é bastante recorrente em géis alimentares, também estudado por Ramos et al. (2016) em géis obtidos a partir de farinha de chia.



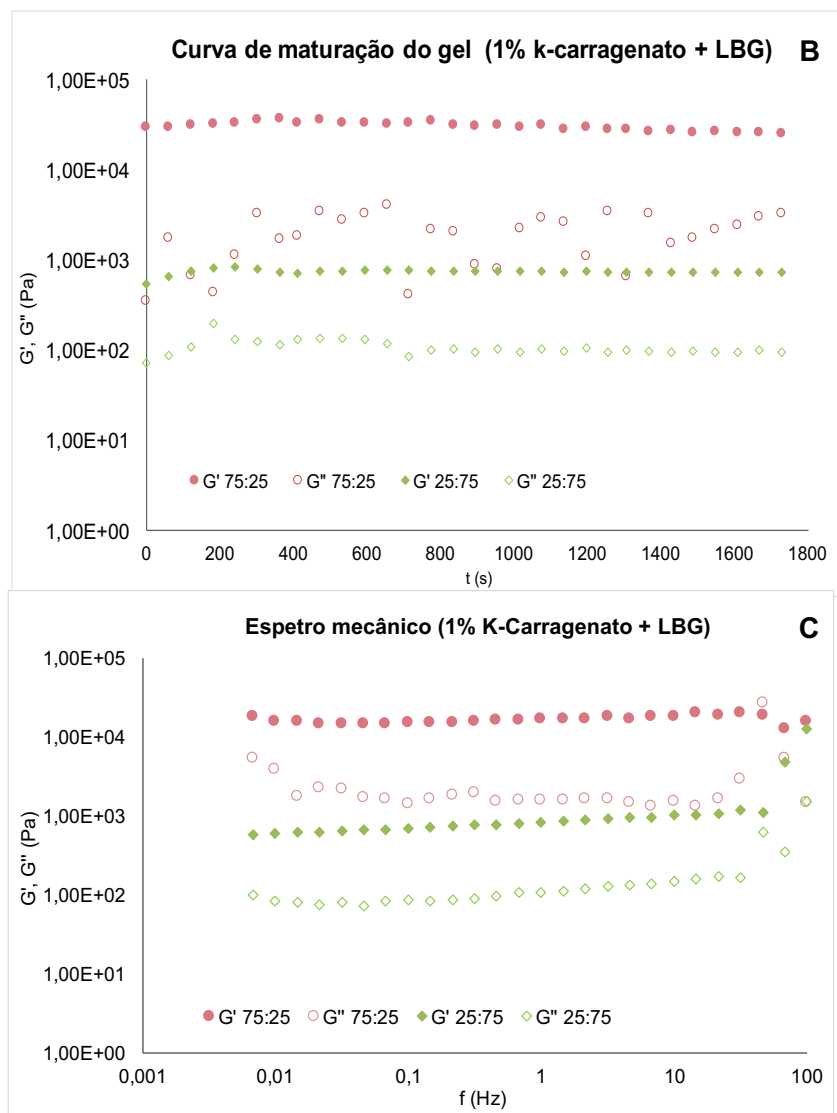


Figura 17: Caracterização reológica de géis modelo preparados com κ -carragenato e LBG (1% m/m) com proporções de 75/25 e 25/75 de κ -carragenato e LBG respetivamente: A - rampa de aquecimento, B - Curva de maturação, C - Varrimento de frequência (Espetro mecânico).

Após o aquecimento, ocorreu uma estabilização a 95°C, durante 10 min, seguida de arrefecimento até 5°C, onde ocorreu a maturação do gel (Figura 17B). Verifica-se que os géis em estudo têm uma maturação rápida, pois após cerca de 30 min os sistemas já se encontram estabilizados, o que é revelado por valores estáveis de G' e G'' . Este tipo de maturação rápida é vantajosa em termos industriais, pois implica que os tempos de processamento possam ser reduzidos (Torres et al., 2013). No entanto, a velocidade de tem de ser levada em conta na etapa subsequente de junção com o preparado de legumes, onde uma gelificação demasiado rápida pode trazer dificuldades acrescidas em termos de mistura.

Na Figura 17C pode comparar-se o espectro mecânico (teste de varrimento de frequências) dos sistemas modelo preparados com proporções de 75/25 e 25/75 de κ -carragenato/goma de alfarroba. Verifica-se, em ambos os casos, que há formação de um gel estruturado e estável, com as funções viscoelásticas pouco dependentes da frequência de oscilação e com G' sempre superior a G'' , cerca

de uma década. Estes resultados foram semelhantes aos do estudo de Torres et al. (2013) que estudou as propriedades reológicas de géis preparados a partir de farinhas de arroz e de castanha.

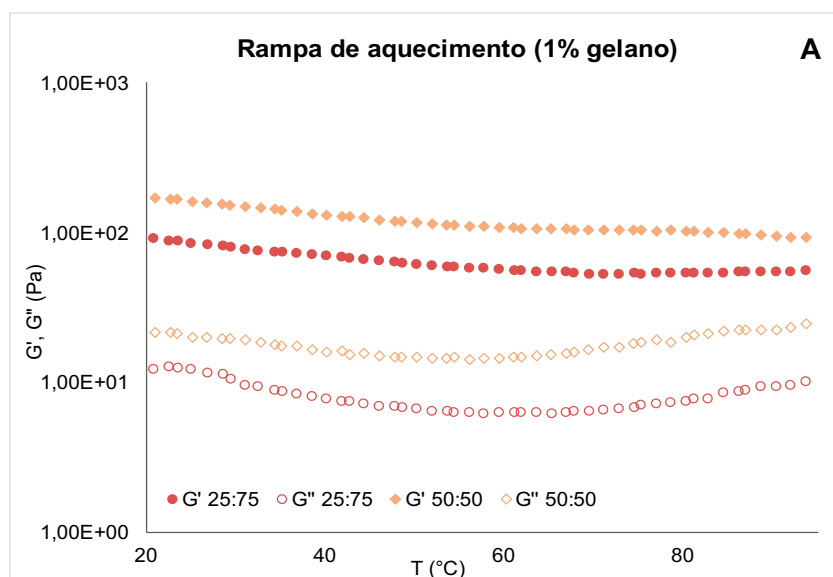
Verifica-se ainda que o sistema 75/25 apresenta com grau de estruturação mais elevado, expresso pelos valores mais elevados de G' e G'' . Este comportamento, será resultado do elevado poder gelificante do carragenato (Chen et al., 2001; Nunes et al., 2006).

4.1.4.2 Géis de Gelano

Na Figura 18 estão representados os gráficos correspondentes à caracterização reológica dos géis de gelano (1% m/m) com proporções de 25/75 e 50/50 de gelano LA/HA, respetivamente.

Na Figura 18 estão representados, respetivamente: um teste de varrimento de temperatura (rampa de aquecimento) – Figura 18A, a curva de maturação das duas proporções dos sistemas gelificantes – Figura 18B e a um teste de varrimento de frequências (espectro mecânico) dos mesmos – Figura 18C, mostrando respetivamente, o efeito do tipo de gelano na variação dos módulos G' e G'' em função da temperatura, do tempo e da frequência.

No caso destes géis de gelano, verifica-se também que o sistema inicial já apresenta características de gel, com G' maior que G'' e que o aquecimento promove uma ligeira diminuição do módulo elástico (G') e um ligeiro aumento do módulo viscoso (G'') - Figura 18A (Morris et al., 2012). A rampa de aquecimento dos géis de gelano (Figura 18A) indica que para ambas as amostras, o módulo de G' foi sempre superior a G'' ao longo do aquecimento e não houve cruzamento dos módulos. O mesmo fenómeno foi observado por Danalache et al. (2015b).



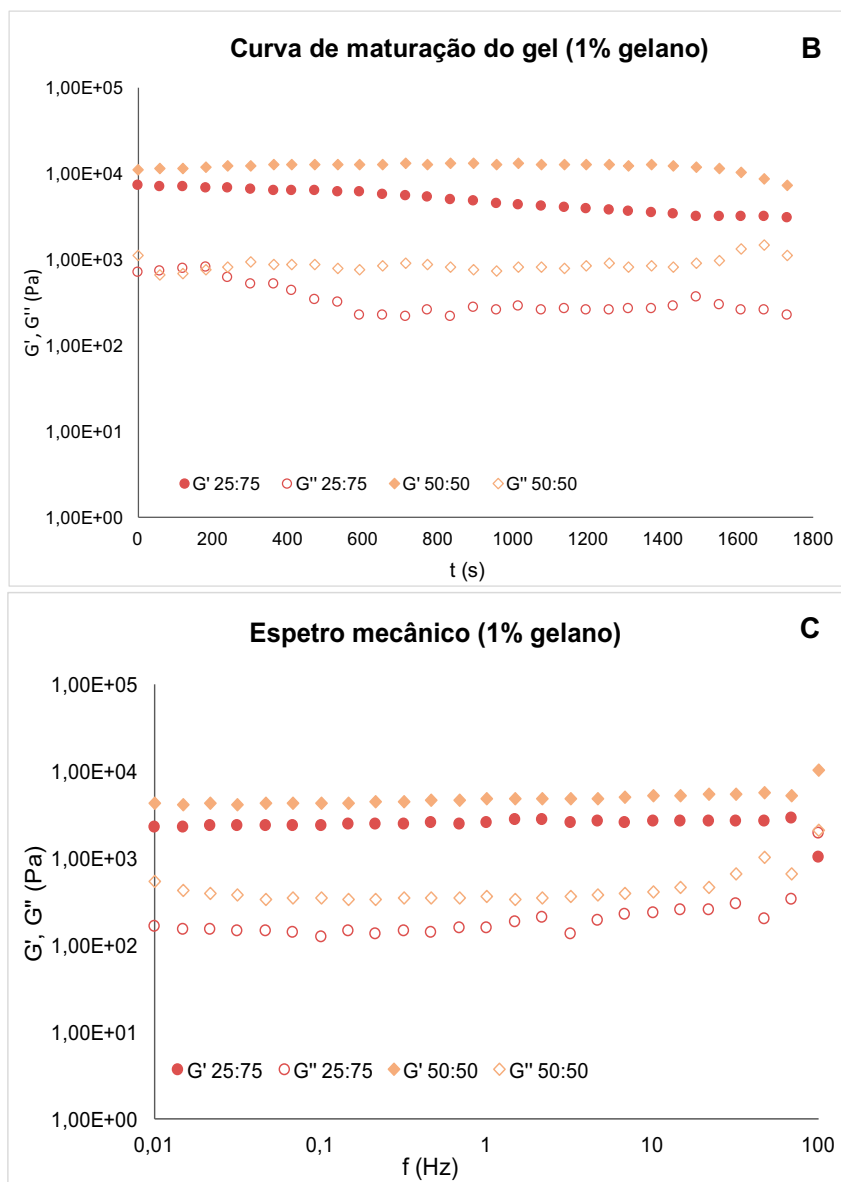


Figura 18: Caracterização reológica de géis modelo preparados com gelano (1% m/m) com proporções de 25/75 (LA/HA) e 50/50 (LA/HA): A - rampa de aquecimento, B - Curva de maturação, C - Varrimento de frequência (Espectro mecânico).

Os géis em estudo revelaram ser estruturados, com valores estáveis de G' e G'' , e têm uma maturação rápida, pois após cerca de 30 min os sistemas já se encontram estabilizados (Figura 18B), à semelhança dos géis de κ -carr/LBG (Figura 17B). Os valores de G' são superiores aos de G'' , cerca de uma década, o que demonstra um carácter mais elástico destes géis. Apesar de G' ter alguma dependência da frequência de oscilação, estes géis são muito estruturados, sendo designados por géis fortes. Através da análise do gráfico da Figura 18C, que apresenta o espectro mecânico dos géis de gelano (1%), é possível observar que para ambas as proporções 25/75 e 50/50 de LA/HA, tem-se o módulo elástico (G') superior ao módulo viscoso (G''), cerca de uma década. Verifica-se também, que os módulos viscoelásticos são independentes da frequência. Deste modo, ambos os géis modelo de gelano, são estruturados e com um grau elevado de estabilização, como os géis modelo de κ -carr/LBG (Figura 17). No entanto, ao contrário dos géis de κ -carr/LBG, onde as proporções apresentavam

diferenças relevantes nos valores de G' e G'' , neste caso, pode-se observar na Figura 18C, que as proporções 25/75 e 50/50 das formas LA/HA de gelano, têm valores de G' e G'' muito semelhantes, com a proporção 50/50 com valores ligeiramente mais elevados. Tal facto, deve-se ao maior teor da forma de gelano LA (“Low Acyl”) – gelano de baixa acilação – que confere uma elevada rigidez aos géis que origina, tendo-se géis fortes e quebradiços, ao contrário da forma de gelano HA (“High Acyl”) - gelano de elevada acilação - que origina géis mais fracos e suaves (Sworn e France, 2009; Danalache et al., 2015a).

4.2. Os snacks desenvolvidos

4.2.1 Processamento dos snacks

Uma vez definido o sistema gelificante (3.3.1) e estabelecida a formulação do preparado-base de vegetais (3.3.2), procedeu-se à junção destas duas etapas, tendo em vista a obtenção de um snack gelificado com características sensoriais inovadoras.

Salientam-se dois aspetos que tiveram de ser otimizados em simultâneo: por um lado, quanto maior a proporção de sistema gelificante face ao preparado de vegetais, mais coeso seria o gel, com um maior grau de estruturação, o que foi apreciado sensorialmente. Por outro lado, quanto mais elevada fosse a proporção do sistema gelificante, maior seria o efeito da diluição (pois para a preparação do gel foi necessária a adição de água), o que teria influência nas alegações previstas de acordo com o simulador, que apenas contabiliza a composição do preparado de vegetais. Verificou-se também, que ao aumentar-se o grau de homogeneização do preparado de vegetais, conseguiu-se reduzir substancialmente a proporção de sistema gelificante a adicionar. A partir da Figura 19 é possível avaliar o impacto da proporção de preparado de vegetais:sistema gelificante na firmeza dos snacks gelificados. Verificou-se um aumento relevante da firmeza com o aumento da proporção de gelificante, o que se traduziu em géis com melhor aparência e com contornos bem definidos – mais apelativos sensorialmente. Essa comparação pode ser feita a partir da Figura 20, onde se verifica que para a mesma formulação F2, os snacks gelificados com uma proporção de preparado:sistema gelificante de 1:3 apresentam um aspeto mais apelativo (Figura 20B) do que os snacks com uma proporção de 1:2 (Figura 20A).

