

# **Desenvolvimento de um produto gelificado à base de polpa do pseudofruto de caju**

**Marta Morão Flora**

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Alimentar – Qualidade e Segurança Alimentar**

Orientadores: Professora Doutora Margarida Gomes Moldão Martins  
Professor Doutor Vítor Manuel Delgado Alves

## **Júri:**

Presidente: Doutora Maria Luísa Louro Martins, Professora Auxiliar do(a) Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutora Margarida Gomes Moldão Martins, Professora Auxiliar com Agregação do(a) Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;

Doutora Maria Paulina Estorninho Neves da Mata, Professora Auxiliar do(a) Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

# AGRADECIMENTOS

Para a execução desta dissertação, pude contar com a ajuda, apoio, colaboração e conhecimento de várias pessoas, a quem não quero deixar de agradecer.

Em primeiro lugar quero agradecer à minha orientadora, Professora Doutora Margarida Moldão Martins, que sempre se mostrou disponível para me orientar e motivar, e também por todo o apoio e compreensão constantes.

Quero também agradecer ao meu coorientador, Professor Doutor Vítor Alves, pela contribuição e transmissão de conhecimentos, na maioria práticos, e por toda a ajuda e disponibilidade prestadas ao longo do desenvolvimento deste projeto, para que este fosse bem-sucedido.

Um obrigado também à Giovana Prado, pelo companheirismo, entreaajuda, partilha de conhecimentos e contribuição neste projeto, sem os quais não seria possível a sua realização.

Ao meu namorado, um grande obrigado, pelo carinho, paciência, ajuda e incentivo sempre presentes. Obrigada também pelo apoio e amizade incondicionais que sempre demonstrou, quer nos momentos bons como nos menos bons, ajudando-me a ultrapassar esta e outras etapas.

Aos meus pais e avós, por todo o amor, apoio e incentivo ao longo da minha vida e por todos os sacrifícios que fizeram que me permitiram atingir mais um objetivo e poder concluir esta etapa.

A todos os meus colegas e amigos, pois também eles me incentivarem a continuar e a lutar pelas minhas conquistas e por toda a amizade, alegrias, carinho e força demonstrados ao longo não só desta fase, mas durante a minha vida.

A todos aqueles que, diretamente e indiretamente, contribuíram para a realização deste projeto e finalização desta etapa importante na minha vida.

A todos, muito obrigada!

# RESUMO

O caju (*Anacardium occidentale* L.) é constituído pela castanha e o seu pseudofruto, que é frequentemente desaproveitado. No entanto, o consumo de frutas e vegetais, tem sido apontado como um mecanismo de redução do risco de diversas doenças e na promoção de saúde e bem-estar, visto que este tipo de alimentos são baixos em calorias, ricos em nutrientes e fibra. O pseudofruto de caju apresenta elevadas concentrações de diversas vitaminas, cálcio, fósforo e outros nutrientes. Para promover o seu consumo, é necessário oferecer mais variedade e conveniência. Hoje em dia, o tempo e a comodidade são fatores determinantes para qualquer consumidor, logo, por forma a suprir estas necessidades e reduzir o desperdício desta matéria prima, o presente estudo teve como objetivo o desenvolvimento de um novo produto texturizado em forma de barra à base de polpa de pseudofruto de caju e goma gelano, com concentração total de 1% (m/m), tendo sido testadas várias proporções de gelano LA e HA. As formulações selecionadas foram testadas sob o ponto de vista reológico, de textura, microbiológico, sensorial e de cor, de modo a obter um produto com características desejáveis, estável microbiologicamente e aceite pelo consumidor.

Através das análises reológicas, foi possível verificar que todas as amostras mostraram ter estruturas estáveis com maturações rápidas dos géis e também demonstraram comportamentos maioritariamente elásticos. O produto final mostrou-se em conformidade microbiologicamente durante 13 dias, após o tratamento térmico.

A análise sensorial efetuada a 80 consumidores revelou que ainda existem muitas pessoas que não consomem fruta regularmente. A formulação da barra de caju mais aceite foi PC-LA/HA 75/25, onde foi dada mais importância aos atributos de cor e aparência das barras, contudo os provadores não gostaram do aroma. De forma geral, o painel de provadores desgostou ligeiramente do produto e uma explicação plausível é que estes não estão familiarizados com o fruto.

## Palavras-Chave

Pseudofruto de caju; goma gelano; barras convenientes de caju; análise sensorial; reologia.

# ABSTRACT

Cashew (*Anacardium occidentale* L.) is constituted by the nut and its cashew apple which is not often used. However, the consumption of fruits and vegetables, has been appointed as a risk reduction mechanism of several diseases promoting health and well-being, because such foods are low in calories, rich in nutrients and contain fiber. The cashew apple has high concentrations of several vitamins, calcium, phosphorus and other important nutrients. To promote its consumption, it is necessary to offer more variety and convenience. Nowadays, time and convenience are key factors to any consumer so, to suppress these needs and reduce the waste of this raw material, this dissertation aimed to develop a novel textured product – cashew apple bars, based on cashew apple pulp and gellan gum with a total concentration of 1% (w/w). The concentrations of LA and HA gellan were tested by rheological analysis, texture, microbiological, sensorial and color, to obtain a product with desirable characteristics, microbiologically stable and accepted by the consumer.

Through rheological analysis of the product, we found that all the samples had stable structures with fast maturation of gels and all of them showed mostly elastic behavior. The final product was found to be in conformity for 13 days, after the heat treatment.

Sensory analysis was performed in 80 consumers and showed that there are still many people who doesn't eat fruit regularly. The preferred cashew bar formulation was PC-LA/HA 75/25, giving more importance to color and appearance attributes of the bars, although they didn't like the smell. Overall, the tasters disliked the product and an explanation could be that they are not familiar with the fruit.

## Keywords

Cashew apple; gelan gum; convenient cashew bars; sensory analysis; rheology.

# ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO .....	II
ABSTRACT .....	III
ÍNDICE DE TABELAS .....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
ABREVIATURAS .....	IX
<b>1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....</b>	<b>1</b>
<b>2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
2.1 CAJU .....	3
2.1.1 <i>Aspetos morfológicos</i> .....	3
2.1.2 <i>Aspetos económicos</i> .....	5
2.1.3 <i>Utilização</i> .....	6
2.1.4 <i>Composição físico-química</i> .....	7
2.2 GELANO.....	8
2.3 PRODUTOS TEXTURIZADOS .....	12
2.4 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO .....	13
2.4.1 <i>Considerações gerais</i> .....	13
2.4.2 <i>Parâmetros relevantes no desenvolvimento de produtos texturizados</i> .....	16
2.4.2.1 Parâmetros Físicos.....	16
2.4.2.2 Parâmetros Sensoriais .....	21
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
3.1 MATERIAIS .....	24
3.2 MÉTODOS .....	25
3.2.1 <i>Preparação da polpa do pseudofruto de caju</i> .....	25
3.2.2 <i>Preparação das barras de polpa do pseudofruto de caju</i> .....	25
3.2.3 <i>Métodos Analíticos</i> .....	27
3.2.3.1 Teor de Humidade.....	27
3.2.3.2 Teor de Cinza .....	27
3.2.3.3 Teor de Minerais .....	27
3.2.3.4 pH e Sólidos Solúveis Totais .....	27
3.2.3.5 Reologia.....	28
3.2.3.6 Cor .....	29

3.2.3.7	Textura .....	29
3.2.3.8	Análise Microbiológica .....	30
3.2.3.9	Análise Sensorial.....	30
3.2.3.10	Análise Estatística .....	32
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>33</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA POLPA DO PSEUDOFRUTO DE CAJU .....	33
4.1.1	<i>Caracterização química</i> .....	33
4.1.2	<i>Caracterização reológica</i> .....	34
4.2	CARACTERIZAÇÃO DAS BARRAS DE POLPA DO PSEUDOFRUTO DE CAJU .....	38
4.2.1	<i>Caracterização física</i> .....	38
4.2.1.1	Cor .....	38
4.2.1.2	Dureza .....	45
4.2.2	<i>Caracterização microbiológica</i> .....	47
4.2.3	<i>Caracterização sensorial</i> .....	49
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>55</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>57</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>66</b>
7.1	ANEXO I – FICHA DE RECRUTAMENTO NA ELABORAÇÃO DA ANÁLISE SENSORIAL .....	67
7.2	ANEXO II – FICHA DE CADA AMOSTRA NA ELABORAÇÃO DA ANÁLISE SENSORIAL.....	68

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Características químicas e físico-químicas do pseudofruto de caju.....	8
<b>Tabela 2</b> – Parâmetros de textura calculados a partir da análise do perfil de textura (TPA). .....	20
<b>Tabela 3</b> - Composições dos aditivos alimentares, Gelano LA e Gelano HA .....	24
<b>Tabela 4</b> – Composição da polpa do pseudofruto de caju (valores médios e desvios padrão) .....	33
<b>Tabela 5</b> – Valores de declive $\beta$ da regressão potencial para diferentes proporções LA/HA com concentração total de 1% de gelano. ....	37
<b>Tabela 6</b> – Dureza e cor das barras e de polpa de pseudofruto de caju (valores médios). .....	38
<b>Tabela 7</b> – Contagens microbiológica de mesófilos, bolores e leveduras e <i>Listeria monocytogenes</i> das barras texturizadas de pseudofruto de caju. ....	47
<b>Tabela 8</b> - Modas e médias dos atributos analisados sensorialmente para as várias formulações ....	51
<b>Tabela 9</b> - Tabela de frequências dos termos presentes no teste CATA (Check-All-That-Apply). .....	52

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Caju ( <i>Anacardium occidentale</i> L.).....	3
<b>Figura 2</b> – Pseudofruto e castanha de caju. (a) Vários estados de maturação do pseudofruto e castanha, (b) Corte longitudinal em castanha de caju verde, (c) Castanha de caju verde, película e casca.....	4
<b>Figura 3</b> – Pseudofruto e castanha de caju. (a) Estados de maturação do pseudofruto e castanha, (b) Corte longitudinal em castanha de caju verde, (c) Castanha de caju verde, película e casca.....	4
<b>Figura 4</b> – Estrutura química do gelano: (a) forma nativa (alto acilo); (b) forma desacilada (baixo acilo).....	11
<b>Figura 5</b> – Reómetro Thermo Scientific HAAKE MARS III.....	17
<b>Figura 6</b> – Resposta de material viscoelástico que sofre um processo de gelificação.....	18
<b>Figura 7</b> – Texturograma de Força vs Tempo, obtido a partir de um teste TPA.....	19
<b>Figura 8</b> – Texturómetro TA.XTPlus e pormenor de deformação de gelatina com sonda de compressão.....	20
<b>Figura 9</b> – Pseudofruto de caju.....	24
<b>Figura 10</b> - Esquematização das metodologias físicas, químicas e sensoriais aplicadas na polpa e barras de pseudofruto de caju.....	25
<b>Figura 11</b> – Moldes de silicone usados e barras de pseudofruto de caju.....	26
<b>Figura 12</b> – Embalagens compostas por alumínio/PET/PE (tereftalato de polietileno/polietileno). ....	26
<b>Figura 13</b> – Representação esquemática da disposição da amostra entre os pratos paralelos em análises reológicas.....	28
<b>Figura 14</b> – Cabine de prova do Edifício Ferreira Lapa, no Instituto Superior de Agronomia.....	31
<b>Figura 15</b> – Amostras da análise sensorial (Polpa de caju e as barras nas diversas formulações)... ..	31
<b>Figura 16</b> – Teste de varrimento de temperaturas de polpa de caju e de polpa com adição de gelano LA e HA em diferentes proporções LA/HA com concentração total de 1% (m/m) de gelano.....	34
<b>Figura 17</b> - Teste de varrimento de tempo de polpa de caju e de polpa com adição de gelano LA e HA em diferentes proporções LA/HA com concentração total de 1% (m/m) de gelano.....	35
<b>Figura 18</b> – Teste de varrimento de frequências de polpa de caju e de polpa com adição de gelano LA e HA em diferentes proporções LA/HA com concentração total de 1% (m/m) de gelano.....	36
<b>Figura 19</b> – Valores médios de luminosidade para as várias formulações, analisados nos dias 0, 3, 6 e 9 e para a polpa.....	39
<b>Figura 20</b> - Valores médios de luminosidade em função de cada dia de análise e da polpa, para as diversas formulações.....	40
<b>Figura 21</b> - Valores médios de cromaticidade para as várias formulações, analisados nos dias 0, 3, 6 e 9 e para a polpa.....	41
<b>Figura 22</b> - Valores médios de cromaticidade em função de cada dia de análise e da polpa, para as diversas formulações.....	42
<b>Figura 23</b> - Valores médios do ângulo Hue para as várias formulações, analisados nos dias 0, 3, 6 e 9 e para a polpa.....	43

<b>Figura 24</b> - Valores médios do ângulo Hue em função de cada dia de análise e da polpa, para as diversas formulações.....	44
<b>Figura 25</b> – Valores médios de dureza para as várias formulações de barras de PC-LA/HA com concentração total de 1% de gelano, num intervalo de 12 dias.....	45
<b>Figura 26</b> – Conhecimento do caju e pseudofruto por parte dos consumidores da análise sensorial.	49
<b>Figura 27</b> – Médias e medidas de dispersão dos atributos analisados sensorialmente para as várias formulações. ....	50
<b>Figura 28</b> - Perfil sensorial das barras gelificadas de pseudofruto de caju utilizando os valores das médias dos atributos do teste sensorial. ....	51
<b>Figura 29</b> - Projeção dos atributos e produtos analisados no plano definido pelas duas primeiras componentes principais.....	53

# ABREVIATURAS

CATA - Check-All-That-Apply

CIE - Commission Internationale d'Eclairage

EPS – Exopolissacáridos

HA – High Acyl

LA – Low Acyl

LCC - Líquido da Casca da Castanha de Caju

OMS/WHO – Organização Mundial de Saúde/World Health Organization

PC – Polpa de caju

SST - Sólidos Solúveis Totais

TPA – Texture Profile Analysis (Análise do Perfil de Textura)

# 1 Introdução e Objetivos

O consumo de frutas e vegetais, desde muito cedo que tem sido apontado como um mecanismo de redução do risco de doenças cardiovasculares, alguns cancros, diabetes tipo II e obesidade. Este tipo de alimentos, são baixos em calorias, ricos em nutrientes e contêm fibra que ajuda a promover a saúde e o bem-estar. A OMS recomenda o consumo de cerca de 400g diárias de frutas e vegetais (Rekhy e McConchie, 2014). Em Portugal, o consumo de frutas tem vindo a diminuir nos últimos anos (INE, 2016a). Por forma a conseguir que os consumidores atinjam os objetivos recomendados pela OMS, é necessário oferecer mais variedade e conveniência (Mancini e McHugh, 2000). No entanto, o grau de perecibilidade dos produtos tem grande impacto no consumo dos mesmos. Alimentos muito perecíveis e com reduzido tempo de prateleira, como as frutas e vegetais, muitas vezes não são comprados de modo a evitar o seu desperdício (Rekhy e McConchie, 2014).

Nos dias de hoje, o tempo e a comodidade são fatores determinantes para qualquer consumidor. Com o aumento do ritmo de vida, cada vez mais são procuradas novas formas de a tornar mais prática e cómoda. Todos estes fatores têm influência nos hábitos alimentares, isto porque comprar, preparar e cozinhar frutas, vegetais e outros alimentos torna-se muito trabalhoso e consome tempo. Como tal, a comodidade que os alimentos processados e prontos a consumir oferecem, passa a ter um grande peso e importância no consumo dos mesmos. Assim, é necessário investir na produção deste tipo de alimentos por forma a responder às necessidades do mercado através do uso de embalagens inovadoras e de diversos tamanhos, com frutos e vegetais já cortados e preparados (Rekhy e McConchie, 2014).

O caju é composto pela castanha, que é o verdadeiro fruto, e pelo pedúnculo, que é também chamado de pseudofruto. A castanha apresenta grande valor comercial, contudo o pseudofruto é muitas vezes desperdiçado, cerca de 85% da sua produção (Silva *et al.*, 2010). No Brasil, o pseudofruto de caju já é muito usado industrialmente na produção de polpas, sumos e produtos fermentados. Contudo, em Portugal esta matéria-prima ainda é muito pouco conhecida e aproveitada. No que diz respeito à composição nutricional, o pseudofruto apresenta uma concentração elevada de vitamina C, é uma boa fonte de tiamina e riboflavina (vitaminas B1 e B2, respetivamente), cálcio, fósforo e outros nutrientes (Maia *et al.*, 2007). Também tem presente compostos fenólicos como flavonoides e taninos (que provocam a adstringência naturalmente presente no fruto), carotenoides e antocianinas (Queiroz *et al.*, 2010; Maia *et al.*, 2007).

De maneira a suprir estas necessidades, reduzir o desperdício desta matéria prima e com base em trabalhos já desenvolvidos anteriormente (Danalache, 2014; Mancini e McHugh, 2000), a presente dissertação tem como objetivo o desenvolvimento de um novo produto texturizado em forma de barra, à base de polpa do pseudofruto de caju e de goma

gelano com concentração total de 1% (m/m). As diversas proporções de gelano LA e HA nas barras serão testadas através de análises reológicas, de textura, microbiológicas, sensoriais e de cor, de modo a obter um produto com características desejáveis, estável microbiologicamente e aceite pelo consumidor.

## 2 Enquadramento Teórico

### 2.1 Caju

O nome caju deriva do brasileiro “*acaju*”, originário da língua Tupi que significava “a noz que se produz a ela própria” (Morton, 1993; Assunção e Mercadante, 2003). O *Anacardium occidentale* (Figura 1), vulgarmente conhecido como cajueiro, pertence à família *Anacardiaceae*, tal como a manga e o pistacho, entre outros. O seu nome científico deriva do grego *kardia* e refere-se especialmente à conformação da castanha, que se assemelha a um coração (Berry e Sargent, 2011).



**Figura 1** – Caju (*Anacardium occidentale* L.). (Fonte: Rouvier, 2014).

O cajueiro é originário do nordeste brasileiro, e das zonas abaixo do Amazonas, em especial nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte, e acredita-se que tenha sido domesticado antes da chegada dos portugueses ao Brasil em 1500. No século XVI, os navegadores portugueses reconheceram a importância do caju, tornando-se o primeiro fruto tropical a ser transportado para as colónias do Velho Mundo onde, mais tarde, as suas culturas foram introduzidas nas zonas costeiras da Índia e Moçambique, de modo a controlar e combater a erosão desses solos, dando origem a grandes extensões de floresta (Morton, 1993; Berry e Sargent, 2011). Em todos os países onde é encontrado, é normalmente cultivado o cajueiro comum ou gigante (Maia, *et al.*, 2007).

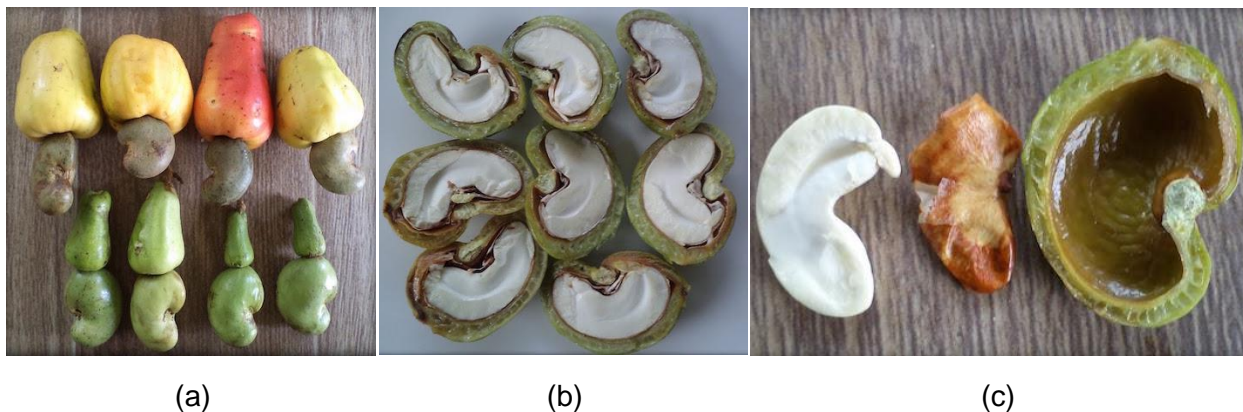
#### 2.1.1 Aspetos morfológicos

O cajueiro é uma árvore geralmente simétrica e de folha persistente, apresentando normalmente tronco curto e copa ampla e extensa, as folhas agrupam-se na zona das ramificações, podendo atingir mais de dez metros de altura. As raízes propagam-se verticalmente até uma profundidade considerável e o seu raio pode alcançar o dobro da envergadura da copa. Quando estas árvores são plantadas próximo de zonas costeiras, a planta fica atrofiada e crescer sob a forma de arbusto (Morton, 1993 e Berry e Sargent, 2011). O clima tropical e solos arenosos são ideais para a cultura. É bastante sensível a geadas enquanto jovem, sendo mais tarde capaz de resistir a breves períodos de frio. É uma planta intolerante a solos argilosos, contudo é tolerante ao sal e à seca, podendo por isso resistir em solos que seriam demasiado pobres para a maioria das culturas. O cajueiro cresce desde o nível do mar até 1000 m de altitude (Assunção e Mercadante, 2003; Morton, 1993).

As flores agrupam-se em forma de espiga ou cacho e adquirem uma cor rosada. Cerca de 40% destas são perfeitas (hermafroditas) e as outras 60% são flores-macho, são por isso polinizadas por insetos. Das flores perfeitas, 30% resultam em fruto, mas apenas

uma ou duas se tornam nozes maduras a cada florescência. Este processo de amadurecimento da castanha tem um período de duração de cerca de 55 a 70 dias e ocorre normalmente de setembro a janeiro (Berry e Sargent, 2011; Assunção e Mercadante, 2003).

O caju é composto pela castanha, que é o verdadeiro fruto, e pelo pedúnculo, que é também chamado de pseudofruto. A castanha é constituída por três partes: a casca, a película e a amêndoa da castanha de caju (Figura 2b e 2c), atinge até cerca de três centímetros de comprimento e apresenta uma casca bastante dura, inicialmente verde adquirindo uma tonalidade mais cinzenta ao amadurecer. É constituída por um epicarpo coriáceo e por um mesocarpo esponjoso (Figura 2c), cujos alvéolos são preenchidos por um óleo cáustico e inflamável, o líquido da casca da castanha (LCC), que é constituído por ácidos anacárdicos que são tóxicos (Paiva *et al.*, 2000).



**Figura 2** – Pseudofruto e castanha de caju. (a) Vários estados de maturação do pseudofruto e castanha, (b) Corte longitudinal em castanha de caju verde, (c) Castanha de caju verde, película e casca. (Fonte: Kini, 2013).

O líquido da casca da castanha, contém elevadas proporções de compostos fenólicos, que provocam reações alérgicas por contacto e servem como barreira protetora da castanha contra predadores. Por isto, é sempre necessário submeter o fruto a um processamento rigoroso prévio ao seu consumo. O líquido da casca da castanha é usado na produção de tintas e vernizes para diversos fins, de materiais à prova de água, sendo também incluído nos mecanismos de travagem de automóveis. Também é possível encontrar no fruto um óleo comestível, apesar de não ser verificada a sua comercialização (Morton, 1993; Berry e Sargent, 2011; Akinhanmi *et al.*, 2008).

A amêndoa da castanha de caju tem grande valor nutricional e é por isso considerada uma fonte de proteína de alta qualidade, rica em ácidos gordos polinsaturados e com elevados teores de cálcio, ferro e fósforo. A película que a envolve possui uma grande concentração de taninos (Paiva *et al.*, 2000).

À medida que a castanha amadurece, ocorre também o desenvolvimento do pseudofruto que cresce lentamente até a castanha atingir o seu tamanho máximo, crescendo rapi-

damente depois disso (Figura 2a). Assim, o fruto e pseudofruto crescem de forma independente um do outro (Berry e Sargent, 2011). Em termos de massa, 90% do caju é constituído pelo pedúnculo e 10% pela castanha. O pseudofruto possui um talo verde, carnudo, sumarento, que ao longo do tempo aumenta de volume e ganha a forma de uma pêra, tem uma pele macia de cores que se encontram entre amarelo, laranja e vermelho. Numa fase inicial, o pseudofruto apresenta um sabor amargo e alguma adstringência. Por ser um fruto não climatérico, não deve ser colhido antes da sua maturação completa (Morton, 1993).