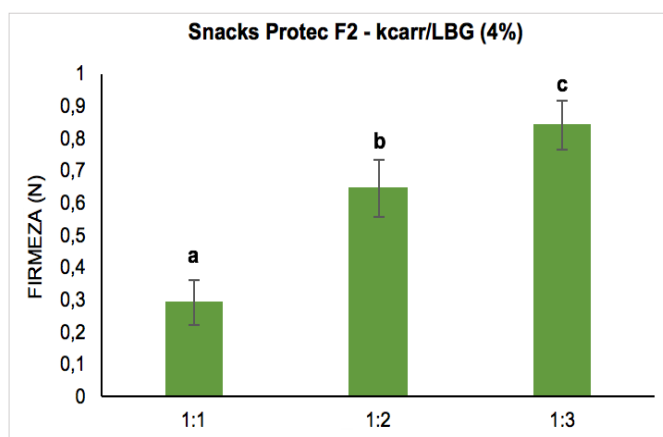


Figura 19: Resultados obtidos da firmeza (N) dos snacks processados com diferentes proporções preparado:sistema gelificante (1:1, 1:2 e 1:3).

Nota: Letras diferentes significam que as médias das amostras, a nível estatístico, são significativamente diferentes, para um nível de significância de $\alpha=0,05$.

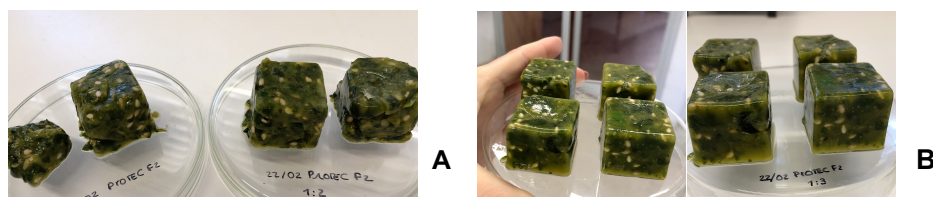


Figura 20: Aspecto dos snacks gelificados preparados a partir da formulação F2, com incorporação de diferentes proporções de sistema preparado de legumes/sistema gelificante: A- proporção de 1:2; B- proporção de 1:3.

É de destacar, que o processamento do preparado de vegetais da formulação F2 foi posteriormente otimizado, conseguindo-se obter um preparado mais uniforme. Nessas condições já foi possível passar a utilizar uma proporção de 1:2 e assegurar um aspeto dos snacks semelhante ao da proporção 1:3 da Figura 20. Em relação aos snacks à base de beterraba (F6) – snack “rosa”, por se tratar de uma mistura mais homogénea, foi possível efetuar a preparação dos snacks com uma proporção de 1:1,5. A mesma proporção foi utilizada para o processamento dos snacks à base de batata doce e grão (F7) – snack “amarelo”.

Na Tabela 22 estão referenciados os snacks desenvolvidos e a respetiva categoria a que pertencem, bem como a proporção preparado:sistema gelificante utilizada.

Tabela 22: Resumo dos nomes e categorias dos snacks desenvolvidos e respetivas condições de processamento.

Snacks	Categoria	Proporção preparado:sistema gelificante
Verde (F5)	PROTEC	1:2
Rosa (F6)	SPORT	1:1,5
Amarelo (F7)	BALANCE	1:1,5

4.2.2 Cor dos snacks desenvolvidos

O parâmetro da cor assume um especial destaque no projeto “*Snackfresh*”, visto que para cada categoria da gama Bem-Estar pressupõe-se o desenvolvimento de um snack gelificado de cor diferente: verde, rosa e amarelo (Figura 21). A cor é um parâmetro muito importante na tomada de decisão de compra de um produto alimentar por parte do consumidor, pois o aspeto visual de um alimento é um atributo que é percebido pelo consumidor assim que este tem o primeiro contacto com o mesmo (Hutchings, 1999a).



Figura 21: Aspeto visual dos snacks finais desenvolvidos.

A cor é uma das especificações mais relevantes quando se desenvolve um novo produto alimentar, no sentido em que a sua alteração poderá indicar se o produto ainda se encontra de acordo com os padrões iniciais de qualidade estabelecidos e dentro do seu período de vida útil (O’Sullivan, 2017b).

Desta forma, sendo a cor uma das especificações dos snacks em estudo, considerou-se fundamental realizar análises instrumentais a este parâmetro. Através do sistema CIELab, descrito em 2.6.3.2., obtiveram-se as coordenadas L^* , a^* e b^* relativamente aos snacks finais desenvolvidos.

Relativamente ao snack verde, obtiveram-se valores de coordenadas de: $L^*=36,9\pm0,8$; $a^*=-8,4\pm0,6$; $b^*=22,3\pm1,5$; para o snack rosa: $L^*=34,7\pm0,4$; $a^*=37,8\pm1,1$; $b^*=6,4\pm0,3$ e para o snack amarelo: $L^*=68,9\pm0,8$; $a^*=0,8\pm0,6$; $b^*=59,8\pm0,8$. Os valores de L^* , foram semelhantes para os snacks verde e rosa e foram bastante superiores para o snack amarelo, o que pode indicar uma maior luminosidade destes últimos. Relativamente à coordenada a^* , que denota as cores verde e vermelho, verificou-se que o snack verde apresentou valores negativos para esta coordenada, indicando o tom verde deste snack, ainda assim, este valor é relativamente baixo. Quanto ao snack rosa, registou valores elevados da coordenada a^* , o que significa que este produto recai na região do vermelho. Por fim, ao analisar a coordenada indicativa da cor amarela ($+b^*$), verificou-se que o snack amarelo apresentou valores elevados desta coordenada cromática, o que vai de encontro ao esperado.

Com o decorrer do desenvolvimento dos snacks, verificou-se que no processamento dos snacks rosa havia uma particularidade: a variação da cor da polpa da beterraba. Este alimento confere a cor característica do snack rosa, que é viva e brilhante. Sendo a cor um parâmetro essencial no controlo de qualidade deste produto alimentar, este atributo não deve ser suscetível de variações drásticas e o snack não pode apresentar um tom rosa baço e pouco brilhante. Deste modo, considerou-se essencial controlar estas variações na cor da polpa da beterraba. Para tal, triturou-se a polpa da beterraba e adicionaram-se diferentes concentrações de ácido ascórbico a diferentes porções da polpa (0% - controlo, 0,6%, 0,9% e 1,2%). O ácido ascórbico é um aditivo alimentar que atua na inibição de reações de oxidação que consequentemente resultam no escurecimento dos alimentos, sendo normalmente utilizado numa concentração entre 0,1-1% (Herbach et al., 2006).

Efetuaram-se medições das coordenadas L^* , a^* e b^* referentes à cor da polpa da beterraba, nas amostras com os teores de ácido ascórbico acima definidos, em diferentes intervalos de tempo, até ao fim de 10 dias (Figura 22).

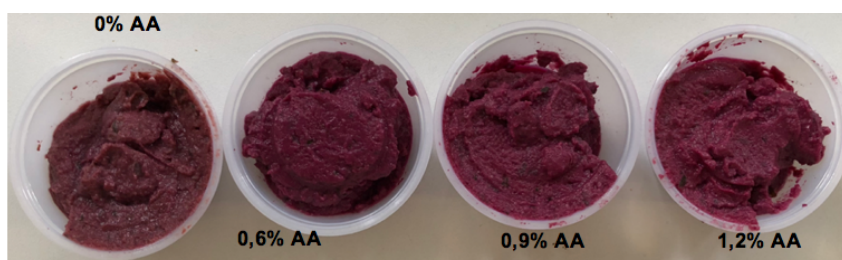


Figura 22: Variação da cor da polpa de beterraba com diferentes teores de ácido ascórbico adicionados (0%; 0,6%; 0,9% e 1,2%) ao fim de 10 dias.

Calculou-se também o ΔE^* , parâmetro que indica a diferença quantitativa da cor entre duas amostras, referente a dois períodos de tempo diferentes. Neste caso, o ΔE^* foi calculado tendo sempre em conta o tempo inicial ($t=0$).

Na Tabela 23, encontram-se os parâmetros L^* , a^* , b^* e o cálculo do ΔE^* , para as amostras da polpa de beterraba com diferentes concentrações de ácido ascórbico, em diferentes tempos de conservação da polpa.

Tabela 23: Medições dos parâmetros da cor: L*, a* e b* (valores médios e desvios-padrão) e cálculo do ΔE^* , para a polpa da beterraba com diferentes concentrações de ácido ascórbico: 0% (A); 0,6% (B); 0,9% (C) e 1,2% (D) ao longo do tempo de conservação da polpa.

(A) - 0% AA					(B) – 0,6% AA			
Tempo	L*	a*	b*	ΔE^*	L*	a*	b*	ΔE^*
0	32,9±1,0 ^a	35,2±1,1 ^a	6,2±0,3 ^a		31,7±2,6 ^a	35,3±1,8 ^a	6,4±0,3 ^a	
60 min	32,1±0,9 ^a	34,5±1,6 ^{ab}	5,4±0,4 ^a	1,33	32,3±1,3 ^a	35,0±1,7 ^a	5,9±0,4 ^a	0,71
120 min	30,2±0,8 ^b	33,1±1,0 ^b	4,4±0,3 ^{bc}	3,88	30,9±0,7 ^{ab}	34,6±0,9 ^a	5,5±0,3 ^a	1,16
2 dias	29,7±1,4 ^b	33,1±0,9 ^b	4,2±0,4 ^c	4,26	29,1±1,0 ^b	34,9±1,5 ^a	5,8±0,5 ^a	2,61
10 dias	34,5±0,5 ^c	21,2±0,7 ^c	5,1±0,7 ^{ab}	14,11	31,0±1,5 ^{ab}	28,6±1,8 ^b	1,4±0,3 ^b	8,16

(C) – 0,9% AA					(D) – 1,2% AA			
Tempo	L*	a*	b*	ΔE^*	L*	a*	b*	ΔE^*
0	31,3±1,5 ^{abc}	36,2±1,1 ^a	6,7±0,8 ^a		31,1±1,8 ^a	35,7±1,0 ^a	6,4±0,3 ^a	
60 min	31,8±0,8 ^{ab}	35,2±1,0 ^a	6,0±0,4 ^{ab}	0,60	31,8±0,9 ^a	35,6±0,7 ^a	6,2±0,3 ^a	0,79
120 min	30,1±1,3 ^c	34,9±1,3 ^a	5,8±0,5 ^b	1,33	31,1±0,9 ^a	36,6±1,5 ^a	6,5±0,6 ^a	1,48
2 dias	30,6±1,3 ^{bc}	34,4±2,4 ^a	5,4±0,8 ^b	1,30	28,8±1,3 ^a	35,5±1,4 ^a	6,5±0,4 ^a	2,41
10 dias	32,3±0,8 ^a	30,7±1,4 ^b	2,1±0,2 ^c	6,23	31,0±1,3 ^b	32,5±1,4 ^b	2,8±0,6 ^b	4,33

Nota: Letras diferentes significam que as médias das amostras, a nível estatístico, são significativamente diferentes, para um nível de significância de $\alpha=0,05$.

Neste estudo da variação da cor da polpa da beterraba ao longo do tempo, com diferentes teores de ácido ascórbico adicionados, os parâmetros da cor que terão maior destaque na interpretação dos resultados, serão o ΔE^* para avaliar a evolução da cor da polpa ao longo do tempo e o a*, pois para valores elevados desta coordenada significa que a polpa toma cores mais avermelhadas.

Os valores do parâmetro L* da cor da polpa de beterraba, que representa a luminosidade, consoante os diferentes teores de AA adicionados, foram semelhantes ao longo do estudo efetuado, com exceção da polpa sem AA (Tabela 23A) e da polpa com 1,2% de AA, visto que existiram diferenças significativas na cor ($p<0,05$) ao fim de dez dias.

No que diz respeito à coordenada b*, em geral, também apenas se verificaram diferenças significativas na cor da polpa ao fim de dez dias ($p<0,05$) para todas as concentrações de AA adicionado, com exceção da polpa sem ácido, que demonstrou uma estabilidade da cor ao longo do tempo de estudo efetuado ($p>0,05$).

A evolução da cor dos preparados de beterraba foi então monitorizada através dos valores de a* e de ΔE^* . Relativamente à coordenada a*, verifica-se que para todas as concentrações de AA adicionadas aos preparados de beterraba, apenas existiram diferenças significativas da cor dos preparados ($p<0,05$), ao fim do décimo dia de conservação. Isto revela que a cor da polpa de beterraba demonstrou ser estável ao longo do tempo de estudo, mais especificamente a tonalidade vermelha da polpa da beterraba. Adicionalmente, verificou-se que para a amostra sem ácido ascórbico adicionado houve uma

quebra dos valores de a^* , na ordem dos 40%. Já a diminuição dos valores de a^* menos acentuada, foi registada para a amostra com 1,2% de AA adicionado, em que se verificou que entre o tempo zero e o décimo dia de conservação da polpa, houve uma diminuição dos valores de a^* em cerca de 9%. A diminuição do valor de a^* , significa que a intensidade da cor vermelha é menor. Estes resultados permitem concluir que, o máximo teor de ácido ascórbico adicionado (1,2%) foi a concentração mais eficaz para manter a coloração avermelhada típica da polpa da beterraba, ainda que se tenha verificado uma ligeira diminuição desta tonalidade.

Segundo Pathare et al., (2012) se ΔE^* tomar valores superiores a 3, já é possível distinguir-se a olho nu a diferença de cor entre duas amostras, mas segundo Castellar et al., (2006) apenas para valores de ΔE^* superiores a 5 é que o olho humano consegue distinguir tais diferenças. Portanto, considera-se que no intervalo entre $3 < \Delta E^* < 5$ começam-se a verificar diferenças perceptíveis na cor de duas amostras e para $\Delta E^* > 5$, essas diferenças são claramente distinguíveis, pelo que o produto não será comercialmente aceite (Castellar et al., 2006; Pathare et al., 2012).

Através da análise do ΔE^* podem-se verificar dois aspetos: de um modo geral, ao longo dos dez dias de estudo, os valores do ΔE^* foram aumentando gradualmente para todas as concentrações de AA adicionado. Isto revela que com o passar do tempo de conservação da polpa de beterraba, as variações da cor da polpa vão-se tornando mais significativas e tornam-se visíveis a olho nu. No caso da amostra sem AA, as diferenças de cor tornam-se perceptíveis logo a partir dos 120min de estudo ($\Delta E^* > 3$) e claramente diferenciáveis a olho nu no décimo dia ($\Delta E^* > 5$). Para as concentrações de 0,6% e 0,9% AA adicionado à polpa, essas diferenças apenas são claramente realçadas no último dia de estudo (10º dia), com valores de ΔE^* iguais a 8,16 e 6,23 respetivamente, valores superiores a 5. No caso do teor mais elevado de AA adicionado à polpa de beterraba (1,2%), é possível distinguir algumas diferenças de cor na amostra da polpa, mas não são ainda totalmente perceptíveis a olho nu, já que o ΔE^* é igual a 4,33, valor superior a 3 e inferior a 5. Outro aspeto a referir, é o facto de quanto maior a concentração de AA adicionado menor o ΔE^* relativo ao décimo dia de conservação da polpa. Ou seja, uma maior concentração de antioxidante adicionado, provoca uma menor diferença de coloração entre as amostras. Isto significa, que este antioxidante é eficaz na preservação da cor da polpa da beterraba que será utilizada na produção dos snacks rosa. Importa ainda referir, que a concentração de 1,2% de AA adicionado à polpa, será a mais eficaz no combate ao escurecimento (enzimático) da mesma, pois é a única concentração que regista um $\Delta E^* < 5$ ao décimo dia de conservação. Neste caso, a polpa já começa a denotar algumas diferenças de cor relativamente ao tempo inicial, mas ainda é comercialmente aceite. Ou seja, ainda era possível incorporar esta polpa nos snacks a desenvolver.