Uma árvore com quatro anos pode produzir cerca de 100 a 150 kg de pseudofruto de caju por ano (Berry e Sargent, 2011; Assunção e Mercadante, 2003).

### 2.1.2 Aspetos económicos

O caju entrou no comércio mundial no início do século XX onde a sua produção se revelou uma importante atividade económica em diversas zonas do globo. O caju é o terceiro fruto seco mais importante economicamente a nível mundial, à sua frente estão apenas a amêndoa e a castanha-do-pará (Morton, 1993; Berry e Sargent, 2011). Este fruto foi introduzido na América Central, África e Ásia, sendo uma cultura com elevado rendimento. Dados do Banco Mundial revelaram que 97% da produção provém de árvores selvagens e apenas 3% de plantações (Akinhanmi *et al.*, 2008). Em 2010, os maiores produtores mundiais de cajus foram: Brasil, Índia, Vietname, Indonésia e Nigéria, sendo o Brasil o que detém a maior produção (Berry, 2011). Sabe-se que a agroindústria do caju se tem vindo a expandir em função dos incentivos financeiros e subsídios dados pelo Governo Brasileiro (Silva *et al.*, 2010). Através dos dados da FAO (2015), é possível observar que desde 1961 até 2013, o Brasil tem vindo a exportar cada vez mais castanha de caju, atingindo um máximo no ano de 2007 com cerca de 51 mil toneladas.

A castanha de caju é o produto mais exportado do cajueiro. Apesar de todas estas características nutricionais, o pedúnculo não tem grande importância comercial devido à sua adstringência e alta perecibilidade, impedindo o seu transporte para longas distâncias. A oxidação dos compostos fenólicos e do ácido ascórbico vai alterar as propriedades sensoriais, levando conseqüentemente à diminuição do seu valor comercial. Contudo, tanto o sumo como a polpa congelada são bastante consumidos no Brasil sendo considerados, portanto, uma boa alternativa ao desperdício (Queiroz *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2010).

Em Portugal, o grupo “sementes e frutos oleaginosos” foram o 3º principal grupo de produtos agrícolas e agroalimentares importados em 2014, apesar do decréscimo de 11,4% face a 2013. Estes produtos foram essencialmente importados do Brasil (24,7%) e dos Estados Unidos (20,8%), ultrapassando assim a Espanha (que ocupava a 2ª posição em 2013) (Instituto Nacional de Estatística, 2015).

Segundo estatísticas da FAO (2015) para a área de Portugal no período de 1961 até 2013, no que diz respeito à castanha de caju com casca, tanto as importações como as exportações foram nulas em média. No entanto, para a castanha de caju descascada em Portugal no mesmo espaço de tempo, foi possível verificar exportações apenas nos anos de 2007 (366 toneladas) e 2011 (122 toneladas). Em relação às importações, para o mesmo produto e no mesmo período, verificaram-se inúmeras oscilações, com picos mais elevados para o ano de 1996 (675 toneladas) e no intervalo de 2007 a 2009 (com aproximadamente 780 toneladas). Para o pseudofruto de caju, não foram encontrados dados estatísticos relativos a importações e exportações.

A nível mundial, o caju com casca apresentou valores de exportação e importação geralmente crescentes ao longo do tempo, revelando cada vez mais a sua importância no mercado, atingindo números máximos no ano de 2013 com cerca 1 250 000 toneladas, para ambos. Os países com mais exportações de caju com casca, neste período foram República Unida da Tanzânia com 67 mil toneladas, seguido da Costa do Marfim, Gana Guiné-Bissau e Moçambique. Em oposição, os países importadores do mesmo produto foram o Vietname com 326 mil toneladas, seguindo-se a Índia, Rússia, China e Brasil (FAO, 2015).

Dentro do mesmo contexto e relativamente ao caju sem casca, verificou-se também um crescimento ao longo dos anos, embora em menores quantidades, com valores mais elevados também em 2013. Os países que mais exportaram caju descascado durante este período, foram o Vietname (aproximadamente 80 mil toneladas), Índia, Brasil, Moçambique e Holanda. Por outro lado, os maiores importadores foram Estados Unidos da América (61 mil toneladas), seguindo-se a União Europeia (com valores próximos de 40 mil toneladas) (FAO, 2015).

No caso do pseudofruto de caju, não existem dados globais relativos à sua exportação. Já a importação foi nula ao longo do tempo com exceções para o intervalo de 1982 a 1989, onde sofreu variações e para o ano de 1997 onde se verificou um máximo de cerca de 1800 toneladas. Os países que mais importam o pedúnculo são os Territórios Palestinos (cerca de 1800 toneladas), Estados Unidos da América e Quirguistão (estes últimos apresentam valores irrisórios) (FAO, 2015).

### **2.1.3 Utilização**

O pseudofruto apresenta pouco valor comercial, sendo apenas utilizada a sua castanha. Este facto representa um desperdício de cerca de 85% da produção total de caju (Silva *et al.*, 2010).

Contrariamente ao que acontece em Portugal, em diversos países como o Brasil, o pseudofruto é consumido, podendo ser ingerido de forma natural ou sob a forma de sumo. É também muito usado na indústria alimentar em produção de polpas, produtos fermentados

como vinho e vinagre, xaropes, néctares e refrigerantes, doces e compotas. Por outro lado, também é possível incluir o pseudofruto de caju na produção de etanol, combustível obtido a partir da fermentação alcoólica, tornando-o numa alternativa viável aos combustíveis existentes no mercado e assim proporcionar um melhor aproveitamento deste subproduto (Silva *et al.*, 2010; Akinhanmi *et al.*, 2008).

#### **2.1.4 Composição físico-química**

As frutas são consumidas e apreciadas em todo o mundo, não só pelo seu sabor, mas também por serem fontes naturais de fibras, carotenoides, vitaminas, minerais e outros componentes importantes. Uma mudança adequada na dieta em relação à inclusão de diversas frutas e sumos de frutas pode ser importante na prevenção de doenças e para uma vida mais saudável (Pinheiro *et al.*, 2006).

A componente lipídica da castanha de caju é especialmente rica em ácido linoleico (ómega-3), constituindo cerca de 47% do peso total da castanha. Esta apresenta, uma boa razão entre gorduras saturadas, monoinsaturadas e polinsaturadas de 1:2:1 que é a ideal para o consumo humano (Akinhanmi *et al.*, 2008). A composição química e físico-química do pedúnculo de caju pode variar dependendo de diversos fatores como: variedade, solo, data de colheita, grau de maturação e condições climáticas (Maia *et al.*, 2007).

No que diz respeito à composição do pseudofruto, estudos revelaram que este possui uma concentração elevada de vitamina C (cerca de 3 a 5 vezes mais que a laranja) por porção edível quando comparado com outros frutos tropicais (Akinhanmi *et al.*, 2008). Além de ser uma ótima fonte desta vitamina, também é considerado uma boa fonte de tiamina e riboflavina (vitaminas B1 e B2, respetivamente), cálcio, fósforo e outros nutrientes (Maia *et al.*, 2007). O pedúnculo apresenta compostos fenólicos como flavonoides e taninos (que provocam a adstringência naturalmente presente no fruto), carotenoides e antocianinas (pigmentos naturais que lhe conferem as cores vermelho, laranja e amarelo tão características) (Queiroz *et al.*, 2010; Maia *et al.*, 2007).

Através de um estudo, Kubo (1993) verificou que o consumo de forma contínua de pedúnculo de caju e dos seus derivados durante longos períodos, poderia ser vantajoso no controlo e redução de tumores (Kubo *et al.*, 1993).

Na Tabela 1, são apresentados alguns parâmetros físicos e químicos importantes na caracterização da matéria prima usada neste estudo.

**Tabela 1** – Características químicas e físico-químicas do pseudofruto de caju. (Adaptado de: Paiva *et al.*, 2000; Maia *et al.*, 2007; Berry e Sargent, 2011).

Parâmetros	Paiva <i>et al.</i> , 2000	Maia <i>et al.</i> , 2007	Berry e Sargent, 2011
Humidade (%)	86	87,33	84,5 – 90,4
pH	4,2	3,00 – 4,2	3,5 – 4,5
°Brix	11	11,00 – 13,00	9,8 – 14,0
Taninos (%)	0,35	0,27 – 0,72	0,27 – 0,72
Ác. Ascórbico (mg/100g)	18,5	139,0 – 187,0	139 - 387
Cálcio (mg/100g)	14,5	16,75	—
Ferro (mg/100g)	0,36	0,31	—
Fósforo (mg/100g)	33	30,55	—

## 2.2 Gelano

O gelano é um biopolímero muito usado na indústria alimentar. O elevado custo que se verifica na produção de polissacáridos pode ser contornado por substituição das habituais fontes de carbono (glucose, sacarose e frutose) por alternativas mais económicas, através do uso de subprodutos agroindustriais (melaço ou soro de leite), e também com o aproveitamento de subprodutos de outras indústrias, como é o caso do glicerol que é obtido a partir da produção de biodiesel. Portanto, o uso de biopolímeros é cada vez mais uma alternativa interessante, uma vez que são obtidos a partir de matérias-primas de fontes renováveis e por isso são biodegradáveis, sendo que neste processo de degradação só se obtêm como produtos a água e dióxido de carbono. Para além disto, por serem obtidos de uma grande variedade de substratos, os biopolímeros não ficam sujeitos às oscilações de preço de mercado nem à escassez do petróleo (Luvizetto, 2007).

Os gelificantes, embora desempenhem um efeito muito semelhante aos espessantes, têm a característica de formar géis. Usualmente, são proteínas ou polissacáridos que têm capacidade de formar uma rede tridimensional no interior da própria solução, emulsão ou suspensão. Visualmente obtém-se um alimento sólido com características viscosas, como é o caso das geleias. Os gelificantes mais utilizados na indústria alimentar são a pectina, a caragena e a gelatina (Souza, 2009). Estes são aplicados para melhorar e uniformizar a qualidade dos alimentos processados, resultando em características organoléticas e texturas desejáveis e ideais (Toneli *et al.*, 2005). Para além de todos estes atributos, os polissacáridos ainda previnem ou atrasam alguns fenómenos físicos como a sedimentação de partículas sólidas suspensas no meio, a sinérese de produtos gelificados, a cristalização da água ou do açúcar e a agregação ou desagregação de partículas dispersas (Ferreira, 2008).

Para que os polissacáridos possam ser competitivos, estes devem possuir propriedades semelhantes ou melhores quando comparados com os já usados a nível industrial,

relativamente às propriedades reológicas das suas soluções aquosas. Além disso, é vantajoso que estes sejam estáveis durante mudanças de temperatura, pH e força iónica. Também é importante que os polissacáridos tenham composição química compatível com o organismo humano e aprovação prévia dos órgãos competentes para poderem ser comercialmente utilizados na indústria. Na indústria alimentar, podem ser utilizados como emulsificantes, estabilizantes, gelificantes, adsorventes seletivos e como aditivos no controlo reológico (Bastos, 2013).

O gelano é um exopolissacárido (EPS) obtido de forma industrial, uma vez que tem a capacidade de formar soluções viscosas a baixas concentrações, tem comportamentos pseudoplásticos e são facilmente controláveis e manipuláveis (Prajapat e Patel, 2013). Na indústria alimentar, os polissacáridos são usados em concentrações que variam de 0,5% a 5% e têm por norma não alterar o aroma, sabor ou valor nutricional dos produtos. A escolha do tipo de polissacárido para uma determinada aplicação, envolve mais do que a simples seleção das propriedades funcionais, pois devem ser tidos em conta diversos fatores nesta escolha, como por exemplo o tipo de aplicação do produto, aparência do produto final, custo, viscosidade, sabor, textura, estabilidade, odor e toxicidade do mesmo (Ferreira, 2008).

É produzido pela bactéria *Sphingomonas elodea*, antiga *Pseudomonas elodea* (Morris *et al.*, 2012). *Sphingomonas* é um grupo de bactérias gram negativas, em forma de bastonete, quimioheterotróficas, estritamente aeróbias e que produzem colónias amarelas (Prajapati *et al.*, 2013). O polissacárido integra um grupo de oito polímeros bacterianos intimamente relacionados estruturalmente (Banik *et al.*, 2000). O gelano é um heteropolissacárido microbiano complexo com uma estrutura molecular constituída por unidades de glucose, ácido glucorónico e ramnose (numa razão de 2:1:1) e por grupos acetato e glicerato ligados aos resíduos de glucose (Civera, 2012).