4.2.3 Análise do perfil de textura dos snacks desenvolvidos

Ao atingir as propriedades de textura desejadas num alimento, as empresas têm importantes retornos económicos, visto que a textura é um parâmetro que influencia a decisão de compra de um alimento por parte do consumidor (Bourne, 2002b). A textura é outro atributo, para além da cor, que define a qualidade de um novo produto alimentar, sendo, por isso, uma especificação relevante do produto a ter em conta.

Realizaram-se testes TPA (análise do perfil de textura) aos snacks desenvolvidos, de modo a caracterizar a sua textura final através do registo de três parâmetros: firmeza (N), adesividade (-N.s) e coesividade (Tabela 24).

Tabela 24: Especificações do parâmetro da textura dos snacks desenvolvidos.

Snacks	Firmeza (N)	Adesividade (-N.s)	Coesividade
Verde (F5)	1,6±0,10	0,7±0,08	0,4±0,05
Rosa (F6)	1,9±0,04	1,0±0,22	0,3±0,03
Amarelo (F7)	1,6±0,13	1,6±0,34	0,3±0,04

Verificou-se que os três snacks apresentaram características de textura muito semelhantes, uma vez que foram preparados com o mesmo sistema gelificante em iguais concentrações e condições de preparação.

A adesividade é uma medida do trabalho necessário para ultrapassar as forças de atração entre a superfície do alimento e a sonda, utilizada no teste realizado e a nível sensorial, a adesividade é avaliada a força necessária para remover os alimentos com a língua (Bourne, 2002b). Relativamente aos resultados para este parâmetro, destaca-se que o snack verde é o produto com menor adesividade, seguido do snack rosa e por último, tem-se o snack amarelo com maior adesividade. Assim sendo, o snack amarelo é produto que oferece mais resistência ao ser removido da boca. A adesividade será então o parâmetro que mais depende das características do preparado de vegetais utilizado.

4.3 Validação do conceito dos snacks gelificados

“*One bite snack*”, ou snack de apenas uma única dentada é o conceito que esteve na base do desenvolvimento do novo produto. Pretende-se que estes snacks sejam de utilização prática e conveniente, de modo a serem ingeridos apenas numa única dentada e que os consumidores o façam ao longo do dia, por exemplo, entre refeições (nos lanches da manhã e tarde) ou em refeições rápidas, ou mesmo como acompanhamento. Outro objetivo é oferecer ao consumidor um momento de prazer com a ingestão destes snacks, através do sabor, aparência e textura agradáveis deste produto inovador. A validação do conceito de snack gelificado é complexa, pois trata-se de um produto com um elevado grau de inovação, para o qual não se tem qualquer referência em termos de mercado. Trata-se de um tipo de inovação disruptiva (Fuller, 2011).

A metodologia de validação de conceito envolveu duas fases. Numa primeira fase, realizou-se uma avaliação mais restrita, envolvendo a equipa do ISA e a equipa de nutricionistas da SONAE, apenas com o objetivo de se validar a abordagem de desenvolvimento em causa e o conceito genérico de cubo gelificado. Os aspetos gerais dessa sessão, estão ilustrados na Figura 23.



Figura 23: Prova sensorial realizada para validação do conceito dos snacks rosa e verde (1ª fase).

Verificou-se que o conceito de snack gelificado, associado a uma situação de consumo do tipo “one bite” seria promissor e teria possibilidade de enquadramento em termos comerciais. O formato de cubo pareceu o mais adequado para o efeito. No entanto, foram propostos outros formatos. Deste modo, validou-se o conceito dos snacks, mas desta discussão de trabalho, foi sugerido que do ponto de vista sensorial ainda havia aspetos a melhorar, nomeadamente a textura. Pretendia-se que a textura dos snacks fosse otimizada, de modo a haver mais opções de escolha, já que a textura não foi do agrado de todos. Foi decidido então, que havia necessidade de se alterar o sistema gelificante, pelo facto dos snacks formulados apresentarem uma consistência que não era a expectável. Pretendia-se que os snacks apresentassem uma textura mais gomosa e elástica e que oferecesse maior resistência à mastigação. Validou-se ainda o processo de desenvolvimento, nomeadamente a metodologia associada à definição de “porção” que conduzirá ao estabelecimento das alegações. Estas podem ser estabelecidas por 100g de produto final, ou por porção (Regulamento (UE) n.º 1169/2011). Como tal, o conceito de porção torna-se relevante.

Após a primeira reunião de validação do conceito, foram realizados testes preliminares para a nova seleção do sistema gelificante, mais adequado para a formulação dos snacks. Realizaram-se testes de TPA (análise de perfil de textura), cujos resultados se encontram em 4.4.1 na Figura 6 e, selecionaram-se três proporções de gelano, 25/75 (LA/HA), 50/50 (LA/HA) e 75/25 (LA/HA).

Numa segunda fase, fez-se a reavaliação do conceito, envolvendo uma equipa alargada da SONAE e a equipa do ISA, num total de onze elementos. Na Figura 24, tem-se alguns aspetos relativos à sessão realizada, onde foram avaliados os snacks preparados a partir da formulação F6 (snack rosa), com 1% (m/m) de goma gelano nas proporções de 50/50 (LA/HA) e 75/25 (LA/HA) e 1% (m/m) de κ -carragenato/goma de alfarroba, nas proporções de 25/75 e 75/25. Avaliaram-se ainda, os snacks verdes obtidos a partir da formulação F5 com 1% (m/m) de κ -carragenato/goma de alfarroba, nas proporções de 25/75 e 75/25.



Figura 24: Prova sensorial de validação de conceito (2ª fase), envolvendo a apreciação dos snacks gelificados rosa e verdes e discussão do conceito.

Nesta sessão, de segunda fase de validação do conceito e seleção da textura mais adequada para os snacks finais, realizou-se uma apreciação sensorial dos snacks gelificados (Figura 24). Esta prova sensorial, foi realizada de acordo uma folha de prova de prova, que se encontra no Anexo I, a qual foi

estruturada, no sentido de, permitir uma avaliação objetiva de cada atributo sensorial que se considerou determinante nesta fase do processo.

Na Figura 25, encontram-se resumidos os principais resultados referentes à apreciação sensorial dos snacks gelificados, que tiveram a seguinte codificação: snacks verdes - 1% (m/m) κ -carr/LBG: F2Y = 25/75 e R3J = 75/25; snacks rosa - 1% m/m κ -carr/LBG: T7A = 25/75 e K4V = 75/25; 1% (m/m) gelano LA/HA: G9M = 50/50 e H7S = 75/25

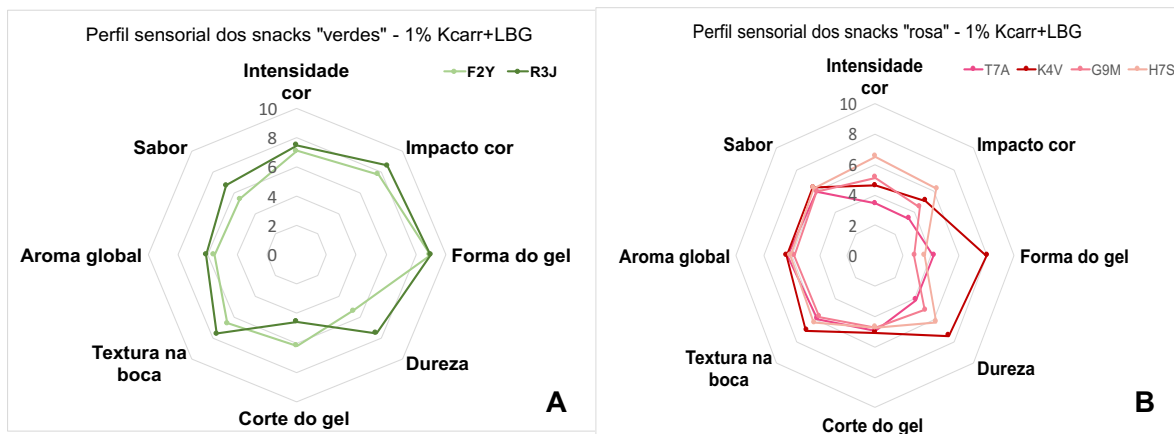


Figura 25: Perfil sensorial dos snacks apresentados na reunião de validação dos snacks: A- perfil sensorial dos 2 snacks “verdes” (1% κ -carr+LBG); B- perfil sensorial dos 4 snacks “rosa” (1% m/m κ -carr+LBG e 1% m/m gelano).

Em relação aos snacks verdes, verificou-se que em termos globais as duas propostas apresentaram uma apreciação global favorável, com uma pontuação superior em quase todos os atributos para a formulação R3J = 75/25. No caso da textura do gel (dureza) essa diferença é ainda mais acentuada. A folha de prova terminava com uma ordenação por preferência dos dois snacks, tendo-se confirmado que foi esse o sistema gelificante e proporção seleccionada pelos provadores. No que se refere aos snacks rosa, obtida a partir da formulação F4, verificou-se que o snack com pontuações superiores foi o K4V = 75/25 (κ -carragenato/goma de alfarroba), tendo-se verificado que esse snack foi o preferido por 62% dos provadores. Trata-se de um snack mais estruturado.

De salientar ainda, que o snack verde obteve maior pontuação do que o rosa, na generalidade dos atributos, considerando-se mais promissor em termos sensoriais. As duas opções mais apreciadas, para cada uma das cores, correspondem ao mesmo sistema gelificante - 75/25 (κ -carragenato/goma de alfarroba), apresentando uma textura semelhante. Este facto, foi determinante para a validação do conceito nesta fase, percebendo-se que, muito embora se esteja a criar um conceito novo, a textura pretendida será a que está associada a este sistema. A partir deste ponto, o sistema 75/25 (κ -carragenato/goma de alfarroba) foi o sistema gelificante a utilizar como base.

Desta sessão de validação de conceito, retiraram-se ainda alguns aspetos: o snack gelificado apresenta uma grande complexidade de desenvolvimento e corresponde a um conceito disruptivo, tendo-se considerado que o grau de inovação deste snack poderá ser relevante para o mercado. Terão ainda de ser efetuados desenvolvimentos consideráveis em termos de sabor, com vista a intensificar o aroma.

4.4 Validação da composição nutricional dos snacks

Os snacks desenvolvidos – verde, rosa e amarelo – foram submetidos a análises químicas, nomeadamente à determinação do teor de humidade, cinzas, proteína bruta e determinação da componente mineral (Tabela 25). A avaliação da composição química dos snacks foi realizada de acordo com os métodos descritos no capítulo 3.3.6.

Destaca-se a componente proteica e mineral dos snacks, pois são responsáveis por conferir as alegações previstas para as três categorias. Deste modo, foi fundamental efetuar-se a validação nutricional dos snacks, de forma a perceber se o teor de minerais dos snacks era semelhante ao teor indicado pelo simulador nutricional e à quantidade significativa de cada nutriente, definida pela regulamentação em vigor. O objetivo principal é garantir o alcance das alegações nutricionais e de saúde propostas para cada categoria.

De modo a concluir a existência de alegações a declarar nos snacks, é necessário proceder à comparação entre os teores médios de minerais obtidos nas análises químicas (teor real) e a quantidade significativa de cada nutriente (Tabela 26). Para avaliar a eficácia do simulador nutricional será determinante comparar os valores médios obtidos para as proteínas (Tabela 25) e para os minerais (Tabela 26) com os valores esperados destes nutrientes. Estes teores esperados foram calculados de acordo com o simulador nutricional associado a cada snack, verde (Tabela 19B), rosa (Tabela 20B) e amarelo (Tabela 21B).

Tabela 25: Composição química dos snacks desenvolvidos: valores médios e desvios padrão (g/100g de produto).

	Proteína (%)			
	Teor esperado (simulador)	Teor real	Humidade (%)	Cinza (%)
Snack Verde	1,5	2,3 ± 0,33	89,9 ± 0,69	1,6 ± 0,07
Snack Rosa	2,6	3,0 ± 0,04	83,7 ± 1,52	0,8 ± 0,04
Snack Amarelo	3,2	3,6 ± 0,78	81,8 ± 2,48	1,0 ± 0,06

Através da análise da Tabela 25, é possível realçar que o teor médio de proteína obtido (teor real) foi superior ao estimado de acordo com o simulador nutricional, para os três snacks desenvolvidos.

As alegações associadas à componente proteica são relativamente diferentes das alegações relativas aos minerais pois, para um alimento conter a alegação “Fonte de Proteína”, 12 % do valor energético do alimento tem que ser fornecido por proteínas, de acordo com o Regulamento (UE) nº 1924/2006. Ou seja, é através do valor energético que a componente proteica aporta que se garante a alegação.

Nos três casos estudados, se não se verificarem desvios assinaláveis entre os teores de lípidos e de hidratos de carbono, calculados através do simulador nutricional e a determinar experimentalmente, será possível garantir as alegações associadas ao teor proteico.

Através do simulador nutricional, verifica-se que é possível obter-se a alegação nutricional “Fonte de Proteína” e a alegação de saúde “As proteínas contribuem para a manutenção de ossos normais”, para

o snack verde correspondente à categoria PROTEC, pois verifica-se que teoricamente 12% do valor energético do snack de espinafres e acelgas é fornecido por proteína. Para o snack rosa e amarelo, não se conseguem alcançar alegações associadas à componente proteica.

Relativamente ao teor de humidade, através da análise da Tabela 25, verifica-se que o produto que contém maior teor de água é o snack à base de espinafres e acelgas (verde) com um teor médio de humidade de $89,9 \pm 0,7\%$, seguido do snack à base de beterraba e feijão branco (rosa) com um teor médio de humidade de $83,7 \pm 1,5$. O snack que contém menor teor de água, mas ainda assim com um teor médio de humidade de $81,8 \pm 2,5\%$ é o amarelo à base de batata doce e grão. A elevada quantidade de água dos snacks justifica-se por estes produtos serem constituídos maioritariamente por vegetais que, por sua vez, contém elevados teores de água na sua constituição e também pelo facto de o snack ter uma componente de sistema gelificante, o qual é preparado também com água.

A declaração nutricional de um alimento inclui o seu teor de cinzas, que representa uma estimativa do total de compostos minerais que o alimento contém. O teor médio de cinzas dos snacks representado na Tabela 25 é superior à soma dos teores médios da componente mineral (teores reais) que se encontram na Tabela 26. Isto significa, que para além dos minerais pesquisados nas análises químicas dos snacks, existem outros sais minerais que não foram analisados na quantificação realizada.

Importa salientar dois fatores sobre o cálculo dos teores esperados para a proteína (Tabela 25) e para os minerais (Tabela 26): o primeiro está relacionado com o facto deste cálculo ter sido efetuado com base nos valores previstos pelo simulador nutricional, mas tendo sido ajustado para a massa total da amostra. Ou seja, o simulador apenas nos dá a quantidade de minerais presente nos snacks por 100g de preparado e na Tabela 26, os teores esperados para cada mineral foram calculados com base na massa do preparado, mas também na massa do sistema gelificante que se utilizou no processamento dos snacks, que contém água. Este dado é importante, pois caso apenas se utilizassem os valores diretos do simulador nutricional, não se estaria a contar com o fator de diluição, associado à água que o gel aporta. Deste modo, o cálculo dos valores esperados dos nutrientes que constituem os snacks, foi efetuado de acordo com os dados retirados do simulador nutricional, mas ajustados à quantidade de sistema gelificante presente em cada snack. O segundo fator está relacionado com as variações a que estes valores esperados dos minerais estão sujeitos, pois os valores do simulador são determinados de acordo com as tabelas nutricionais americana (USDA) e portuguesa (INSA) com base na composição nutricional de vegetais frescos. Isto significa que existem fatores como a sazonalidade dos vegetais, ambiente e condições de produção e distribuição dos mesmos, que influenciam o teor de minerais dos vegetais. Por isso mesmo, o teor esperado dos minerais, calculado com a ajuda do simulador é apenas uma referência que nos indica se estamos perto de atingir as alegações previstas.

Na Tabela 26, está representada a quantidade de cada nutriente (15% do VRN), os teores esperados dos minerais, calculados com base no simulador nutricional e os teores dos minerais obtidos nas análises químicas efetuadas (teores reais). Estes valores estão discriminados para cada mineral, para cada tipo de snack.

Tabela 26: Teor médio dos minerais (mg/100g snack) dos snacks desenvolvidos (teores esperados e teores obtidos nas análises químicas - reais).

		Snack Verde		Snack Rosa		Snack Amarelo	
Mineral	15%VRN (mg)	mg mineral /100g snack					
		Teor esperado (simulador)	Teor real	Teor esperado (simulador)	Teor real	Teor esperado (simulador)	Teor Real
K	300	147,8	273,0±13,5	186,9	197,3±5,1	170	196,0±7,1
Ca	120	48,8	115,7±26,9	73	73,3±8,3	16,8	9,1±0,9
Mg	57	32	70,4±5,3	40,3	31,3±3,9	48,8	38,0±0,1
P	105	41,6	79,6±10,0	65,3	68,0±7,9	91,1	78,9±2,1
Fe	2,1	1,1	1,2±0,1	1,5	1,1±0,2	0,9	1,4±0,0
Cu	0,15	0,2	0,2±0,1	0,4	0,2±0,1	0,2	0,4±0,2
Zn	1,5	0,4	0,8±0,1	0,7	0,6±0,2	0,9	0,6±0,2
Mn	0,3	0,3	0,4±0,0	0,3	0,4±0,0	0,5	0,4±0,0

De acordo com a Tabela 26, verifica-se que para o snack verde, os resultados obtidos da componente mineral foram sempre iguais ou superiores aos teores esperados, verificando-se alguma discrepância nos resultados no caso do potássio, cálcio, magnésio e fósforo.

Destaca-se o facto de os teores de magnésio, cobre e manganês obtidos serem superiores às quantidades significativas respetivas (15% VRN) destes minerais, o que significa que se garante as alegações de saúde e nutricionais previstas para o snack verde (categoria PROTEC) associadas a estes minerais. É possível averiguar que no caso do snack rosa, não houve uma grande divergência entre os teores reais e os esperados. Os teores obtidos foram superiores aos esperados para metade dos minerais, e inferiores para a restante metade. Para o snack rosa, conferem-se as alegações previstas para a sua categoria (SPORT) associadas aos minerais – cobre e manganês, pois os valores obtidos para estes compostos foram superiores à sua quantidade significativa. Relativamente ao snack amarelo, apenas para o potássio, ferro e cobre é que os teores reais destes minerais são superiores aos esperados, mas ainda assim os valores não são suficientes para se garantirem as alegações correspondentes ao ferro e potássio, visto que são inferiores às suas respetivas quantidades significativas. Apenas para o cobre e manganês, os teores médios obtidos para estes minerais são superiores às quantidades significativas e assim obtêm-se as alegações previstas para o snack amarelo (categoria BALANCE) associadas a estes dois minerais.

Em suma, considera-se que o simulador nutricional é uma boa ferramenta para o cálculo de valores esperados de nutrientes (proteínas e minerais) a obter nos snacks e assim prever o alcance de certas alegações, pois estes valores esperados demonstraram ser, no geral, semelhantes aos valores reais. Ainda assim, será necessário ter em conta que estes valores esperados são teóricos e correspondem apenas uma estimativa dos resultados a obter.

Na Tabela 27, encontra-se o resumo das alegações nutricionais e de saúde obtidas para cada tipo de snack. Estas alegações foram alcançadas de acordo com as especificações do Regulamento (UE) nº 1924/2006 (relativo à prestação de informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios).

Tabela 27: Resumo das alegações para de saúde e nutricionais alcançadas para 100g de snack.

ALEGAÇÕES	SNACK VERDE PROTEC	SNACK ROSA SPORT	SNACK AMARELO BALANCE
SAÚDE	"O magnésio, o manganês e as proteínas contribuem para a manutenção de ossos normais"; "O magnésio contribui para a redução do cansaço e da fadiga"; "O magnésio, o cobre e o manganês contribui para o normal metabolismo produtor de energia".	"O manganês e o cobre contribuem para o normal metabolismo produtor de energia"; "O manganês e o cobre contribuem para a proteção das células contra as oxidações indesejáveis".	"O cobre contribui para o normal funcionamento do sistema nervoso"; "O manganês e o cobre contribuem para o normal metabolismo produtor de energia".
NUTRICIONAIS	"Fonte de magnésio"; "Fonte de manganês"; "Fonte de cobre"; "Fonte de proteína".	"Fonte de manganês"; "Fonte de cobre".	"Fonte de manganês"; "Fonte de cobre".

De acordo com o Regulamento (UE) nº 1924/2006, as alegações podem ser calculadas por 100g de produto, mas também por porção, caso a embalagem contenha apenas uma porção. Desta forma o exercício para o cálculo das alegações pode ser efetuado de duas formas. A primeira foi calculada anteriormente, em que as alegações foram obtidas tendo em conta as 100g de snack. A segunda forma foi calculada tendo em conta a quantidade de snack que se tem que ingerir para se alcançar a alegação, definindo-se posteriormente a porção (número de cubos) que o consumidor tem que ingerir para que determinado nutriente faça determinado efeito explícito na respetiva alegação.

Na Tabela 28, encontra-se representado a quantidade de snack que se tem que ingerir para se alcançar a alegação associada a cada mineral, que foi calculada tendo em conta os valores reais obtidos nas análises químicas para cada mineral e a quantidade significativa de cada mineral (15% VRN). Efetuaram-se os cálculos para a quantidade de snack que é necessário ingerir para se atingirem a alegações previstas associadas aos restantes minerais, para os três snacks diferentes (Tabela 28). Calculou-se também, o número de cubos que se prevê ser necessário o consumidor ingerir para determinado nutriente ter impacto na sua saúde. Sabendo que um cubo tem aproximadamente 20g de massa, dividiu-se a quantidade de snack que é necessário ingerir por esse mesmo valor.

Tabela 28: Forma alternativa de cálculo para o alcance das alegações para cada tipo de snack.

Mineral	Snack Verde		Snack Rosa		Snack Amarelo	
	Quantidade (g) snack que se tem que ingerir para se atingir a alegação	Nº mínimo de cubos que se têm que ingerir para atingir a alegação	Quantidade (g) snack que se tem que ingerir para se atingir a alegação	Nº mínimo de cubos que se têm que ingerir para atingir a alegação	Quantidade (g) snack que se tem que ingerir para se atingir a alegação	Nº mínimo de cubos que se têm que ingerir para atingir a alegação
K	109,9	5	152,1	8	153,1	8
Ca	103,7	5	163,6	8	1322,1	66
Mg	80,9	4	182,1	9	150,0	8
P	132,0	7	154,5	8	133,1	7
Fe	181,6	9	191,5	10	152,7	8
Cu	73,6	4	67,6	3	41,8	2
Zn	192,2	10	263,3	13	249,3	12
Mn	80,7	4	84,1	4	81,5	4

Do ponto de vista comercial, na fase de validação de conceito do projeto, apenas se definiu que o protótipo dos novos produtos desenvolvidos seria em forma de cubo. No entanto, até ao momento o modelo de consumo dos snacks ainda não está definido, nem a sua embalagem final. Esta etapa será muito importante, no sentido em que a embalagem é fulcral na estabilidade química e microbiológica dos snacks, pois garante a sua conservação e garante um tempo ótimo do seu período de vida útil.

Por outro lado, a definição da embalagem e a porção de produto contida na embalagem são também aspetos fundamentais, visto que caso se considere o cálculo das alegações por porção de produto, é certo que quanto maior for a porção do produto, ou seja, quanto maior for o número de cubos a definir como uma porção, maior será o número de alegações alcançadas.

Como já foi referido anteriormente, pressupõem-se que o consumo desta gama de snacks seja feito ao longo do dia, entre as refeições principais (ao lanche da manhã e tarde, por exemplo) ou então, como alternativa, o seu consumo pode ser destinado a uma refeição principal ou como acompanhamento. Neste sentido, considera-se que uma porção entre 5 a 8 cubos é razoável para o efeito pretendido. Ao definir-se uma porção de 5 a 8 cubos como uma única porção contida na embalagem, quantidade essa que o consumidor tem que ingerir para se atingir o efeito pretendido da alegação, conseguem-se garantir mais alegações comparativamente às alegações alcançadas por 100g de produto (Tabela 27).

Através da Tabela 28, verifica-se que para o snack verde para além das alegações do magnésio, cobre e manganês, conseguem-se atingir as alegações relativas ao potássio (5 cubos), cálcio (5 cubos) e fósforo (7 cubos). Relativamente ao snack rosa, conseguem-se alcançar as alegações previstas por 100g de produto (relativas ao manganês e cobre) e acrescentam-se as alegações associadas ao potássio (8 cubos), cálcio (8 cubos) e fósforo (8 cubos). Por fim, no caso do snack amarelo, às alegações garantidas relativas ao manganês e ao cobre, adicionam-se as alegações associadas ao potássio (8 cubos), magnésio (8 cubos), fósforo (7 cubos) e ferro (8 cubos).

É importante realçar que este exercício apenas é possível considerando como uma única porção uma dose de 5 a 8 cubos. Posteriormente, esta porção terá que ficar rigorosamente definida a nível da empresa. Em princípio, a porção será igual para as cinco categorias a desenvolver.

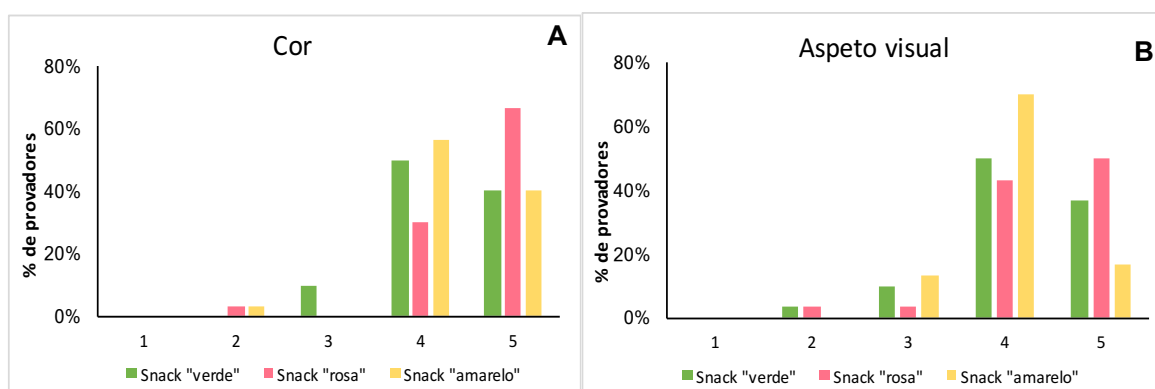
4.5 Análise Sensorial

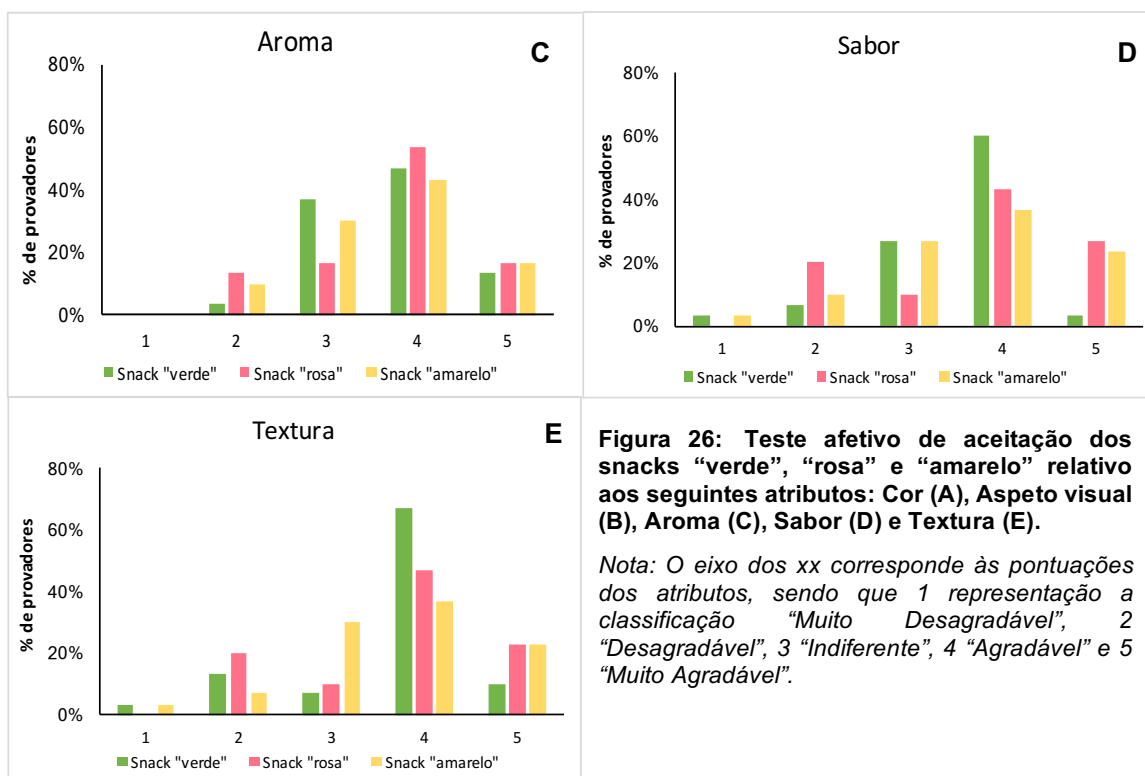
Os três snacks gelificados desenvolvidos à base de vegetais: “verde”, “rosa” e “amarelo”, correspondentes à categoria “PROTEC”, “SPORT” e “BALANCE”, respetivamente, inserindo-se na gama Bem-Estar, foram avaliados sensorialmente. A análise sensorial teve como objetivos perceber a aceitação geral dos snacks, bem como, qual o snack com maior preferência pelo painel de consumidores.