O potencial comercial do gelano foi descoberto em 1978 pela CPKelco, USA, que também foi a primeira a produzir o xantano como polissacárido industrial (Morris *et al.*, 2012). Só em 1992 é que foi aprovado como aditivo alimentar pela USFDA (*United States Food and Drug Administration*) (Prajapati *et al.*, 2013). A sua comercialização pode ser feita de duas formas, a primeira é gerada por recuperação direta do polissacárido a partir do caldo de fermentação dando origem à forma alto acilo, enquanto que a desacilação através de tratamento alcalino resulta no gelano baixo acilo, em que os grupos acetato e glicerato são removidos (Huang *et al.*, 2003; Kasapis *et al.*, 1999).

O gelano é formado a partir de uma inoculação de um meio de fermentação cuidadosamente elaborado com a bactéria *Sphingomonas elodea* que decorre sob condições estéreis através do controlo do arejamento, agitação, temperatura e pH. No fim deste processo estar completo, o caldo é pasteurizado para matar as células viáveis e é posteriormente recuperado o polissacárido, quer na forma nativa ou acilada, ou sob a forma desacetilada

(Sanderson, 1990). Este caldo fermentativo, apresenta um comportamento reológico não-newtoniano com fortes propriedades de pseudoplasticidade. A produção de gelano é um processo de fermentação microbiana altamente viscosa, onde o polímero exocelular forma uma rede em torno das células sob a forma de aglomerados viscosos e, por isso, torna-se difícil separar as células, mesmo após diversas diluições (Banik *et al.*, 2000).

Existem diversos fatores que afetam diretamente a produção fermentativa de gelano. O mais importante e determinante é o meio usado e os seus componentes. Este consiste em boas fontes de carbono, onde a mais selecionada é a glucose por ser um açúcar simples, reduzidas fontes de azoto e a presença de sais inorgânicos. Outro fator é o pH, que vai influenciar significativamente o crescimento celular dos microrganismos produtores de gelano, que se deve encontrar entre 6,5 e 7, isto porque um meio mais ácido ou mais alcalino vai reduzir o crescimento celular e conseqüentemente a produção de gelano. A temperatura máxima para a produção ocorre a cerca de 20 °C, pois acima desta a produção é reduzida significativamente. O controlo da velocidade de agitação também é um fator importante, sendo que velocidades acima das 250 rpm (de 600 a 800 rpm), pode dar origem à formação de bolhas e conseqüentemente levar à diluição da mistura. Por outro lado, a rotações mais baixas pode se verificar a presença de características gelificantes. O oxigénio dissolvido e a sua capacidade de se transferir são fulcrais para a produção de gelano, influenciando-o positivamente (Prajapati *et al.*, 2013).

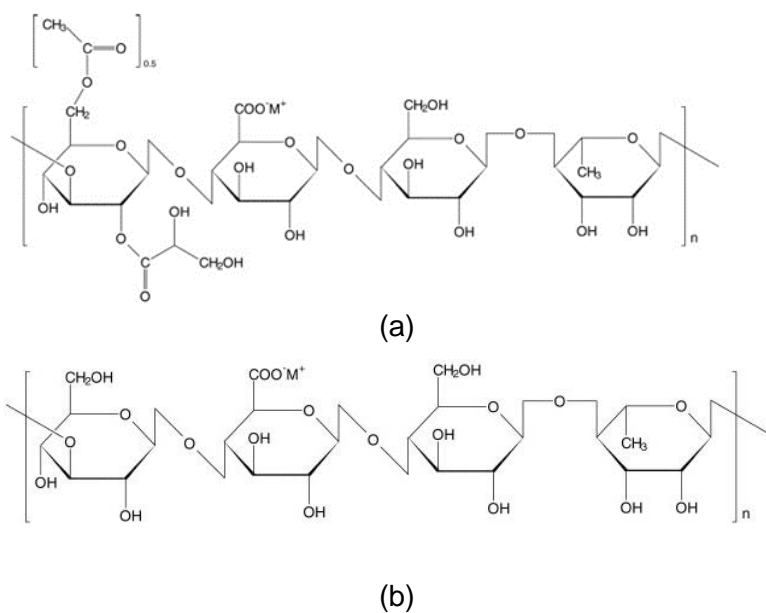
O gelano tem sido fonte de interesse devido à sua estabilidade térmica e à capacidade para formar géis a baixas concentrações (0,1-0,3%), termorreversíveis, transparentes, clarificados e com facilidade em libertar sabor, apresentando também uma boa estabilidade numa vasta gama de pH (Lorenzo *et al.*, 2013; Banerjee *et al.*, 2013). Também pode ser produzido conforme a necessidade e por isso a sua disponibilidade não é um problema, conseguindo sempre manter uma qualidade consistente (Prajapati *et al.*, 2013). Tais atributos permitem a sua aplicação nas indústrias como estabilizante, emulsionante, gelificante e agente texturizante. Especificamente na indústria alimentar, o gelano pode ser aplicado para reter humidades, dar estabilidade ao calor nos gelificados, dar capacidade de dilatação em alimentos congelados e dar estabilidade e resistência a geleias, doces e frutas, iogurtes e sumos de fruta (Pintado *et al.*, s.d.).

Com a presença de grupos acilo na estrutura, é possível obter géis suaves, elásticos e sem brilho, enquanto que na sua ausência se obtêm-se géis firmes, duros, pouco elásticos e com muito brilho (Civera, 2012).

Se o polímero estiver na forma desacetilada, é conhecido também como goma gelano ou pelos seus nomes comerciais, Kelcogel (*food-grade*) por ser destinado ao uso alimentar, ou Gelrite que tem outro tipo de aplicações não alimentares (Morris *et al.*, 2012).

A solução aquosa de gelano é considerada bastante viscosa, resultando, portanto, num gel fraco, mas através da desacilação com uma substância alcalina, o gelano é capaz de formar géis rígidos, quebradiços, devido à presença dos catiões na solução (Banik *et al.*, 2000).

Verificou-se que o gelano sofre uma transição termicamente reversível de uma espiral para uma dupla hélice, que acontece por ação da agregação das moléculas da dupla hélice do polissacárido. A temperatura associada a esta transição de conformação é de 30 °C, contudo, a temperatura a que a transição e a agregação ocorrem em soluções aquosas, pode ser bastante influenciada não só pela concentração de polímero, mas também pela presença ou ausência de catiões no meio (Prajapati *et al.*, 2013).



**Figura 4** – Estrutura química do gelano: (a) forma nativa (alto acilo); (b) forma desacilada (baixo acilo). (Fonte: Mao *et al.*, 2000).

O gelano quando se encontra na forma nativa (Figura 4a) é também chamado de gelano de alto acilo do inglês, *High Acyl* (HA). A desacilação por tratamento alcalino tem por outro lado como resultado, o seu homólogo *Low Acyl* (LA) (Figura 4b) que cria géis fortes (Huang *et al.*, 2003; Kasapis *et al.*, 1999; Lau *et al.*, 2000). O seu resíduo A da glucose contém um substituto do grupo L-glicerato no C<sub>2</sub> e um grupo acetato num nível de substituição de aproximadamente 50% no C<sub>6</sub>.

As moléculas de gelano quer de baixo quer de alto acilo, formam uma tripla estrutura de dupla hélice num ambiente aquoso adequado. A agregação destes segmentos de dupla hélice gera uma rede tridimensional, transformando a solução em gel.

O gelano alto acilo, gelifica a temperaturas significativamente mais altas que o baixo acilo que, por sua vez, se dissolve em água a temperaturas acima dos 90 °C, e resulta em gel na presença de catiões no momento de arrefecimento (Mao *et al.*, 2000).

Este gelificante tem a capacidade de gerar uma diversidade de texturas dependendo da combinação das concentrações de polímeros, grau de substituição, tipo de catião, força iónica e temperatura (Lorenzo *et al.*, 2013). Os catiões monovalentes (Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>) e divalentes (Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>), facilitam a gelificação e fazem aumentar o ponto de fusão dos géis termorreversíveis com o aumento da força iónica (Banik *et al.*, 2000). Os catiões monovalentes são responsáveis pela associação dos grupos carboxilo do tetrassacárido e as duas hélices adjacentes. Contrariamente, os catiões divalentes, formam uma ligação iónica entre os grupos carboxilo e as cadeias vizinhas, por pontes de hidrogénio. Na ausência de catiões, o gelano é composto por duplas hélices associadas e reforçadas por pontes de hidrogénio entre os grupos hidroximetilo de uma cadeia do polímero com grupo carboxilo do outro (Nickerson *et al.*, 2003).

### *Aplicações do Gelano*

No ramo alimentar, o gelano é um gelificante que liberta facilmente o aroma dos alimentos em que está inserido, é estável a grandes amplitudes de pH, melhora a textura dos produtos e é capaz de reter água durante os processos de cozedura e armazenamento dos alimentos (Banik *et al.*, 2000). Quando comparado com a gelatina, uma substância gelificante bastante usada, verifica-se que a mesma requer uma maior concentração de polímero, demora mais tempo e necessita de uma temperatura mais baixa para solidificar. É visível, portanto, que o gelano traz mais vantagens não só na produção de novos produtos, mas também se mostra vantajoso no melhoramento de produtos já existentes e bastante comuns no dia-a-dia do consumidor, como sobremesas, alimentos variados e também na alimentação para animais domésticos (Lau *et al.*, 2000).

A natureza viscosa da goma gelano torna-o um bom veículo para medicação oftálmica. Propriedades como o facto do gelano se mostrar estável termicamente e ser muito cristalino, fazem com que este seja um bom substituto do agar para a cultura de espécies microbianas termófilas. Também é possível encontrar outras potenciais aplicações para o gelano ao nível da cosmética e em produtos de higiene e limpeza (Banik *et al.*, 2000).

### **2.3 Produtos texturizados**

No mercado já existem diversos produtos alimentares texturizados que conferem maior conveniência aos consumidores, exemplo disso são as geleias, gelados, margarina, sobremesas, produtos de confeitaria, produtos à base de frutas e vegetais entre outros (Banerjee e Bhattacharya, 2012; Hill, 2004).

Produtos texturizados referem-se a alimentos que são frequentemente elaborados a partir de matérias-primas de baixo custo, provenientes de frutas que se encontram *in natura* ou de excedentes de produção durante o período de colheita. São também utilizados hidrocoloides, que atuam como agentes gelificantes e que retêm a humidade, estes contribuem para uma melhor textura e características sensoriais do produto (Fizman e Duran, 1992; Van der Sman e Van der Goot, 2009).

O gosto dos alimentos torna-se evidente através da sua ingestão, onde, curiosamente a textura reforça visivelmente o sabor e gosto característicos de cada produto. A princípio, a produção de produtos texturizados focou-se mais na texturização de produtos químicos e farmacêuticos. Mais recentemente, a texturização de ingredientes ou alimentos tem abordado a área da gastronomia molecular, dos novos alimentos e de alimentos gelificados (Van der Sman e Van der Goot, 2009).

Ao longo do tempo, foram conseguidas grandes melhorias na abordagem ao *design* das microestruturas dos alimentos e no desenvolvimento e na conceção de 'superalimentos' com valor nutricional melhorado ou até mesmo com capacidade de fornecer nutrientes. Também a perceção sensorial pode ser melhorada através da criação de estruturas no alimento que melhorem as sensações durante a ingestão, através da libertação de moléculas aromatizantes (Douaire e Norton, 2013).

Para a conceção de novos produtos texturizados, inicialmente, é preciso identificar uma necessidade de produto, em seguida é preciso ter ideias para satisfazer essa necessidade e selecionar as melhores e que mais se adequam, e, por fim procede-se à elaboração do novo produto, tendo em conta como vai ser fabricado e a forma de apresentação ao consumidor (Moggridge e Cussler, 2000).

A presença de produtos concorrentes obriga à inovação do produto. Portanto, a planificação e as condições do processo durante o fabrico, são fatores particularmente críticos na elaboração de produtos texturizados, tendo em conta que irão influenciar bastante a sua microestrutura e consequentemente as propriedades do alimento (Hill, 2004).

## **2.4 Desenvolvimento de produto**

### **2.4.1 Considerações gerais**

Atualmente, existe a opinião de que os alimentos naturais são parte integrante de um estilo de vida saudável (Prajapati *et al.*, 2013). Uma alimentação que se baseie nas necessidades básicas e tenha em consideração as propriedades e benefícios de certos alimentos, torna-se determinante para um estilo de vida saudável para pessoas de diferentes grupos

etários. A escolha de uma alimentação saudável não depende apenas do acesso a uma informação nutricional adequada, mas sim das preferências de cada um, encontrando-se também relacionada com o prazer associado ao sabor durante a ingestão e com as atitudes perante certos alimentos desenvolvidas desde muito cedo no seio familiar (Viana, 2002).

O consumo de frutas e vegetais, desde há muito tempo que é referido por médicos e nutricionistas como sendo importantes fonte de vitaminas, nutrientes e fibras, ajudando no controlo e combate a doenças de risco do século XXI como, as doenças cardiovasculares, alguns cancros, diabetes Tipo II e a obesidade, e na promoção do bem-estar pessoal. A Organização Mundial de Saúde (OMS), recomenda um consumo mínimo de 400g de frutas e vegetais por dia. Deve-se também dar preferência aos frutos da época, promovendo assim um consumo mais variado de frutos. Também é importante referir que a perecibilidade de alguns alimentos pode ser determinante na compra e consumo dos mesmos (Rekhy e McConchie, 2014). Por forma a fazer aumentar a probabilidade de os consumidores atingirem esses objetivos, é necessário oferecer-lhes mais comodidade e variedade nos produtos (Mancini e McHugh, 2000).

Com o visível aumento do consumo de alimentos processados e as alterações alimentares, verificou-se um aumento considerável do consumo de gorduras e açúcares, devido aos baixos preços aplicados a este tipo de alimentos. A seleção de alimentos, apenas em função da sua composição, da quantidade e da frequência com que são ingeridos, vai automaticamente influenciar outros fatores como o peso da pessoa e o modo como o próprio corpo é visto (Viana, 2002). Por comparação com alimentos processados, ricos em açúcares e gorduras, que proporcionam satisfação instantânea ao serem saboreados, as frutas e legumes frescos são percebidos como produtos alimentares caros e menos valorizados, apresentando alguns inconvenientes, como a falta de comodidade e a sua perecibilidade, tendo como resultado um impacto negativo no seu consumo (Rekhy e McConchie, 2014).

O estado sócio-económico das famílias encontra-se diretamente relacionado com a ingestão de frutas e vegetais. Habitualmente, famílias com maiores rendimentos, são famílias que consomem alimentos mais saudáveis, pois têm maior nível de educação e conhecimentos. Por oposição, famílias com menores rendimentos, são mais suscetíveis aos gastos na alimentação e estão menos conscientes de uma alimentação correta, optando por vezes por adquirir produtos mais calóricos e menos saudáveis, mas mais baratos (Rekhy e McConchie, 2014).

Em Portugal, o consumo total de frutos *per capita* (kg/ hab.), sofreu uma diminuição de 2010 a 2015, porém, os frutos frescos são os mais consumidos, em que as espécies frutícolas mais consumidas são as maçãs e laranjas (INE, 2016a; INE, 2016b; INE, 2016c).

Atualmente, os consumidores mais preocupados com a saúde precisam de alimentos com menos quantidade de gordura e mais fibra. Esta necessidade pode ser suprida usando

substâncias naturais com baixos valores calóricos, no entanto, estes alimentos precisam de corresponder igualmente à qualidade do produto original, sem qualquer tipo de efeitos dietéticos adversos (Prajapati *et al.*, 2013).

Tempo e comodidade são fatores determinantes para o consumidor. Com o aumento exponencial do ritmo de vida, são procuradas novas formas de a tornar mais prática e cômoda. Estes requisitos também têm influência nos hábitos alimentares dos consumidores, isto porque comprar, preparar e cozinhar frutas, vegetais e outros alimentos torna-se muito trabalhoso e consome tempo, e como tal a comodidade dos alimentos processados e prontos a consumir passa a ter um grande peso. Algumas empresas, estão assim a investir na produção deste tipo de alimentos, tentando responder às necessidades do mercado através de embalagens inovadoras e de diversos tamanhos, com frutos e vegetais já cortados e preparados para uso em saladas e outros pratos, atribuindo-lhes mais conveniência para chegar a todo o tipo de consumidores (Rekhy e McConchie, 2014).

A proposta de alimentos convenientes, pode-se traduzir numa boa forma de fazer aumentar o consumo de frutas e legumes, sempre com o propósito de manter as propriedades nutricionais que são características dos produtos em natureza. Os consumidores avaliam no momento da compra, os produtos frescos com base na sua aparência, firmeza e maturação (Danalache, 2014).

Verificou-se que grande parte dos polissacáridos usados na indústria alimentar, têm poucas calorias (com exceção para o amido) e interagem com a água, permitem novas texturas e a realização de diferentes funções como gelificantes e agentes espessantes, estabilizadores de emulsão e até substitutos de gordura. Portanto, muitos investigadores de áreas nutricionais estão interessados nos efeitos fisiológicos dos diversos polissacáridos como substâncias funcionais para a saúde humana.

Recentemente, também devido ao aumento dos problemas ambientais a nível global, têm sido feitos esforços para dar grande utilidade aos polissacáridos já existentes, devido à sua biodegradabilidade (Prajapati *et al.*, 2013). As misturas de dois ou mais polímeros gelificantes numa solução ou produto, podem conferir melhores propriedades ao mesmo, confirmando-se como sendo mais vantajoso economicamente, nutricionalmente e na aceitação por parte do consumidor (Banerjee *et al.*, 2013).

As perdas pós-colheita de frutos e vegetais, têm-se verificado bastante elevadas, em cerca de 30-40% da produção, quer em países desenvolvidos como em desenvolvimento. No entanto, é possível reduzir estes valores através da produção de derivados de frutos em produtos com melhores tempos de prateleira, mais estáveis, desejáveis ao consumidor e com valor acrescentado. A produção de purés concentrados de frutas são uma opção rentável, apesar deste mercado ser muito limitado, é necessária a implementação de novas estratégias para fazer aumentar o valor deste produto e o seu lucro (Mancini e McHugh, 2000).

Na década de 40, foi Peschardt quem começou a investigar acerca do desenvolvimento de produtos de fruta texturizados, através da combinação de alginato e cerejas (Mancini e McHugh, 2000).

Purés de fruta com adição de agentes gelificantes, pode constituir um segmento de mercado de novos produtos prontos a consumir (Mancini e McHugh, 2000). O mercado de frutas e legumes processados, para além de produtos minimamente processados, sumos e concentrados, polpas e produtos desidratados, doces e geleias, pickles e molhos picantes pode incluir barras de frutas (Danalache, 2014), particularmente de pseudofruto de caju.

O pseudofruto de caju já é muito usado industrialmente na produção de polpas, sumos e produtos fermentados. Apesar disso, esta matéria-prima ainda é muito pouco aproveitada, com cerca de 85% da sua produção desperdiçada (Silva *et al.*, 2010).

Com base em trabalhos já desenvolvidos anteriormente (Danalache, 2014; Mancini e McHugh, 2000), o desenvolvimento de um novo produto gelificado à base de polpa de pseudofruto de caju e goma gelano, pode constituir uma forma de valorização deste pseudofruto.

Contudo, pode ser difícil gerar um produto pronto a consumir que apresente estabilidade química, microbiológica e enzimática e que ainda seja capaz de ter os atributos nutricionais e sensoriais de um produto fresco (Danalache *et al.*, 2015).

## **2.4.2 Parâmetros relevantes no desenvolvimento de produtos texturizados**

### **2.4.2.1 Parâmetros Físicos**

A palavra reologia, foi usada pela primeira vez por Eugene C. Bingham em 1928, que lhe atribuiu o lema “tudo escoar”. Nos dias de hoje, a reologia é a ciência da deformação e escoamento da matéria e, portanto, é o estudo da forma pela qual os materiais respondem à tensão ou deformação aplicadas (Steffe, 1996).

Todos os materiais possuem propriedades reológicas e, como tal, a reologia é uma ciência que pode ser aplicada em diversas áreas de estudo. Na indústria alimentar, a aplicação de polissacáridos está associada à capacidade dos mesmos para alterar propriedades físicas, tendo como resultado soluções muito viscosas ou a criação de redes intermoleculares coesivas. Nestes casos, é fundamental conhecer o comportamento reológico das soluções de polissacáridos. O estudo das propriedades reológicas dos alimentos, tem como finalidade obter melhor qualidade a um menor custo, indo sempre de encontro às atuais necessidades do consumidor que se encontra cada vez mais exigente e, como tal, os produtos têm de corresponder às expectativas, de forma a reunir as propriedades sensoriais e mecânicas desejadas (Toneli *et al.*, 2005; Castro, 2003).

A caracterização reológica tem como objetivo quantificar as relações funcionais entre deformação, tensão e as restantes propriedades reológicas, como a viscosidade, elasticida-

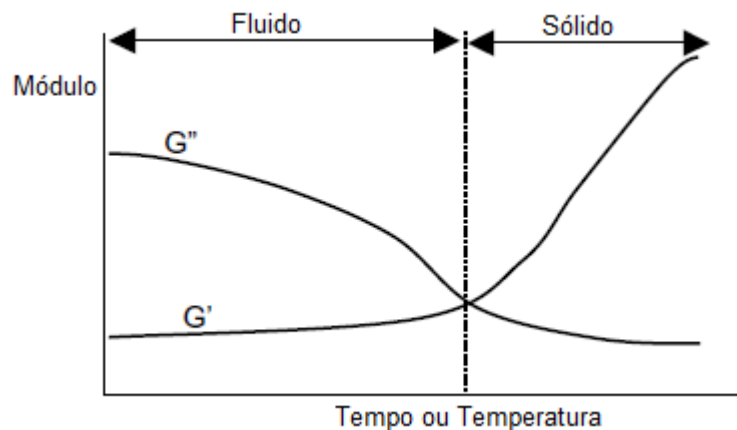
de ou viscoelasticidade (Fischer e Windhab, 2011). A Reologia Clássica considera dois materiais ideais: o sólido elástico, que é um material com forma definida e que, quando deformado por uma força, irá retornar à sua forma e dimensões originais após a remoção dessa força; e o líquido viscoso, que não tem forma definida e irá escoar irreversivelmente através da aplicação de uma força externa. Nos sólidos, a propriedade de maior interesse é a elasticidade. Para os líquidos, a viscosidade é a propriedade mais importante (Toneli *et al.*, 2005).

A caracterização do comportamento mecânico de materiais moles por vezes é complicada, tendo em conta que estes materiais podem ser viscoelásticos e, portanto, as suas propriedades mecânicas podem estar compreendidas entre um sólido elástico puro e um líquido viscoso. Através do uso de testes dinâmicos oscilatórios, é possível determinar não só as propriedades viscosas como as elásticas de uma determinada matéria com a ajuda de um reómetro de tensão controlada (Figura 5). Para realizar a análise, o material é colocado entre dois pratos paralelos ou entre um prato e um cone. A avaliação da estrutura depende do tipo de teste a efetuar, da estrutura e composição do material a analisar (Larson, 1999).



**Figura 5** – Reómetro Thermo Scientific HAARKE MARS III. (Fonte: *Rheology Solutions, s.d.*).

Para um alimento ou produto alimentar, também é possível realizar diversos testes oscilatórios em função do varrimento de tensão, frequência, tempo ou temperatura. A partir de testes reológicos de varrimento de tensão, é possível determinar a zona de viscoelasticidade linear (Figura 6) onde o módulo  $G'$ , módulo elástico ou de armazenamento que mede a energia armazenada, e módulo  $G''$ , módulo viscoso ou de dissipação que mede a energia dissipada, são constantes. Nestes testes, a tensão máxima de deformação que é possível aplicar num produto sem que a sua estrutura interna seja destruída é determinada. Se o módulo  $G'$  é muito maior que o módulo  $G''$ , o produto comporta-se mais como um sólido e as suas deformações serão mais elásticas. Se se verificar o contrário, o material é mais líquido e a energia dissipada usada para o deformar é viscosa. Em testes de varrimento por frequência, a curva que descreve o comportamento viscoelástico com a variação dos módulos  $G'$  e  $G''$  é denominada de espectro mecânico (Tabilo-Munizaga e Barbosa-Cánovas, 2005).