As provas de análise sensorial contaram com a presença de 30 participantes escolhidos aleatoriamente, de ambos os sexos e com idades compreendidas entre os 20 e os 58 anos. Antes de iniciarem a prova, os provadores, foram submetidos à pergunta: “Com que frequência consome vegetais?”, com o intuito de se perceber a frequência do consumo de vegetais por parte dos participantes. Mais de metade dos entrevistados (57%), comem vegetais diariamente, mas 33% dos entrevistados comem vegetais várias vezes por semana e 10% dos participantes, consomem apenas algumas vezes por semana.

Como referido em 3.3.7, a prova de análise sensorial foi uma prova afetiva de aceitação com vários atributos passíveis de serem classificados através de uma escala hedónica, relativamente aos atributos “Cor”, “Aroma”, “Aspetto visual”, “Sabor”, “Textura” e “Apreciação global” dos snacks e, segundo uma escala de intenção para o parâmetro “Intenção de compra”. Ambas as escalas tinham 5 pontos, sendo que para a escala hedónica o ponto 1 significava “Muito desagradável” e o ponto 5 “Muito agradável” e, para a escala de intenção o ponto 1 era a classificação “De certeza que não compraria” e o ponto 5 correspondia a “De certeza que compraria”. No fim da ficha de prova (Anexo I), foi solicitado que ordenassem os snacks, por ordem crescente de preferência (do menos apreciado para o mais apreciado).

Os resultados obtidos, relativos aos parâmetros da cor, aroma, aspeto visual e aroma, avaliados pelos 30 provadores na prova afetiva de aceitação, encontram-se representados na Figura 26.





De acordo com os resultados obtidos para o primeiro atributo, “Cor”, é possível verificar através do gráfico da Figura 26A, que mais de 60% dos provedores atribuíram a pontuação máxima (5 pontos) que representa a classificação “Muito Agradável” relativamente ao snack rosa. Para o parâmetro, “Aspeto Visual”, tem-se 50% dos provedores a classificaram também, o snack rosa como “Muito Agradável”. Existe assim uma clara preferência, pela cor e o aspeto visual do snack rosa, comparativamente ao snack verde e ao snack amarelo. Uma explicação poderá ser, devido ao facto de o snack rosa apresentar uma cor rosa intensa, vibrante e brilhante sem se notarem muito as sementes ao contrário dos outros dois snacks.

No geral, a Cor (Figura 26A) e o Aspeto visual (Figura 26B) foram bem cotados pelos consumidores ao atribuírem, na sua grande maioria, 4 e 5 pontos a estes atributos, correspondendo respetivamente às classificações “Agradável” e “Muito Agradável”. Ninguém registou para a cor e aspeto visual a pior classificação de “Muito Desagradável” e, apenas 3% das pessoas classificaram como “Desagradável” o parâmetro da Cor relativamente aos snacks rosa e amarelo, assim como 3% também registaram como “Desagradável” o Aspeto visual dos snacks rosa e verde.

Relativamente ao aroma (Figura 26C), as classificações dos três snacks distribuíram-se essencialmente pela cotação “Agradável” e “Indiferente”. De referir que, ainda que a pontuação “Agradável” tenha sido a mais votada para os três snacks com cerca de 50% das respostas, a pontuação “Indiferente” teve algum destaque, mais para o snack verde e amarelo, com cerca de 37% e 30% das respostas, visto que o sistema gelificante dos snacks, a mistura de 1% (m/m) κ -carregenato e goma de alfarroba aprisiona um pouco o aroma assim como o sabor. Já em relação ao sabor, houve muitos provedores a classificarem os snacks como “Indiferente” e “Desagradável”. No entanto, verificou-se que para os snacks verdes 60% dos provedores a classificarem o sabor como “Agradável”

e 43% e 27% a votarem “Agradável” também para os snacks rosa e amarelo, respetivamente. Salienta-se o snack rosa, com 70% dos provadores a registarem o sabor como “Agradável” e “Muito agradável” e o snack amarelo foi o menos preferido em termos de sabor.

Sobre o atributo da textura, constata-se através da Figura 26E, que 67% dos provadores classificou como “Agradável” o snack verde em relação a este atributo e a maioria dos provadores inclinou-se para as classificações “Muito Agradável” e “Agradável” para os snacks rosa e amarelo. É de destacar que, ainda assim, 20% dos inquiridos registou a pontuação “Desagradável” para o parâmetro da textura relativamente ao snack rosa.

Na Figura 27, estão demonstrados os resultados da análise dos provadores em relação aos atributos de “Apreciação Global” e “Intenção de Compra” dos snacks.

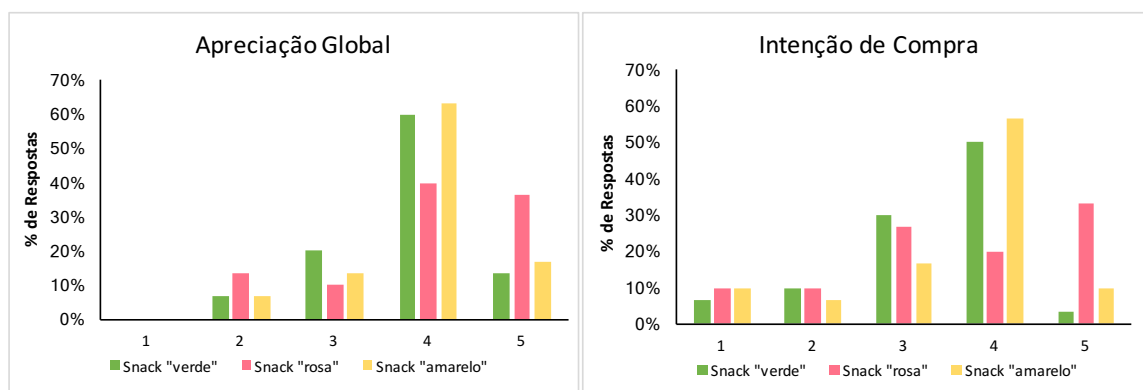


Figura 27: Teste afetivo de aceitação dos snacks “verde”, “rosa” e “amarelo” relativo aos seguintes atributos: Apreciação Global e Intenção de Compra.

Nota: Os eixos dos xx do gráfico referente ao atributo “Apreciação Global” representa as pontuações deste atributo, sendo que 1 representação a classificação “Muito Desagradável”, 2 “Desagradável”, 3 “Indiferente”, 4 “Agradável” e 5 “Muito Agradável”. Os eixos dos xx do gráfico referente ao atributo “Intenção de Compra” representa as pontuações deste atributo, sendo que 1 representação a classificação “De certeza que não compraria”, 2 “Provavelmente não compraria”, 3 “Não sei se compraria”, 4 “Provavelmente compraria” e 5 “De certeza que compraria”.

De acordo com a Figura 27A, pode-se verificar que mais de metade dos participantes avaliaram os snacks verde e amarelo, a nível global como “Agradável”, já o snack rosa apresenta uma classificação mais baixa na classificação “Agradável” (40% dos indivíduos deram 4 pontos) mas por outro lado apresenta uma maior percentagem de consumidores a avaliarem o snack rosa globalmente como “Muito agradável” (37% dos indivíduos deram 5 pontos).

Os resultados obtidos para o atributo Intenção de Compra (Figura 27B) são um pouco díspares. Verificou-se que ninguém avaliou globalmente os snacks como “Muito Desagradável”, no entanto, existe uma pequena minoria que considerou que “De certeza que não compraria” ou que “Provavelmente não compraria”. Isto pode dever-se ao facto de os snacks desenvolvidos serem um produto disruptivo que será novo no mercado e, por isso, os consumidores não estão habituados à sua presença. No geral, mais de 50% dos consumidores revelou que “Provavelmente compraria” os snacks verde e amarelo e a maioria (53% dos indivíduos) demonstraram que “Provavelmente comprariam” e “De certeza que comprariam” o snack rosa. Desta forma, destaca-se os resultados positivos a nível global dos snacks desenvolvidos.

4.6 Estudo da conservação dos snacks desenvolvidos

Após o desenvolvimento dos produtos finais, realizou-se um simples estudo da sua conservação, através de três parâmetros que são indicativos do estado de deterioração dos alimentos: a textura, a cor e o pH. Com base na avaliação destes fatores, é possível avaliar se ocorreram ou não reações de degradação dos produtos desenvolvidos, como a perda de firmeza, escurecimento ou possíveis reações microbiológicas e assim prevenir a sua ocorrência, a nível industrial.

Os snacks foram conservados numa caixa alimentar hermética, no frigorífico a uma temperatura de 5°C. Apenas se fez a quantificação dos parâmetros nos casos em que ainda não era visível a formação de bolores.

4.6.1 Textura

Pretende-se que os snacks mantenham uma textura adequada o máximo tempo possível, de modo a que o consumidor consiga experienciar a crocância das sementes e a frescura dos vegetais.

Para avaliar a textura dos snacks ao longo dos dias de conservação, recorreu-se ao teste de TPA descrito em 3.3.5.1. Os resultados obtidos, foram determinados em função da força máxima registada pelos snacks - firmeza (N) – e encontram-se representados na Figura 28.

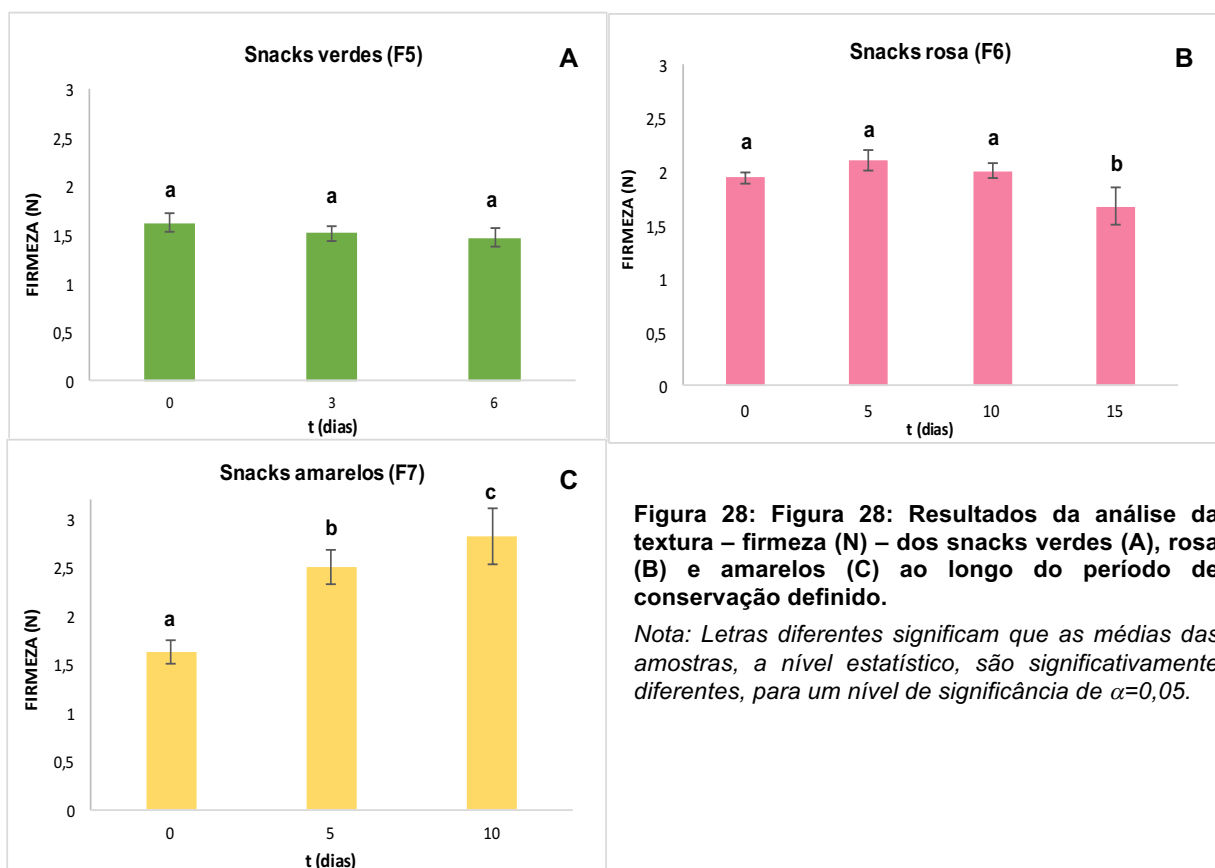


Figura 28: Resultados da análise da textura – firmeza (N) – dos snacks verdes (A), rosa (B) e amarelos (C) ao longo do período de conservação definido.

Nota: Letras diferentes significam que as médias das amostras, a nível estatístico, são significativamente diferentes, para um nível de significância de $\alpha=0,05$.

Fazendo uma análise aos valores de firmeza obtidos para os snacks desenvolvidos, verificou-se que, os três snacks desenvolvidos, apresentaram um comportamento distinto ao longo do tempo de estudo. Relativamente ao snack verde (Figura 28A), não se verificou qualquer alteração significativa dos

valores da firmeza ao longo do tempo do estudo e para o snack rosa (Figura 28B), apenas no décimo quinto dia se registou uma diminuição significativa da firmeza dos snacks ($p < 0,05$). No caso do snack amarelo, verificou-se um aumento significativo ($p < 0,05$) ao longo dos dez dias de conservação, sendo o snack com textura menos estável.

Todos os produtos foram acondicionados nas mesmas condições. No entanto, um aspeto que poderá explicar a menor estabilidade das propriedades de textura do snack de batata doce, será o facto da batata ser constituída por amido que, por sua vez, vai sofrer um fenómeno designado por retrogradação do amido, que vai contribuir para reforçar a matriz do gel ao longo do tempo.

4.6.2 Cor

Como referido anteriormente, o controlo deste parâmetro físico ao longo do tempo, é fundamental para garantir a qualidade de um produto alimentar em todo o seu ciclo de vida. Para que, no processamento dos snacks a nível industrial, não haja variações drásticas deste parâmetro, procedeu-se à medição das variações de cor dos snacks no período de conservação definido.

Através do sistema de medição CIELab, descrito em 2.6.3.2, realizou-se a medição das coordenadas L^* , a^* e b^* das amostras e efetuou o cálculo do ΔE^* . Este parâmetro indica a diferença quantitativa da cor entre duas amostras ao longo do período de conservação dos snacks.

No caso dos snacks rosa e amarelo, mediu-se a cor das amostras no primeiro dia (dia 0), no quinto, décimo e décimo quinta dia e calculou-se o ΔE^* entre o primeiro dia e os restantes (Tabela 29).

Tabela 29: Variações da cor (ΔE^*) dos snacks rosa e amarelo entre o primeiro dia de conservação e os restantes.

ΔE^* \ DIAS	0 – 5	0 – 10	0 - 15
Snack “rosa”	3,80	8,42	11,05
Snack “amarelo”	3,76	6,14	7,99

Relativamente ao snack verde, mediu-se a cor deste produto no primeiro dia (dia 0) no terceiro e no sexto dia e efetuou-se o cálculo da variação de cor (ΔE^*) entre o primeiro dia e os restantes, como se pode observar na Tabela 30.

Tabela 30: Variações da cor (ΔE^*) do snack verde entre o primeiro dia de conservação e os restantes.

ΔE^* \ DIAS	0 – 3	0 – 6
Snack “verde”	0,77	2,33

Através da análise da Tabela 29, verifica-se que ao quinto dia ambos os snacks rosa e amarelo já começam a sofrer algumas alterações da cor comparativamente ao primeiro dia ($\Delta E^* > 3$), mas só ao fim do décimo dia é que estes snacks apresentam variações de cor detetadas a olho nú ($\Delta E^* > 5$). Já seria de esperar a alteração de cor precoce destes snacks, pois estes produtos são compostos por uma base de vegetais, sendo que estão suscetíveis a fenómenos de degradação bioquímica, como

reações de oxidação, particularmente reações de escurecimento enzimático em que há formação de compostos indesejáveis de coloração escura.

Comparando os valores de ΔE^* dos snacks rosa e amarelo (Tabela 29), verifica-se que a partir do décimo dia os valores do ΔE^* do snack rosa são superiores aos do amarelo, podendo-se afirmar que as alterações de cor são mais significativas no snack rosa. Uma explicação poderá ser, o facto de a beterraba, o ingrediente principal do snack rosa, conter pigmentos naturais (betalaínas) que se degradam facilmente com o contacto com o oxigénio. Para que não ocorra este fenómeno de escurecimento precoce, é recomendável que se opte pelo uso de uma embalagem totalmente estanque, quando o produto quando for comercializado, de modo a não permitir o contacto do oxigénio com o alimento. Uma opção seria, por exemplo, o método de enchimento assético do preparado nos moldes. A embalagem também deve conferir uma certa protecção em relação à luz, muito embora, em termos de marketing seja importante usar alguma transparência de modo a permitir ao consumidor um contacto visual com o produto. Por outro lado, seria interessante adicionar ao produto um antioxidante como o ácido ascórbico, que evite tais reações de oxidação precoces.

Segundo os dados da Tabela 30, é possível analisar que ao fim do sexto dia de conservação o snack de espinafres e acelgas ainda seria aceite tendo em conta o seu aspeto visual, visto que não demonstra variações de cor detetadas a olho nú ($\Delta E^* < 3$). Com base neste indicador, conclui-se que no período considerado o snack verde foi o que apresentou maior estabilidade da cor, apesar de o estudo ter sido realizado em períodos diferentes.

4.6.3 pH

Os snacks desenvolvidos são um produto fresco que apresenta uma base de vegetais e uma matriz gelificante, pelo que, contêm naturalmente quantidades significativas de água. No entanto, na etapa de preparação dos vegetais efetua-se um processamento ligeiro de modo a prevenir reações de degradação microbiológicas.

De forma a verificar a ocorrência de reações por agentes microbianos, como fermentações, efetuaram-se medições de pH dos snacks ao longo dos dias de conservação, visto que o crescimento microbiano se poderá refletir em alterações do pH dos alimentos. Os resultados obtidos encontram-se nas Tabelas 31 e 32.

Tabela 31: Medições efetuadas do pH dos snacks (rosa e amarelo) ao longo do tempo de conservação.

pH \ DIAS	0	5	10	15
Snack "rosa"	4,89±0,01 ^a	4,94±0,00 ^a	4,89±0,02 ^b	4,93±0,02 ^b
Snack "amarelo"	5,11±0,03 ^a	5,32±0,09 ^b	5,23±0,03 ^c	5,32±0,04 ^{bc}

Nota: Letras diferentes significam que as médias das amostras, a nível estatístico, são significativamente diferentes, para um nível de significância de $\alpha=0,05$.

Através da análise da Tabela 31, pode constatar-se que no caso do snack rosa, a partir do décimo dia de conservação, verificaram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) nos valores de pH. Em relação ao

snack amarelo, é possível observar, que a partir do quinto dia de estudo, registaram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) dos valores de pH. No entanto, a partir do décimo quinto dia houve uma estabilização destes valores (Tabela 31).

Apesar de haver diferenças significativas, as variações dos valores de pH em ambos os snacks não foram muito acentuadas. Verificou-se um aumento de 1% do valor de pH entre o primeiro dia de conservação dos snacks rosa e o décimo quinto, e no caso do snack amarelo registou-se um aumento de 4% do valor de pH.

Na Tabela 32, encontram-se as medições de pH dos snacks verdes ao longo do período da sua conservação.

Tabela 32: Medições efetuadas do pH dos snacks verdes ao longo do tempo de conservação.

pH \ DIAS	0	3	6
Snack "verde"	6,41±0,02 ^a	6,66±0,02 ^b	6,56±0,05 ^c

Nota: Letras diferentes significam que as médias das amostras, a nível estatístico, são significativamente diferentes, para um nível de significância de $\alpha = 0,05$.

No caso dos snacks de espinafres e acelgas, registaram-se alterações significativas dos valores do pH ($p < 0,05$) ao longo dos seis dias de estudo. No entanto, essas variações foram pouco relevantes, em termos numéricos (2%). Desta forma pode concluir-se, que os três snacks se revelaram estáveis em relação aos valores de pH, pois não se registaram variações de grande amplitude entre o primeiro e o último dia de estudo.

Os vegetais apresentam geralmente um pH entre os 5 – 7, intervalo propício ao crescimento de algumas bactérias e leveduras (Belitz et al., 2009b). Pela leitura das Tabelas 31 e 32, verifica-se que os snacks apresentam um intervalo de pH entre os 4,5 – 6,5, sendo que se encontram no intervalo propício ao desenvolvimento de microrganismos. Deste modo, recomenda-se, futuramente, a realização de análises microbiológicas, segundo critérios de microbiológicos, de modo a verificar a presença ou ausência de microrganismos durante o período de vida útil e, conseqüentemente definir a aceitabilidade ou rejeição do produto.

A Figura 29 demonstra que houve a formação de alguns bolores à superfície dos snacks rosa a partir do décimo quinta dia de estudo.



Figura 29: Formação de esporos na superfície do snack rosa após o décimo quinto dia de estudo.

De modo a aumentar o período de vida útil e garantir o controlo microbiológico destes produtos, seria essencial que a realização de enchimento assético do preparado nos moldes. O enchimento assético iria promover também a estabilidade das características de textura, cor e sabor dos snacks.

5. CONCLUSÕES E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho consistiu no desenvolvimento de uma gama de snacks gelificados à base de vegetais, leguminosas e outros alimentos com características funcionais específicas com a finalidade de se alcançarem alegações nutricionais e de saúde nos produtos em questão. Este trabalho insere-se no projeto “*SnackFresh*” (POCI-01-0247-FEDER-024239) no âmbito do programa Portugal 2020, uma parceria entre o Instituto Superior de Agronomia e a SONAE MC, empresa promotora, enquadrada na gama Bem-Estar, onde já comercializa outros produtos. Neste sentido, desenvolveram-se três snacks – verde, rosa e amarelo, com o mesmo sistema gelificante, mas com uma base de vegetais diferente. O snack verde apresentou uma base de vegetais de espinafres e acelgas, o rosa de beterraba e feijão branco e o amarelo, de batata doce e grão.

O desenvolvimento dos snacks consistiu essencialmente em três etapas: a formulação e o processamento do preparado de vegetais, a definição do sistema gelificante mais adequado e respetivas condições de processamento e por fim, a junção das duas etapas anteriores. As formulações foram criteriosamente “desenhadas” com o auxílio de uma ferramenta desenvolvida pela empresa: o simulador nutricional, no qual se introduziu a composição nutricional de cada ingrediente a utilizar na formulação do snack e com base no cálculo de cada nutriente presente, simulou-se a composição nutricional final do snack, de modo a verificar o potencial de alcance das alegações.

Para a seleção dos sistemas gelificantes, testaram-se diferentes proporções de κ -carr/LBG (75/25 e 25/75 respetivamente) e gelano LA/HA (75/25, 50/50 e 25/75 respetivamente), com uma concentração total de 1% (m/m) para ambos os sistemas. Realizaram-se ensaios de análise de perfil de textura dos géis modelo e concluiu-se que, relativamente ao gelano, que os géis mais firmes foram os desenvolvidos com a proporção 100% LA, em contraste com o sistema 100% HA, que originou géis com menor firmeza, o que é explicado pelo carácter mais elástico do gelano HA e pelo carácter mais quebradiço do gelano LA. Relativamente à sinergia de κ -carr/LBG, conclui-se que a proporção 75/25, originou géis mais firmes do que a 25/75, que apresentou valores de firmeza ligeiramente mais baixos, devido ao carácter mais estruturante do κ -carregenato, que confere uma maior rigidez aos géis formados. Quanto ao seu comportamento reológico, conclui-se que os géis de gelano, 25/75 e 50/50 LA/HA, respetivamente, assim como os géis de κ -carr/LBG (75/25 e 25/75), demonstraram uma maturação rápida, com um grau de estruturação considerável. No caso do espectro mecânico dos géis de gelano, ambas as proporções apresentaram valores de G' e G'' muito semelhantes, dependendo pouco da frequência de oscilação. Quanto ao sistema κ -carr/LBG, o sistema 75/25 apresentou um maior grau de estruturação, devido ao elevado poder gelificante do carragenato.

Com a finalidade de se selecionar a textura final pretendida dos snacks em estudo, realizaram-se reuniões de validação do conceito do produto. Estas reuniões envolveram uma prova de análise sensorial dos protótipos realizados até então e verificou-se que os snacks mais promissores corresponderam aos que apresentavam o sistema gelificante - 75/25 (κ -carr/LBG). A partir deste ponto, este foi o sistema gelificante a utilizar como base do processamento dos snacks.

Relativamente ao processamento dos snacks, a proporção ideal de preparado de vegetais/sistema gelificante foi de 1:2 para o snack verde e de 1:1,5 para os snacks rosa e amarelo, visto que estes dois

últimos apresentaram um preparado com uma consistência mais homogênea, o que implicou o uso de uma menor concentração de sistema gelificante.

No que diz respeito ao parâmetro da cor, foi necessário monitorizar a cor da polpa da beterraba do snack rosa, pois registaram-se variações acentuadas da cor da polpa durante o seu processamento. Deste modo, adicionaram-se diferentes concentrações de AA a diferentes porções da polpa e avaliou-se instrumentalmente a cor da polpa ao longo do tempo, durante um período total de dez dias. Com este estudo, conclui-se que a concentração de 1,2% de AA a adicionar à polpa de beterraba, será a mais eficaz para evitar eventuais reações de escurecimento da mesma.

Em relação às alegações nutricionais e de saúde conferidas aos snacks em estudo, verificou-se que por 100g de produto final, alcançaram-se as alegações associadas ao magnésio, cobre e manganês para o snack verde, e para os snacks rosa e amarelo atingiram-se as alegações associadas ao cobre e ao manganês.

A análise sensorial, realizada aos três tipos de snacks, indicou que os snacks tiveram, no geral, uma boa aceitabilidade por parte do consumidor, sendo que mais de 50% dos provadores declararam que “provavelmente comprariam” os snacks verde e amarelo e cerca de 30% revelaram que “de certeza que comprariam” os snacks rosa.

Por fim, através dos ensaios de estabilidade dos snacks, conclui-se que a nível da textura, os snacks verde e rosa revelaram ser mais estáveis. O snack amarelo, de batata doce foi o que apresentou uma textura mais variável, alvo de alterações em termos comerciais. Relativamente à estabilidade da cor, conclui-se que o snack verde foi o que apresentou maior estabilidade a nível deste parâmetro. Em relação ao pH, os três snacks revelaram-se estáveis, ao longo dos dias de estudo.

Futuramente, será necessário desenvolver os dois tipos de snacks que faltam para completar a gama Bem-Estar definida comercialmente, de modo a cumprir as especificações do projeto. Será fundamental a empresa definir o modelo de consumo dos snacks, principalmente o tipo de embalagem e a porção de snacks que a mesma irá conter. Recomenda-se a realização de um enchimento assético dos snacks, em condições de esterilidade total a nível industrial, garantindo assim a segurança alimentar dos produtos e a manutenção das propriedades da cor e textura dos mesmos, durante um período mínimo de seis meses. Depois de se definir a embalagem, será necessário realizar um novo estudo de estabilidade e conservação dos produtos desenvolvidos, de modo a determinar o seu período de vida útil, nomeadamente após a abertura da embalagem. Serão ainda realizadas as determinações do teor lipídico e do teor de fibras dos produtos, de modo a ter-se a composição nutricional completa dos snacks, obrigatório em termos da legislação em vigor sobre a rotulagem de produtos alimentícios. A par destas análises, serão também efetuadas análises ao teor vitamínico dos snacks, de modo a averiguar a existência de quantidades significativas de vitaminas nos snacks que possam potencializar algumas alegações. A análise de custos aos produtos desenvolvidos e a estimativa do preço de mercado serão outros fatores a considerar.

Todas as etapas futuras, estão devidamente definidas no plano de atividades do projeto, bem como os diferentes marcos a atingir em cada fase.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6.1 Bibliografia

Almeida, D. (2006). *Manual de Culturas Hortícolas*. 3ª ed. Vol I. Editorial Presença. Barcarena, Portugal. 343p.

Alves, M. M. (2003). *Reologia em: A Química e a Reologia no Processamento dos Alimentos*. 1ª ed. Ed: Castro, A.G. Instituto Piaget. Lisboa. 39-61p.

AOAC (1990). *Official methods of Analysis of the AOAC. Volume 2*. 15ªed. Ed: Helrich, K. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, USA. 1298 p.

Banerjee, S e Bhattacharya, S (2012). *Food Gels: Gelling Process and New Applications*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 52(4):334-346p.

Barrett, D. M., Beaulieu, J. C. e Shewfelt, R. (2010). *Color, Flavor, Texture, and Nutritional Quality of Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Desirable Levels, Instrumental and Sensory Measurement, and the Effects of Processing*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 50(5):369-389p.

Belitz, H. D., Grosch, W. e Schieberle, P. (2009a). *Carbohydrates em: Food Chemistry*. 4ª ed. Springer. Berlim. 248-337p.

Belitz, H. D., Grosch, W. e Schieberle, P. (2009b). *Vegetables and Vegetable Products em: Food Chemistry*. 4ª ed. Springer. Berlim. 770-805p.