**Figura 6** – Resposta de material viscoelástico que sofre um processo de gelificação. (Fonte: Tabilo-Munizaga e Barbosa-Cánovas, 2005).

A textura é um dos principais fatores de qualidade dos alimentos. É definida como “a resposta dos sentidos tácteis aos estímulos físicos que resultam do contacto entre uma parte do corpo e o alimento”. A importância da textura na aceitabilidade global dos alimentos, varia bastante, pois existem alimentos em que a textura é uma característica determinante, como o caso das bolachas ou batatas fritas, em que é desejado que estas sejam estaladiças, e outros produtos alimentares onde a textura tem muito pouca importância, como as bebidas, não sendo por isso determinante nem um fator diferenciador. A psicofísica é definida como “o estudo da relação entre estímulos mensuráveis e as respostas correspondentes”. Deste termo deriva um outro, a psicoreologia que é definida como a “percepção sensorial das propriedades reológicas dos alimentos” e que se reflete na ligação entre a reologia e a textura, conjuntamente com a análise sensorial, fazendo o vínculo entre a percepção dos alimentos e as propriedades reológicas em causa (Bourne, 1982). A textura tem sido vista,

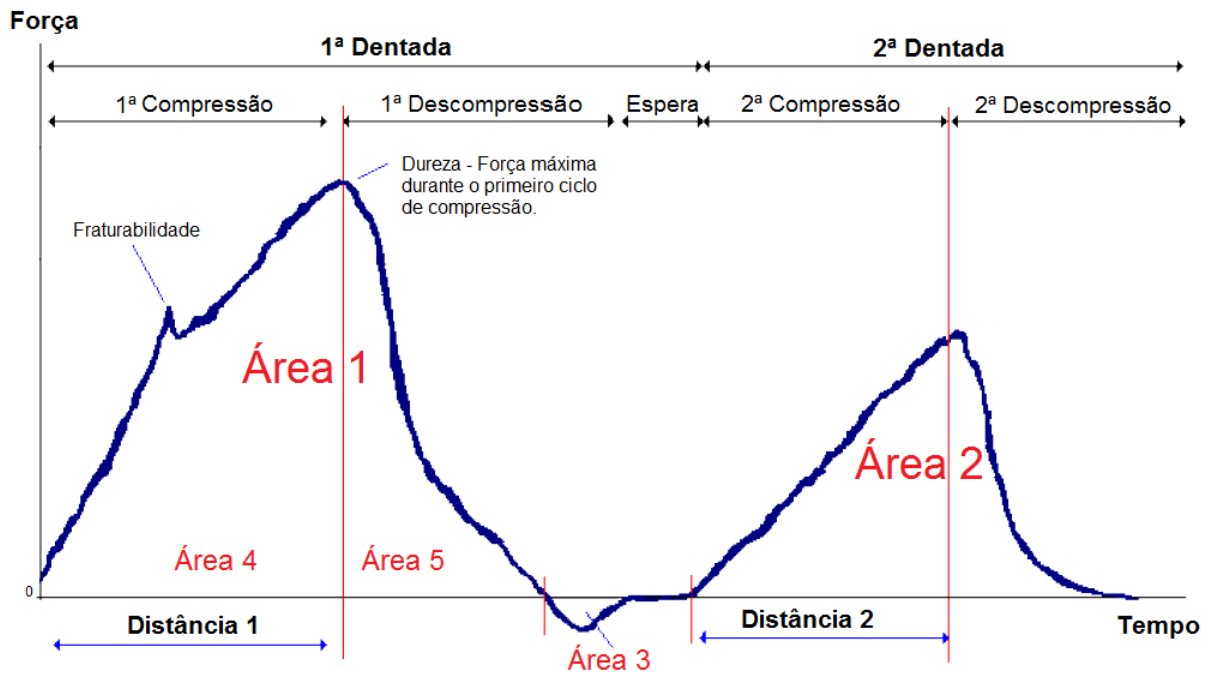


Figura 7 – Texturograma de Força vs Tempo, obtido a partir de um teste TPA. (Fonte: Singh et al., 2008).

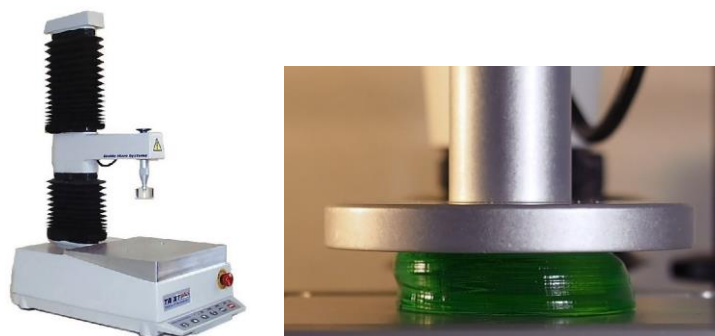
em parte, como uma característica positiva, realçando a frescura do alimento, a sua boa preparação e confeção (Szczesniak, 2002).

Através da análise do perfil de textura (TPA), originalmente desenvolvida por Alina Szczesniak na década de 60, é possível realizar a avaliação instrumental da textura de um alimento sem recorrer aos painéis sensoriais que usualmente são caros, trabalhosos e cujos os resultados nem sempre se conseguem correlacionar com outras análises, como a reologia ou a textura (Botelho, 2012). A análise de perfil de textura é um teste que mimetiza o processo de mastigação a que os alimentos são sujeitos, através de duas compressões/penetrações, simulando duas dentadas. Durante anos, este teste foi chamado de “Teste das Duas Dentadas”. Este ensaio também pode ser realizado noutra tipo de indústrias, onde se verifique a necessidade de conhecer este tipo de parâmetros, como a farmacêutica e a cosmética (Texture Technologies, s.d.). Com a realização de um só ensaio, obtém-se um texturograma, uma curva de tempo *versus* força (ou distância *versus* força) (Figura 7), que vai permitir calcular os diversos parâmetros texturais, quer os primários como, dureza, coesividade, elasticidade e adesividade, como os secundários como a fraturabilidade, gomosidade e mastigabilidade (Bourne, 1982; Szczesniak, 2002). A Tabela 2 resume os parâmetros mencionados acima, bem como as fórmulas necessárias para calcular cada parâmetro partindo de um texturograma semelhante ao representado anteriormente.

**Tabela 2** – Parâmetros de textura calculados a partir da análise do perfil de textura (TPA). (Adaptado de: Szczesniak, 2002; Bourne, 1982; Texture Technologies, s.d.)

	Parâmetros	Definição	Cálculo
Principais	Dureza ou Firmeza	A força máxima necessária para conseguir uma certa deformação.	Força máxima durante o primeiro ciclo de compressão.
	Coesividade	A capacidade de um material em resistir a uma segunda deformação.	$\frac{\text{Área 2}}{\text{Área 1}}$
	Elasticidade	A capacidade que um material tem de recuperar a sua forma original, após a primeira deformação.	$\frac{\text{Tempo 2}}{\text{Tempo 1}}$ ou $\frac{\text{Distância 2}}{\text{Distância 1}}$
	Adesividade	O trabalho necessário para vencer as forças de atracão entre a superfície do alimento e a superfície do êmbolo. Normalmente tem um valor negativo e nem todos os alimentos apresentam este parâmetro.	Área 3
Secundários	Fraturabilidade	Ponto onde o gráfico apresenta o seu primeiro pico durante a primeira compressão (antes do pico de força máximo da Dureza). Nem todos os produtos fraturam.	Primeiro pico de força durante o primeiro ciclo de compressão.
	Gomosidade	Relaciona-se com a mastigabilidade e traduz-se na energia necessária para quebrar um alimento com elevado grau de dureza e baixo grau de coesividade (semi-sólido).	$\frac{\text{Área 2}}{\text{Área 1}} \times \text{Dureza}$
	Mastigabilidade	Energia requerida para mastigar um alimento e também esta interligada à Gomosidade.	Gomosidade $\times$ Elasticidade

O texturómetro (Figura 8) é o equipamento usado na análise de textura de diversos alimentos. Este aparelho, apresenta uma célula de carga com massa variável entre 5 e 50 Kg, que necessita de ser calibrada a cada utilização. Para cada teste de análise de textura, deve ser colocada a sonda mais adequada ao tipo de alimento e aos tipos de parâmetros que se quer avaliar.



**Figura 8** – Texturómetro TA.XTPlus e pormenor de deformação de gelatina com sonda de compressão. (Fonte: Texture Technologies, s.d.)

Também é importante configurar corretamente cada teste, adaptando a altura do alimento e força de compressão que vai ser utilizada, entre outros critérios, pois de outra forma alguns dos valores dos parâmetros texturais obtidos podem não ser os mais corretos (Texture Technologies, s.d.).

#### **2.4.2.2 Parâmetros Sensoriais**

A alimentação encontra-se, desde sempre e de forma incontornável, presente no quotidiano do homem, ainda que, ao longo dos tempos, se tenha verificado uma clara mudança nos hábitos e nas preocupações inerentes ao consumo de géneros alimentícios, aliada à mudança social, à evolução científica e tecnológica, à expansão comercial e à globalização. Todas estas mudanças conduziram a um aumento da preocupação com a segurança e a qualidade alimentar, conceitos estes praticamente indissociáveis (Silva, 2015).

Dada a importância das características sensoriais dos produtos e o impacto destas nas escolhas diárias dos consumidores, a Análise Sensorial surge como uma ferramenta fulcral para o sector da indústria alimentar.

Uma análise sensorial é baseada na otimização de quatro fatores: definição do problema, onde é necessário saber exatamente o que se quer medir; planejar o teste, escolher o melhor teste a efetuar para obter os resultados desejados; instrumentação, selecionar e treinar os provadores para obter respostas reprodutíveis; interpretação de resultados, através do uso de ferramentas estatísticas e da escolha das hipóteses a estudar (Meilgaard *et al.*, 2000).

Segundo a Norma Portuguesa 4263 de 1994 e a ISO 2005, Análise Sensorial define-se como o “exame das características organoléticas de um produto pelos órgãos dos sentidos”, sendo organolética definida como “o que qualifica uma propriedade de um produto perceptível pelos órgãos dos sentidos”. Outros autores definem-na como “uma técnica cujo objetivo é a determinação das propriedades sensoriais ou organoléticas dos alimentos, isto é, a sua influência sobre os recetores sensoriais cefálicos antes e após a sua ingestão, e a investigação das preferências e aversões pelos alimentos determinadas pelas suas propriedades sensoriais” (Noronha, 2003).

Num programa de análise sensorial, o principal objetivo deve ser entender a importância das características sensoriais e o papel que desempenham na aceitação do consumidor. A análise sensorial pode auxiliar, de forma direta ou indireta, as empresas do setor alimentar num vasto leque de atividades, entre as quais estão, monitorização da concorrência, desenvolvimento, melhoramento e reformulação de produtos, determinação da vida útil, controlo de qualidade, aceitabilidade pelos consumidores, entre outras. Torna-se assim claro que a informação sensorial do produto é uma parte integrante da estratégia de negócio/marketing do produto e da própria marca (Silva, 2015).

Os testes usados para avaliar os produtos podem ser divididos em três grupos, os testes discriminativos ou de diferenciação, os testes descritivos e os testes afetivos. Os testes discriminativos são usados para determinar a probabilidade de diferença ou similaridade entre produtos. Por sua vez, os testes descritivos envolvem a detecção, descrição e quantificação das características dos produtos por painéis de provadores treinados. Os testes afetivos ou hedônicos relacionam-se com a avaliação dos produtos por parte dos consumidores, sendo usados com o objetivo de perceber até que ponto o consumidor gosta do produto, o prefere relativamente a outros ou o considera aceitável do ponto de vista das suas características sensoriais (Silva, 2015). A análise sensorial elaborada neste estudo, baseou-se essencialmente em dois testes, o teste descritivo CATA (*Check-All-That-Apply*) e o teste de aceitação através de uma escala hedónica de 9 níveis.

O CATA, é um dos grupos de testes cada vez mais usados. Não é um novo método por si só, mas tem como fundamento uma pergunta versátil de escolha múltipla que é cada vez mais aplicada para diversos fins na ciência sensorial e de consumidores, sendo principalmente usados para determinar quais as características sensoriais que podem ser específicas de um produto (Ares e Jaeger, 2013; Dooley *et al.*, 2010).