Benner, M., Geerts, R. F. R., Linnemann, A. R., Jongen, W. M. F., Folstar, P. e Cnossen, H. J. (2003). *A chain information model for structured knowledge management: towards effective and efficient food product improvement*. Trends in Food Science & Technology, 14(11): 469-477p.

Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M. e Nonogaki, H. (2013). *Structure and Composition em: Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy*. 3ª ed. Springer. Cap 1, 1-24p.

Blakemore, W. R. e Harpell, A. R. (2010). *Carragenan em; Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents*. 1ª ed. Ed: Imenson, A. Blackwell. UK. Cap 5, 73-94p.

Bourne, M. C. (2002a). *Texture, Viscosity and Food em: Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. 2ª ed. Elsevier Science & Technology Books. USA.1-32p.

Bourne, M. C. (2002b). *Principles of Objective Texture Measurement em: Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. 2ª ed. Elsevier Science & Technology Books. USA. 107-188p.

Bourne, M. C. (2002c). *Sensory Methods of Texture and Viscosity Measurement em: Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. 2ª ed. Elsevier Science & Technology Books. USA. 257-292p.

- Cardoso, S. A. (2003). *Corantes e Pigmentos em: A Química e a Reologia no Processamento dos Alimentos*. 1ª ed. Ed: Castro, A.G. Instituto Piaget. Lisboa. 241-262p.
- Castellar, M. R., Obón, J. M. e Fernández-López, J. A. (2006). *The isolation and properties of a concentrated red-purple betacyanin food colourant from Opuntia stricta fruits*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(1): 122-128p.
- Cejudo-Bastante, M. J., Hurtado, N., Delgado, A. e Heredia, F. J. (2016). *Impact of pH and temperature on the colour and betalain content of Colombian yellow pitaya peel (Selenicereus megalanthus)*. *Journal of Food Science and Technology*, 53(5): 2405-2413p.
- Chen, Y., Liao, M. L., Boger, D. V. e Dunstan, D. E. (2001). *Rheological characterisation of κ -carrageenan/locust bean gum mixtures*. *Carbohydrate Polymers*, 46(2): 117-124p.
- Costa, A. I. A., Dekker, M. e Jongen, W. M. F. (2004). *An overview of means-end theory: potential application in consumer-oriented food product design*. *Trends in Food Science & Technology*, 15(7-8): 403-415p.
- Costa, A. I. e Jongen, W. M. F. (2006). *New insights into consumer-led food product development*. *Trends in Food Science & Technology*, 17(8): 457-465p.
- Danalache, F., Beirão-da-Costa, S., Mata, P., Alves, V. D. e Moldao-Martins, M. (2015a). *Texture, microstructure and consumer preference of mango bars jellified with gellan gum*. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1): 584-591p.
- Danalache, F., Mata, P., Moldao-Martins, M. e Alves, V. D. (2015). *Novel mango bars using gellan gum as gelling agent: Rheological and microstructural studies*. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1): 576-583p.
- Doublier, J. e Cuvelier, G. (2006). *Gums and Hydrocolloids: Functional Aspects em: Carbohydrates in Food*. 2ª ed. Ed: Eliasson, A. N. Taylor & Francis Group. USA. 233-272p.
- Earle, M., Earle, R. e Anderson, A. (2001). *Keys to new product success and failure em: Food Product Development*. 1ª ed. CRC Press. USA. 3-41p.
- Eurostat (2016). *European Health Interview Survey*. 5p. Eurostat Press Office. Disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7700898/3-20102016-BP-EN.pdf/c26b037b-d5f3-4c05-89c1-00bf0b98d646>. Acesso em 20/06/2018.
- Fernandes, P. B., Gonçalves, M. P. e Doublier, J. L. (1991). *A rheological characterization of kappa-carrageenan/galactomannan mixed gels: a comparison of locust bean gum samples*. *Carbohydrate Polymers*, 16 (3): 297-320p.

Fuller, G. W. (2011). *What Is New Food Product Development?* em: *New Food Product Development: From Concept to Marketplace*. 3ª ed. CRC Press. Nova Iorque. Cap 1, 1-33p.

Gilsenan, M. B. (2011). *Nutrition & health claims in the European Union: a regulatory overview*. Trends in Food Science & Technology, 22(10): 536-542p.

Hendry, G. A. F. (1996). *Natural pigments in biology* em: *Natural Food Colorants*. 2ª ed. Ed: Hendry, G. A. F., Houghton, J. D. Blackie Academic & Professional. Glasgow. 1-39p.

Henry, B.S. (1996). *Natural food colours* em: *Natural Food Colorants*. 2ª ed. Ed: Hendry, G. A. F., Houghton, J. D. Blackie Academic & Professional. Glasgow. 40-79p.

Herbach, K. M., Stintzing, F. C. e Carle, R. (2006). *Betalain stability and degradation—structural and chromatic aspects*. Journal of food science, 71(4): R41-R50p.

Hess, J. M., Jonnalagadda, S. S. e Slavin, J. L. (2016). *What is a snack, why do we snack, and how can we choose better snacks? A review of the definitions of snacking, motivations to snack, contributions to dietary intake, and recommendations for improvement*. Advances in Nutrition, 7(3): 466-475p.

Hieke, S. e Grunert, K. G. (2018). *Consumers and health claims* em: *Foods, Nutrients and Food Ingredients with Authorised EU Health Claims*. 1ªed. Ed: Sadler, M.J. Woodhead Publishing. Vol 3. Cap 2, 19-32p.

Howlett, J. (2008). *FUNCTIONAL FOODS FROM SCIENCE TO HEALTH AND CLAIMS*. Ed: ILSI Europe. Bruxelas. 44p. Disponível em: http://ilsi.eu/wp-content/uploads/sites/3/2016/06/C2008Func_FoodEng.pdf. Acesso em: 10/08/2018.

Hutchings, J. B. (1999a). *Food Colour and Appearance in perspective* em: *Food Colour and Appearance*. 2ª ed. Springer. USA. Cap 1, 1-29p.

Hutchings, J. B. (1999b). *Sensory Evaluation of Appearance – Methodology* em: *Food Colour and Appearance*. 2ª ed. Springer. USA. Cap 5, 104-141p.

Imeson, A. P. (2009). *Carragenan and furcellaran* em: *Handbook of hydrocolloids*. 2ª ed. Ed: Phillips, G.O., e Williams, P. A. CRC Press. USA. Cap 7, 164-185p.

Imeson, A. (2010). *Agar* em: *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents*. 1ª ed. Ed: Imenson, A. Blackwell. UK. Cap 3, 31- 49p.

Innova Market Insights (2017). *“Top Ten Trends for 2018 by Innova Market Insights Fi Europe 2017”*. 19p. Disponível em: https://cuisinedocbox.com/Coffee_and_Tea/70245200-Top-ten-trends-for-2018-by-innova-market-insights-fi-europe-2017.html. Acesso em: 10/07/2018.

Israr, T., Rakha, A., Sohail, M., Rashid, S., e Shehzad, A. (2016). *Salt reduction in baked products: Strategies and constraints*. Trends in Food Science & Technology, 51, 98-105p.

ISO 10399 (1991) – Sensory analysis – Methodology – Duo-trio test. 6 p.

ISO 4120 (2004) – Sensory analysis – Methodology – Triangle test. 15p.

ISO 5495 (2005) – Sensory analysis – Methodology – Paired comparison test. 21 p.

ISO 8586 (2012) – Sensory analysis – General guidelines for the selection, training and monitoring of select assessor and expert sensory assessor. 28p.

ISO 11136 (2014) – Sensory analysis – Methodology – General guidance for conducting hedonic tests with consumers in a controlled area. 44p.

Kotler, P. T. e Armstrong, G. (2011). *Marketing: Creating and Capturing Customer Value em: Principles of Marketing*. 14ª ed. Pearson. USA. Cap 1, 4-35p.

Lawless, H. T. e Heyman, H. (2010a). *Introduction em: Sensory Evaluation of Food – Principles and Practices*. 2ª ed. Springer. USA. Cap 1, 1-18p.

Lawless, H. T. e Heyman, H. (2010b). *Discrimination Testing em: Sensory Evaluation of Food – Principles and Practices*. 2ª ed. Springer. USA. Cap 4, 79-100p.

Lawless, H. T. e Heyman, H. (2010c). *Descriptive Analysis em: Sensory Evaluation of Food – Principles and Practices*. 2ª ed. Springer. USA. Cap 10, 227-258p.

Lawless, H. T. e Heyman, H. (2010d). *Acceptance Testing em: Sensory Evaluation of Food – Principles and Practices*. 2ª ed. Springer. USA. Cap 14, 325-348p.

Liu, R. H. (2004). *Potential Synergy of Phytochemicals in Cancer Prevention: Mechanism of Action*. The Journal of Nutrition, 134(12): 3479S-3485Sp.

Liu, R. H. (2013). *Dietary Bioactive Compounds and Their Health Implications*. Journal of Food Science, 78(1): A18-A25p.

Lusas, E. W. (2001). *The Snack Foods Setting: Overview em: Snack Foods Processing*. 1ª ed. Ed: Lusas, E. W. e Rooney, L. W. CRC Press. USA. Cap 1, 3-28p.

Mao, R., Tang, J., e Swanson, B. G. (2000). *Texture properties of high and low acyl mixed gellan gels*. Carbohydrate polymers, 41(4): 331-338p.

Marineli, R. S, Moraes, É. A., Lenquiste, S. A., Godoy, A. T., Eberlin, M. N., e Maróstica Jr, M. R. (2014). *Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (Salvia hispanica L.)*. LWT-Food Science and Technology, 59(2): 1304-1310p.

- Marinis, M. M. (2016). *INTERNATIONAL YEAR OF PULSES*. World Farmers' Organization. Disponível em: https://ypard.net/sites/default/files/legacy_files/January%202016%20F%40RMletter-%20International%20Year%20of%20Pulses.pdf. Acesso em: 10/08/2018.
- Martínez, M. C., Corzo, N., Villamiel, M. e Castillo, M.D. (2012). *Browning reactions* em: *Food Biochemistry and Food Processing*. 2ª ed. Ed: B. K. Simpson. Wiley-Blackwell. UK. 56-83p.
- Matsukawa, S. e Watanabe, T. (2007). *Gelation mechanism and network structure of mixed solution of low-and high-acyl gellan studied by dynamic viscoelasticity, CD and NMR measurements*. *Food Hydrocolloids*, 21(8): 1355-1361p.
- Mezger, T. G. (2014a). *Elastic behavior and shear modulus* em: *The Rheology Handbook: For users of rotational and oscillatory rheometers*. 4ª ed. European Coatings Library. Hannover, Alemanha. Cap 4, 89-93p.
- Mezger, T. G. (2014b). *Flow behavior and viscosity* em: *The Rheology Handbook: For users of rotational and oscillatory rheometers*. 4ª ed. European Coatings Library. Hannover, Alemanha. Cap 2, 21-31p.
- Mezger, T. G. (2014c). *Oscillatory tests* em: *The Rheology Handbook: For users of rotational and oscillatory rheometers*. 4ª ed. European Coatings Library. Hannover, Alemanha. Cap 8, 135-212p.
- Milani, J. e Maleki, G. (2012). *Hydrocolloids in Food Industry* em: *Food Industrial Processes - Methods and Equipment*. 1ª ed. Ed: Valdez, B. InTech. Croácia. 17–38p.
- Mintel (2017). *GLOBAL FOOD & DRINK TRENDS 2018*. 38p. Disponível em: https://gastronomiaycia.republica.com/wp-content/uploads/2017/10/informe_mintel_tendencias_2018.pdf. Acesso em: 20/07/2018
- Morris, E. R. (1990). *Mixed Polymer Gels* em: *Food Gels*. 1ª ed. Ed: Harris, P. Elsevier Science Publishers. UK. Cap 8, 291-359p.
- Morris, E. R., Nishinari, K. e Rinaudo, M. (2012). *Gelation of gellan—a review*. *Food Hydrocolloids*, 28(2): 373-411p.
- Myhrvold, N., Young, C. e Bilet., M. (2011a). *Thickeners* em: *Modernist Cuisine: Ingredients and Preparations*. Vol.4 1ªed. Ed. The Cooking Lab. Cap 13, 2– 63p.
- Myhrvold, N., Young, C. e Bilet., M. (2011b). *Gels* em: *Ingredients and Preparations*. Vol.4 1ªed. Ed. The Cooking Lab. Cap 14, 64-195p.
- Nielson (2014). *SNACK ATTACK: WHAT CONSUMERS ARE REACHING FOR AROUND THE WORLD*. 19p. Disponível em: <http://www.nielson.com/content/dam/nielsenglobal/kr/docs/global->

report/2014/Nielsen%20Global%20Snacking%20Report%20September%202014.pdf. Acesso em 20/08/2018.

Nielson (2015). *WE ARE WHAT WE EAT: HEALTHY EATING TRENDS AROUND THE WORLD*. 25p. Disponível em: <https://www.nielsen.com/content/dam/nielsen-global/eu/nielseninsights/pdfs/Nielsen%20Global%20Health%20and%20Wellness%20Report%20-%20January%202015.pdf>. Acesso em: 09/06/2018

Nishinari, K., Zhang, H. e Ikeda, S. (2000). *Hydrocolloid gels of polysaccharides and proteins*. Current opinion in colloid & interface science, 5(3-4): 195-201p.

NP 4457 (2017). Gestão da Investigação, Desenvolvimento e Inovação (IDI): Requisitos do sistema de gestão da IDI. Caparica: IPQ, 15p.

Nunes, M. C., Batista, P., Raymundo, A., Alves, M. M. e Sousa, I. (2003). *Vegetable proteins and milk puddings*. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 31(1-4): 21-29p.

Nunes, M. C., Raymundo, A. e Sousa, I. (2006). *Rheological behaviour and microstructure of pea protein/k-carrageenan/starch gels with different setting conditions*. Food Hydrocolloids, 20(1): 106-113p.

OECD (2016). *Health at a Glance: Europe 2016 – State of Health in the EU Cycle*, Paris. 193p. Disponível em: https://read.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-europe-2016_9789264265592-en#page1. Acesso em 20/06/2018.

Orrego, C. E., Salgado, N. e Botero, C. A. (2014). *Developments and Trends in Fruit Bar Production and Characterization*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 54(1): 84-97p.

O'Sullivan, M. G. (2017a). *Packaging Technologies for Maintaining Sensory Quality em: A Handbook for Sensory and Consumer-Driven New Product Development: Innovative Technologies for the Food and Beverage Industry*. Woodhead Publishing. UK. Cap 7, 125-142p.

O'Sullivan, M. G. (2017b). *Instrumental Assessment of the Sensory Quality of Food and Beverage Products em: A Handbook for Sensory and Consumer-Driven New Product Development: Innovative Technologies for the Food and Beverage Industry*. Woodhead Publishing. UK. Cap 8, 151-175p.

Pathak, N., Rai, A. K., Kumari, R. e Bhat, K. V. (2014). *Value addition in sesame: A perspective on bioactive components for enhancing utility and profitability*. Pharmacognosy reviews, 8(16): 147-155p.