Aos inquiridos é lhes apresentado um objeto a ser avaliado, que pode ser um produto alimentar ou bebida e uma lista de termos que o caracteriza. A sua tarefa é simplesmente selecionar os itens que eles consideram apropriados e a relevância destas opções é posteriormente determinada através do cálculo da sua frequência de uso. Estas questões pertencem a um tipo específico de perguntas de escolha múltipla onde os inquiridos não são limitados à seleção de apenas uma hipótese de resposta, mas são livres de escolher todas as opções que considerarem mais adequadas. Nestes casos, em vez dos consumidores se esforçarem para dar uma resposta otimizada, os inquiridos por vezes preferem escolher as primeiras opções que lhes são apresentadas e passar à próxima questão, sem dar muita atenção aos restantes. Talvez por esta razão, normalmente seja apresentado um padrão de excelência onde, as opções mais destacadas (itens no topo da lista) são selecionadas com mais frequência, contrariamente àqueles que aparecem menos vezes (itens que aparecem no fim da lista) (Ares e Jaeger, 2013).

Contudo, se cada consumidor selecionar os seus próprios adjetivos, a análise torna-se bastante trabalhosa, tendo em conta que será necessário combinar os diversos termos semelhantes entre si. Por outro lado, os termos gerados por um painel treinado têm a vantagem descrever melhor o produto apesar de serem demasiado complexos para o consumidor habitual os compreender, o que se pode revelar uma limitação e, portanto, requerer a sua posterior simplificação. Torna-se por isso difícil manter a definição correta dos mesmos. O teste CATA requer instruções mínimas, sendo relativamente fácil e rápido de elaborar. No fim, a decisão do método mais adequado será sempre tomada pelo investigador (Dooley *et*

*al.*, 2010).

A aceitação e preferência das propriedades sensoriais dos alimentos, estão entre os critérios mais importantes para determinar a escolha dos produtos. Nos testes de preferência é necessária a seleção de um produto que é preferido/destacado em relação a outro. Por oposição, o teste de aceitação é feito através de uma escala hedônica de 9 níveis para quantificar a aceitação global do produto. Este é o método de classificação mais comum usado na indústria alimentar. Aqui, cada produto é apresentado individualmente aos consumidores e é elaborado o teste sem comparação direta com os restantes, escolhendo uma de 9 categorias distintas compreendidas entre os níveis “desgostei extremamente” e “gostei extremamente”. Esta pode ser considerada uma escala direta, pois permite que o consumidor avalie imediatamente o produto com a escolha de uma das categorias (Hein *et al.*, 2008; Jaeger e Cardello, 2009).

Uma limitação que se verifica é a tendência que os consumidores apresentam em evitar classificar os produtos os níveis mais extremos, limitando o número de categorias e a sua capacidade para diferenciar produtos de que gostam muito ou não gostam. Também se verifica que o nível neutro diminui a eficiência desta escala de aceitação, pois incentiva a que os consumidores o usem frequentemente por ser uma categoria segura (Jaeger e Cardello, 2009).

### 3 Materiais e métodos

Como referido anteriormente, o objetivo central do presente estudo foi desenvolver barras texturizadas a partir da polpa de pseudofruto de caju, utilizando gelano como gelificante.

#### 3.1 Materiais

Foi utilizado o pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale L.*), adquirido no estado do Ceará, Brasil. Os frutos foram previamente congelados e enviados para Portugal, tendo sido apenas descongelados (Figura 9) aquando do seu processamento e da análise, tendo sido escolhidos com base na maturação e ausência de danos físicos.



Figura 9 – Pseudofruto de caju.

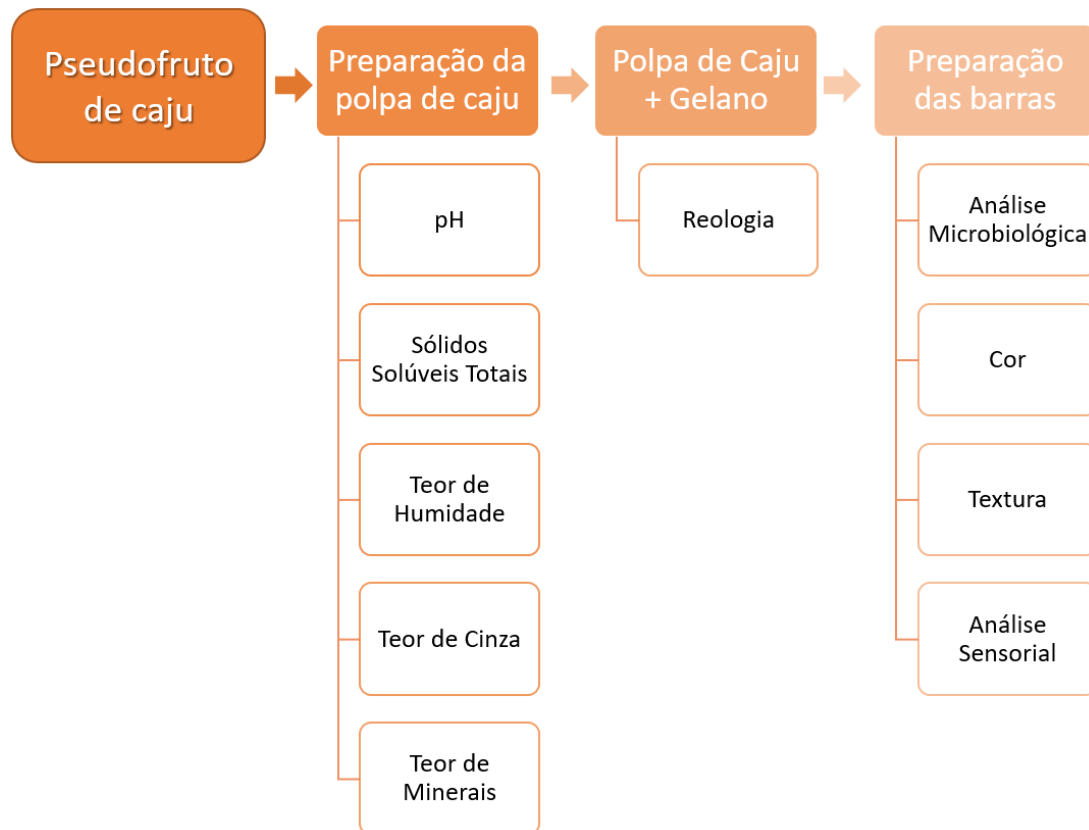
Como aditivos alimentares foram escolhidos dois tipos de goma gelano: baixo acilo LA (Kelcogel® F) e alto acilo HA (Kelcogel® LT100), ambos fornecidos pela CP Kelco Company, Atlanta, USA. As composições dadas pelo fornecedor encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Composições dos aditivos alimentares, Gelano LA e Gelano HA (Fonte: CP Kelco Company, USA).

COMPOSIÇÃO	Gelano LA	Gelano HA
Hidratos de carbono (g/100 g)	82	78
Humidade (g/100 g)	7	6
Ca <sup>2+</sup> (mg/100 g)	252	259
P (mg/100 g)	115	233
Fe <sup>2+</sup> (mg/100 g)	4	2
Mg <sup>2+</sup> (mg/100 g)	91	98
Na <sup>+</sup> (mg/100 g)	478	510
K <sup>+</sup> (mg/100 g)	4650	1930

### 3.2 Métodos

Neste estudo procedeu-se à caracterização a polpa do pseudofruto do caju e ao desenvolvimento de um produto texturizado a partir da polpa. O controlo analítico efetuado está identificado no esquema da Figura 10.



**Figura 10** - Esquemática das metodologias físicas, químicas e sensoriais aplicadas na polpa e barras de pseudofruto de caju.

#### 3.2.1 Preparação da polpa do pseudofruto de caju

Os pseudofrutos de caju foram descongelados, retiradas as castanhas, lavados em água corrente e higienizados, cortados em partes (sem retirar a pele) e, triturados numa Bimby Vorwerk Thermomix TM-31 durante 10 minutos com agitação constante a uma temperatura ambiente de  $20 \pm 2$  °C, até se obter polpa de consistência homogénea.

#### 3.2.2 Preparação das barras de polpa do pseudofruto de caju

A polpa obtida previamente foi aquecida até à temperatura de  $88 \pm 2$  °C durante 10 minutos sob agitação. Posteriormente, o gelano foi adicionado mantendo a temperatura e agitação constantes durante 3 minutos.

Com base no trabalho de Danalache (2014), onde foi usada a mistura de gelano e polpa de manga, foi escolhida a concentração de gelano total para a elaboração das barras

de caju de 1g de gelano por cada 100g de polpa (PC), variando nas proporções de *Low* (LA) e *High Acyl* (HA) – PC-LA/HA 100/0, PC-LA/HA 75/25, PC-LA/HA 50/50, PC-LA/HA 25/75. As diferentes misturas polpa de caju/gelano (PC-LA/HA) foram colocadas em moldes retangulares de silicone com as dimensões 50 x 27 x 10 mm, onde arrefeceram à temperatura ambiente até ser possível desenformar (Figura 11).



**Figura 11** – Moldes de silicone usados e barras de pseudofruto de caju.

As barras obtidas anteriormente, foram acondicionadas em embalagens de complexos laminados de alumínio/PET/PE (tereftalato de polietileno/polietileno) com 12 x 8 cm, e termoseladas (Figura 12). As películas combinam as vantagens das diversas camadas de material, proporcionando uma pequena taxa de transmissão de oxigénio entre o produto e o exterior e gerando uma barreira ao vapor de água e à luz (Danalache, 2014).

As amostras foram mantidas refrigeradas a uma temperatura de  $5 \pm 2$  °C até posterior análise.



**Figura 12** – Embalagens compostas por alumínio/PET/PE (tereftalato de polietileno/polietileno).

### 3.2.3 Métodos Analíticos

Todos os testes foram efetuados pelo menos em triplicado.

#### 3.2.3.1 Teor de Humidade

Foram colocadas 8 g de polpa de caju ( $m_1$ ) num cadinho e foram secas em estufa a  $105 \pm 5$  °C até massa constante, cerca de 10 horas. Depois de seca, a amostra permaneceu no exsiccador até atingir a temperatura ambiente. A amostra obtida ( $m_2$ ) foi novamente pesada, procedendo-se ao cálculo do teor de humidade através da equação 1:

$$\text{Teor de humidade (\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (1)$$

#### 3.2.3.2 Teor de Cinza

O teor de cinza foi determinado através do Método Oficial AOAC 923.03 (Helrich, 1990). As amostras presentes nos cadinhos depois de secas em estufa foram colocadas na mufla a uma temperatura de  $550 \pm 50$  °C, para a remoção da fase orgânica até se obter uma amostra totalmente incinerada e por isso uma cinza totalmente branca. Arrefeceu depois num exsiccador até à temperatura ambiente e foi pesada em balança de precisão até atingir uma massa constante. Este cálculo é baseado na seguinte fórmula, que calcula a percentagem de matéria inorgânica no alimento:

$$\text{Teor de cinzas (\%)} = \frac{\text{massa de cinza}}{\text{massa amostra inicial}} \times 100 \quad (2)$$

#### 3.2.3.3 Teor de Minerais

O teor de minerais foi determinado através do Método de Vandecasteele e Block, 1993. Às cinzas obtidas no método descrito anteriormente foram adicionados 10 mL de uma solução aquosa de ácido nítrico (1:1). A solução foi colocada em banho-maria a 95 °C durante 30 minutos. Em seguida, procedeu-se a uma filtração para um balão volumétrico de 100 mL e perfez-se o volume com água MiliQ. Foram determinados os seguintes minerais: sódio, potássio, cálcio, magnésio, ferro, cobre, zinco e manganês. A determinação dos diversos minerais foi feita posteriormente por espectrometria de absorção atómica. Os resultados são expressos em mg mineral/100 g de porção edível e são relativos à matéria seca.

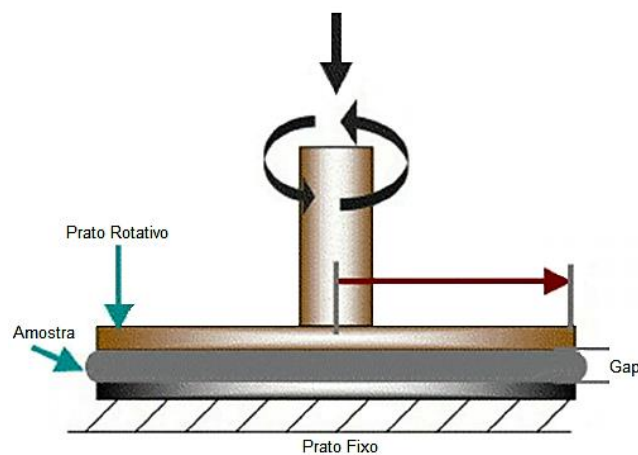
#### 3.2.3.4 pH e Sólidos Solúveis Totais

Através de um potenciómetro BASIC 2º CRISON, Espanha, foi feita a determinação do pH segundo a norma ISO 2173:2003, tendo sido calibrado com as soluções tampão 6,89 e 4,01.

Para a determinação dos Sólidos Solúveis Totais (SST) usou-se o refratômetro de bolso PAL-1, EUA, que foi calibrado com água destilada a temperatura ambiente. A escala Brix é definida pelo número de gramas de açúcar contidos em 100g de solução.

### 3.2.3.5 Reologia

Para melhor avaliar o efeito da proporção de PC-LA/HA nas barras, foram feitas análises reológicas num reômetro de tensão controlada MARS III Thermo Cientific Modular Advanced Rheometer System, Haake, Alemanha, equipado com um sistema “peltier” para controlar a temperatura. As diversas amostras foram colocadas sobre pratos paralelos serrados (PP35 –35 mm Ø) com um intervalo constante de 1 mm de espaçamento entre eles



**Figura 13** – Representação esquemática da disposição da amostra entre os pratos paralelos em análises reológicas. (Adaptado de: ResearchGate, 2013)

(Figura 13).

A preparação das amostras consistiu em dispersar as diversas misturas de gelano PC-LA/HA em 20 g de polpa do pseudofruto de caju, durante 10 min numa placa de aquecimento com magnete a uma temperatura ambiente de  $22 \pm 2$  °C, com base no trabalho de Danalache, 2014. Para se efetuar o estudo da concentração de gelano através de ensaios reológicos, foram preparadas amostras sem adição de gelano (controle), e com adição de 1g de gelano em 100g de polpa de caju, com as seguintes proporções: PC-LA/HA 100/0, PC-LA/HA 75/25, PC-LA/HA 50/50, PC-LA/HA 25/75 e PC-LA/HA 0/100. Em seguida, as misturas foram colocadas no prato do reômetro e cobertas com parafina líquida, de modo a minimizar a desidratação das amostras. Durante as análises, deu-se a gelificação e maturação do gel e foram também estudadas as suas propriedades mecânicas.

O teste de varrimento de tensões realizou-se à temperatura de 95 °C com intervalos de tensão de  $\tau = 10^{-1}$  a  $10^4$  Pa e  $f = 1,0$  Hz, e serviu para determinar a tensão a usar no teste de varrimento de temperaturas, que o precede. Este, consistiu em submeter cada amostra a uma temperatura de 95 °C durante 3 minutos sem qualquer oscilação, seguindo-se uma

rampa de temperatura de 95 °C a 20 °C com uma velocidade de arrefecimento de 1 °C/min, e  $f = 0,1$  Hz e  $\tau = 1,0$  Pa, de modo a determinar qual a temperatura de gelificação.

O teste de varrimento de tempo, fase de maturação, foi realizado para a avaliação de alterações e estabilidade na estrutura dos géis, em função do tempo. Esta monitorização foi efetuada a 20 °C com frequência  $f = 0,1$  Hz, e também a 5 °C com frequência  $f = 1,0$  Hz e com tensão constante contida na zona de viscoelasticidade linear, em ambos os casos. No fim deste teste, foi efetuado um teste de varrimento de tensões a 5 °C em intervalos de tensão de  $\tau = 10^{-1}$  a  $10^4$  Pa e  $f = 1,0$  Hz.

O teste de varrimento de frequências foi realizado a uma temperatura de 5 °C, num intervalo de frequências de  $f = 0,1$  a 100 Hz, com tensão constante contida na zona de viscoelasticidade linear. Através deste teste obtém-se um espetro mecânico que mostra a variação de  $G'$  (módulo elástico ou de armazenamento) e  $G''$  (módulo viscoso ou de dissipação) com a frequência ( $f$ ), e indica o tipo de organização da estrutura interna de cada amostra.

### 3.2.3.6 Cor

Foi utilizado um colorímetro CR-300 da marca Konica-Minolta, na determinação da cor das barras. O aparelho fornece três parâmetros:  $L^*$  (brilho ou luminosidade), que varia de branco a preto de 0 a 100;  $a^*$  (coordenada vermelho-verde), onde  $a^*$  positivo indica vermelho e  $a^*$  negativo indica verde; e  $b^*$  (coordenada amarelo-azul), onde  $b^*$  positivo indica amarelo e  $b^*$  negativo indica azul (Léon *et al.*, 2006).

De modo a avaliar a evolução da cor do produto, foi feito um estudo ao longo de 9 dias às diferentes formulações. As análises foram realizadas nos dias 0, 3, 6 e 9, tendo sido feitas quatro repetições em cada. Foi ainda efetuada a determinação da cor para a polpa sem gelano. Posteriormente, os valores obtidos de  $a^*$  e  $b^*$  de todas as repetições, foram convertidos nas dimensões *Hue* e *Chroma*, através das seguintes fórmulas:

$$Hue = 180 + \frac{(\arctg \frac{b^*}{a^*})}{6,2832} \times 360, \text{ se } a^* < 0 \quad (3)$$

$$Chroma = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (4)$$

### 3.2.3.7 Textura

A caracterização das barras foi realizada num texturómetro TA.XTplus da marca Stable MicroSystems, Ltd., Reino Unido, equipado com uma célula de carga de 50 N, de forma a reproduzir nas barras o efeito semelhante à dentada humana, segundo o método de Mandala *et al.*, 2002.

As amostras foram sujeitas a um teste de compressão, com dois ciclos de compressão intervalados por 5 segundos, até atingir o nível de deformação de 60% da altura inicial da barra, usando uma placa plana de alumínio de 60 mm de diâmetro.

Este teste de compressão focou-se apenas no parâmetro de dureza ou firmeza (N), que é definida como a força máxima necessária durante o primeiro ciclo de compressão (primeira dentada).

Este estudo decorreu ao longo de 12 dias, sendo que as análises foram efetuadas nos dias 0, 3, 6, 9 e 12 e cada amostra foi sujeita a 4 repetições, tendo sido efetuado posteriormente o respetivo tratamento estatístico. Todas as medições foram feitas a uma temperatura controlada de  $20 \pm 2$  °C.

### **3.2.3.8 Análise Microbiológica**

As amostras foram pasteurizadas a 90 °C durante 3 minutos, após o seu embalamento.

De modo a ser possível avaliar se o tratamento térmico realizado ao produto embalado foi eficaz, efetuou-se uma pesquisa microbiológica ao longo de 13 dias, com contagens nos dias 0, 3, 6, 9 e 13. As barras estiveram armazenadas a  $5 \pm 2$  °C até ao momento das análises, que foram elaboradas pelo Laboratório de Microbiologia do Instituto Superior de Agronomia, onde

foram determinadas contagens de mesófilos, bolores e leveduras e *Listeria monocytogenes* seguindo os procedimentos referidos nas legislações ISO 6610, NP 3277-1 e ISO 11290-2, para cada um destes respetivamente.

### **3.2.3.9 Análise Sensorial**

A análise sensorial foi realizada de modo a identificar a barra de polpa de pseudofruto de caju com mais aceitação pelo consumidor. Esta análise baseou-se num teste de aceitação através de uma escala hedónica de nove níveis e posteriormente num teste descritivo CATA (Check-All-That-Apply), onde foram apresentados 22 termos para caracterizar cada amostras. Foram elaboradas todas as amostras necessárias e posteriormente acondicionadas à temperatura de 5 °C até ao momento da análise, com uma antecedência de no máximo 2 dias.

A avaliação sensorial decorreu na Sala de Provas do Edifício Ferreira Lapa, no Instituto Superior de Agronomia, que dispõe de 6 câmaras de prova que se encontram de acordo com a NP 4258:1993 (em vigor) e com a Norma Internacional ISO 8589:2007 (Figura 14).

Oitenta consumidores participaram no teste após terem respondido a um questionário de pré-seleção, que teve como objetivo perceber o tipo de informação e conhecimento que os consumidores já tinham sobre o produto em estudo e, se o consumiam e de que for-



**Figura 14** – Cabine de prova do Edifício Ferreira Lapa, no Instituto Superior de Agronomia.

ma (ANEXO I). Dos participantes, 62 eram do sexo feminino e 18 do masculino, com idades compreendidas entre os 18 e 65 anos, recrutados entre alunos, professores e funcionários do Instituto Superior de Agronomia. Não foram oferecidos incentivos monetários.

De todas as formulações analisadas reologicamente, apenas foram testadas sensorialmente PC-LA/HA 100/0, PC-LA/HA 75/25, PC-LA/HA 50/50, PC-LA/HA 25/75, que foram apresentadas a cada provador à temperatura ambiente de  $20\pm 2$  °C e de forma aleatória, sendo etiquetadas com códigos de três dígitos gerados automaticamente com o formato xyz, onde y correspondia ao número de cada amostra pela ordem acima mencionada, e os outros dígitos consistiam em números ao acaso, como mostra a Figura 15.



**Figura 15** – Amostras da análise sensorial (Polpa de caju e as barras nas diversas formulações).

Juntamente com as barras texturizadas de caju, também foi facultado a cada provador uma amostra de polpa apenas para conhecimento da mesma. Também foi fornecida água para lavagem da boca entre as amostras (Carpenter *et al.*, 2000).

Foram analisados os parâmetros aparência, cor, aroma, textura, sabor e apreciação global. Cada parâmetro foi avaliado em nove níveis onde o primeiro nível, o mais baixo, “desgostei extremamente” e o nível mais alto, o nono, “gostei extremamente”. Também foi

incluído o parâmetro de intenção de compra, distribuído por 5 pontos, onde a classificação mais baixa foi “não comprava de certeza” e a mais alta “comprava de certeza” (ANEXO II) (Lim, 2011).

Posteriormente, cada provador respondeu a um teste CATA com 22 termos, onde marcavam aqueles que caracterizavam adequadamente o produto em análise, estes itens eram: homogênea, brilhante, pálida, presença de líquido (exsudado), firme, mole, macia, gelatinosa, pegajosa, quebradiça, succulenta, aroma frutado, aroma ácido, aroma doce, aroma de caju, sabor de fruta, sabor de caju, gosto ácido, gosto doce, concentrada, adstringente e sabor estranho. Cada provador teve de responder a estes testes para as quatro amostras que lhe foram apresentadas, a fim de determinar quais os atributos que os provadores conseguiram detetar nas diferentes amostras (ANEXO II) (Dooley e Meullenet, 2010; Ares *et al.*, 2010).

### **3.2.3.10 Análise Estatística**

A análise descritiva dos dados, foi realizada através das funcionalidades Microsoft Office Excel® (2016). Aos resultados das análises efetuadas em repetições (análises da cor e dureza), foi aplicado um teste de comparação entre os valores médios obtidos através do teste de LSD ou de Fisher (teste da diferença mínima significativa entre médias) para um nível de significância de 95% ( $p\text{-value} < 0,05$ ). Para o efeito recorreu-se ao *software* STATISTICA versão 6.0 (2001) (StatSoft Inc., Tulsa, USA).

Os resultados referentes à prova sensorial foram submetidos a uma análise multivariada, utilizado também o *software* STATISTICA ver. 6.0 (2001) (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA).

## 4 Resultados e Discussão

### 4.1 Caracterização da polpa do pseudofruto de caju

#### 4.1.1 Caracterização química

A composição da polpa do pseudofruto de caju, está representada na Tabela 4.

**Tabela 4** – Composição da polpa do pseudofruto de caju (valores médios e desvios padrão).

	Humidade (%)	Cinza (%)	pH	°Brix	Minerais (mg/100 g polpa)							
					Ca	K	Na	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
<b>Média</b>	85,22	0,20	4,67	13,10	0,78	111,19	9,13	11,95	0,14	0,16	0,08	0,08
<b>