Pathare, P. B., Opara, U. L. e Al-Said, F. A. J. (2012). *Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review*. Food and Bioprocess Technology, 6(1): 36-60p.

Phillips, G. O. e Williams, P. A. (2009). *Introduction to food hydrocolloids em: Handbook of hydrocolloids*. 2ª ed. Ed: Phillips, G. O., e Williams, P. A. CRC Press. USA. Cap 1, 1-22p.

Radovich, T. J. K. (2011). *Biology and Classification of Vegetables* em: *Handbook of Vegetables and Vegetable Processing*. 1ª ed. Ed: Sinha, N. K., Hui, Y. H., Evranuz, E. O., Siddiq, M. e Ahmed, J. Willey-Blackwell. USA. Parte I, Cap 1, 3-23p.

Ramos, S., Fradinho, P., Mata, P. e Raymundo., A. (2016). *Assessing gelling properties of chia (Salvia hispanica L.) flour through rheological characterization*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(6): 1753-1760p.

Raymundo, A., Batista, A. P. e Sousa, I. (2018). *Rheology Applied to Food Product Design* em: *Advances in Rheology Research*. Ed: Pérez, M. D. T. Nova Science Publishers. New York, USA. Cap 4, 63-119p.

Regulamento (UE) n.º 1924/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho de 20 de Dezembro de 2006 relativo às alegações nutricionais e de saúde sobre os alimentos.

Regulamento (UE) n.º 1129/2011 da Comissão de 11 Novembro que altera o anexo II do Regulamento (CE) n.º 1333/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho mediante o estabelecimento de uma lista da União de aditivos alimentares.

Regulamento (UE) n.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de Outubro de 2011 relativo à prestação de informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios, que altera os Regulamentos (CE) n.º 1924/2006 e (CE) n.º 1925/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho e revoga as Diretivas 87/250/CEE da Comissão, 90/496/CEE do Conselho, 1999/10/CE da Comissão, 2000/13/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, 2002/67/CE e 2008/5/CE da Comissão e o Regulamento (CE) n.º 608/2004 da Comissão.

Regulamento (UE) n.º 432/2012 do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Maio de 2012, que estabelece uma lista de alegações de saúde permitidas relativas a alimentos que não referem a redução de um risco de doença ou o desenvolvimento e a saúde das crianças.

Regulamento (UE) 2015/2283 do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de novembro de 2015 relativo a novos alimentos, que altera o Regulamento (UE) n.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho e que revoga o Regulamento (CE) n.º 258/97 do Parlamento Europeu e do Conselho e o Regulamento (CE) n.º 1852/2001 da Comissão.

Regulamento de Execução (UE) 2017/672 da Comissão de 7 de Abril de 2017 que autoriza uma alegação de saúde relativa a alimentos que não refere a redução de um risco de doença ou o desenvolvimento e a saúde das crianças, e que altera o Regulamento (UE) n.º 432/2012.

Román, S., Sanchez-Siles, L. M. e Siegrist, M. (2017). *The importance of food naturalness for consumers: Results of a systematic review*. *Trends in food science & technology*, 67, 44-57p.

- Rosenthal, A. J. (1999). *Relation between Instrumental and Sensory Measures of Food Texture* em: *Food Texture: Measurement and Perception*. 1ª ed. Ed: Rosenthal, A. J. Aspen Publishers. USA. 1-17p.
- Rubatzky, V. E., e Yamaguchi, M. (1999). *World Vegetables. Principles, Production and Nutrition Values*. 2ª ed. Aspen. USA. 831p.
- Saha, D. e Bhattacharya, S. (2010). *Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review*. *Journal of Food Science and Technology*, 47(6): 587-597p.
- Sahin, S. e Sumnu, S. G. (2006a). *Rheological Properties of Foods* em: *Physical Properties of Foods*. 1ªed. Springer. USA. 39-106p.
- Sahin, S. e Sumnu, S. G. (2006b). *Electromagnetic Properties* em: *Physical Properties of Foods*. 1ªed. Springer. USA. 157-189p.
- Silva, L. M., Capitão, C. M., Veiga, I. A., e Noéme, C. (2009). *INOVAÇÃO* em: *Inovação e Criação de Novos Negócios*. 1ª ed. Associação dos Jovens Agricultores de Portugal. Lisboa. 4-54p.
- Silva, P. M - Deloitte (2017). *Have you met the new consumer?* 30p. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/pt/pt/pages/consumer-industrial-products/articles/consumo-2017.html>. Acesso em 10/07/2018.
- Stanley, N. F. (1990). *Carragenans* em: *Food Gels*. Ed: Harris, P. Elsevier Applied Science. Londres, UK. Cap 3, 79-119p.
- Sousa, I. (2001). *A Reologia dos Produtos Alimentares* em: *Reologia e as suas Aplicações Industriais*. Ed: Castro, G. A., Covas, A. J., Diogo, C. A. Instituto Piaget. Lisboa. 131-158p.
- Stone, H e Sidel, J. L. (2004a). *Discrimination Testing* em: *Sensory Evaluation Practices*. 3ª ed. Elsevier Academic Press. USA. Cap 5, 145-200p.
- Stone, H e Sidel, J. L. (2004b). *Descriptive Analysis* em: *Sensory Evaluation Practices*. 3ª ed. Elsevier Academic Press. USA. Cap 6, 201-246p.
- Stone, H e Sidel, J.L. (2004c). *Affective Testing* em: *Sensory Evaluation Practices*. 3ª ed. Elsevier Academic Press. USA. Cap 7, 247-278p.
- Sworn, G. e France, D. (2009). *Gellan gum* em: *Handbook of hydrocolloids*. 2ª ed. Ed: Phillips, G. O., e Williams, P. A. CRC Press. USA. Cap 9, 204-226p.
- Szczesniak, A. S. (2002). *Texture is a sensory property*. *Food Quality and Preference*, 13 (4): 215-225p.
- Tabilo-Munizaga, G. e Barbosa-Cánovas, G. V. (2005). *Rheology for the food industry*. *Journal of food engineering*, 67(1-2): 147-156p.

Tako, M. e Nakamura, S. (1986). *Synergistic Interaction between Kappa-Carrageenan and Locust-bean Gum in Aqueous Media*. Agricultural and Biological Chemistry. 50 (11): 2817-2822p.

Tecante, A. e Santiago, M. (2012). *Solution properties of κ -carrageenan and its interaction with other polysaccharides in aqueous media* em: Rheology. Ed: De Vicente, J. InTech. Croácia. Cap 10, 242-264p.

Technomic (2018). *Snacks increasingly replacing meals for consumers*. Disponível em: <https://www.technomic.com/newsroom/snacks-increasingly-replacing-meals-consumers>. Acesso em: 20/08/2018.

Thrimawithana, T. R., Young, S., Dunstan, D. E. e Alany, R. G. (2010). *Texture and rheological characterization of kappa and iota carrageenan in the presence of counter ions*. Carbohydrate Polymers, 82(1): 69-77p.

Torres, M. D., Fradinho, P., Raymundo, A. e Sousa, I. (2013). *Thermorheological and textural behaviour of gluten-free gels obtained from chestnut and rice flours*. Food and bioprocess technology, 7(4): 1171-1182p.

Torres, M. D., Raymundo, A. e Sousa, I. (2014). *Influence of Na⁺, K⁺ and Ca²⁺ on mechanical and structural properties of gels from chestnut and rice flours*. Carbohydrate polymers, 102, 30-37p.

Tosh, S. M. e Miller, S. S. (2016). *Oats* em: *Encyclopedia of Food and Health*. 1ª ed. Ed: Caballero, B., Finglas, P., e Toldra, F. Elsevier.UK. 119-125p.

USDA (2018). USDA Food Composition Databases. Disponível em: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>. Acesso em: 20/08/2018.

Valli, R. e Clark, R. (2010). *Gellan Gum* em: *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents*. 1ª ed. Ed: Imenson, A. Blackwell. UK. Cap 8, 145- 165p.

Verhagen, H., Vos, E., Francl, S., Heinonen, M. e van Loveren, H. (2010). *Status of nutrition and health claims in Europe*. Archives of Biochemistry and Biophysics, 501(1): 6-15p.

Verhagen, H. e van Loveren, H. (2016). *Status of nutrition and health claims in Europe by mid 2015*. Trends in Food Science & Technology, 56, 39-45p.

Walstra, P. (1996). *Dispersed Systems: Basic Considerations* em: *Food Chemistry*. 3ª ed. Ed: Fennema, O.R. USA. Cap 3, 95-151p.

WHO - World Health Organization (2002). *The World Health Report 2002: Reducing Risks, Promoting Healthy Life*. Genève, Suíça. Cap 4, 49-97p. Disponível em: http://www.who.int/whr/2002/en/whr02_en.pdf?ua=1. Acesso em 20/06/2018.

Wielinga, W. (2010). *Seed Gums em: Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents*. 1^a ed. Ed: Imenson, A. Blackwell. UK. Cap 15, 275- 292p.

ANEXOS

ANEXO I: Ficha de prova de análise sensorial – validação do conceito

SNACKS GELIFICADOS – VALIDAÇÃO DO CONCEITO

Esta prova é focada na **TEXTURA**. Pretende-se validar qual a textura adequada para o desenvolvimento do snack gelificado.

A prova inicia-se pela apreciação visual - **ASPETO**, dado o impacto que esta tem na apreciação subsequente.

A apreciação visual do consumidor é o primeiro impacto e pode logo determinar a intenção de compra, daí a sua importância.

A prova envolve também uma apreciação do **AROMA** e **SABOR**, muito embora esses aspetos ainda sejam alvo de otimização em etapas futuras.

Os seus comentários são fundamentais, dê-nos detalhes da sua apreciação, o que gosta o que não gosta, etc.

Tenha em atenção que no final terá de ordenar as amostras por ordem decrescente de preferência.

SNACKS GELIFICADOS – VALIDAÇÃO DO CONCEITO

Ficha de Prova

NOME: _____

DATA: __/__/__

Ref. Amostra: _____

APRECIÇÃO VISUAL

Intensidade da cor

|-----|
Pouco Muito

Impacto da cor

|-----|
Negativo Positivo

Comentários:

TEXTURA

Aprecie a forma do gel:

|-----|
Deformado Contornos bem definidos

Verifique se tem libertação de fase líquida (sinérese)

Não Sim Pouco abundante Muito abundante

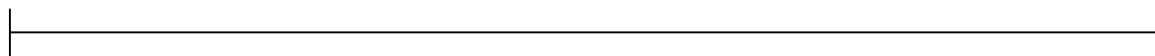
Com o indicador sinta a dureza do gel

|-----|

Pouco duro (mole)

Muito duro

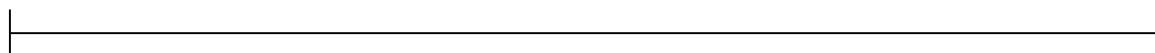
Corte o gel com a colher e veja se é quebradiço ou emborrachado



Quebradiço

Emborrachado

Ponha o gel (ou parte) na boca e sinta a sua textura



Muito agradável

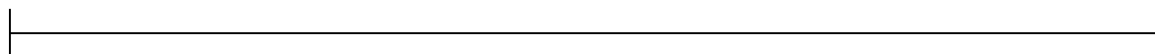
Muito desagradável

Comente incluindo informação sobre presença de sementes e outros elementos de texturização:



AROMA e SABOR

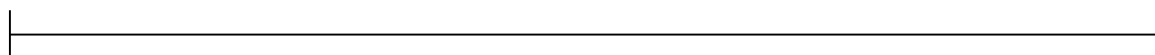
Aroma global



Pouco agradável

Muito agradável

Sabor



Pouco agradável

Muito agradável

Comentários:

OBRIGADA!

SNACKS GELIFICADOS – VALIDAÇÃO DO CONCEITO

NOME: _____

DATA: __/__/__

Relativamente às 5 amostras de snack rosa (beterraba) que analisou, ordene as mesmas por ordem crescente de preferência

Gostou menos

Gostou mais

Relativamente às 2 amostras de snack verdes que analisou, ordene as mesmas por ordem crescente de preferência

Gostou menos

Gostou mais

Qual das propostas, rosa ou verde, foi mais do seu agrado para ser desenvolvida na gama PROTEC?

ANEXO II: Ficha de prova de análise sensorial - consumidores em geral



Análise sensorial a snacks gelificados à base de vegetais

Nome:

Data: __/__/__

Idade:

Observações:

A seguinte prova de análise sensorial insere-se no âmbito da realização de uma tese de mestrado em Engenharia Alimentar, que é confidencial. Agradeço desde já que não haja partilha de informação para o exterior.

Caso seja **ALÉRGICO** a algum alimento, deverá informar desde logo o responsável pela prova de análise sensorial.

Introdução à ficha de análise sensorial:

- Irá receber **três** amostras de snacks de vegetais. Codifique as amostras e, de seguida, classifique de forma mais adequada cada atributo do snack;
- No fim ordene, por ordem de preferência, os snacks avaliados.

Muito obrigada pela colaboração!

Análise sensorial a snacks de vegetais e sementes

Código da amostra:

Assinale com um X a classificação que acha mais adequada para cada atributo.

<u>COR</u>	<u>AROMA</u>	<u>ASPETO</u>	<u>SABOR</u>
<input type="checkbox"/> Muito agradável	<input type="checkbox"/> Muito agradável	<input type="checkbox"/> Muito agradável	<input type="checkbox"/> Muito agradável
<input type="checkbox"/> Agradável	<input type="checkbox"/> Agradável	<input type="checkbox"/> Agradável	<input type="checkbox"/> Agradável
<input type="checkbox"/> Indiferente	<input type="checkbox"/> Indiferente	<input type="checkbox"/> Indiferente	<input type="checkbox"/> Indiferente
<input type="checkbox"/> Desagradável	<input type="checkbox"/> Desagradável	<input type="checkbox"/> Desagradável	<input type="checkbox"/> Desagradável
<input type="checkbox"/> Muito desagradável	<input type="checkbox"/> Muito desagradável	<input type="checkbox"/> Muito desagradável	<input type="checkbox"/> Muito desagradável

<u>TEXTURA</u>	<u>APRECIÇÃO GLOBAL</u>	<u>INTENÇÃO DE COMPRA</u>
<input type="checkbox"/> Muito agradável	<input type="checkbox"/> Muito agradável	<input type="checkbox"/> Compraria de certeza
<input type="checkbox"/> Agradável	<input type="checkbox"/> Agradável	<input type="checkbox"/> Provavelmente compraria
<input type="checkbox"/> Indiferente	<input type="checkbox"/> Indiferente	<input type="checkbox"/> Não sei se compraria
<input type="checkbox"/> Desagradável	<input type="checkbox"/> Desagradável	<input type="checkbox"/> Provavelmente não compraria
<input type="checkbox"/> Muito desagradável	<input type="checkbox"/> Muito desagradável	<input type="checkbox"/> Não compraria de certeza

Qual foi o snack que mais apreciou? (Preencha o código da amostra)

_____ - apreciado + apreciado

Observações: _____
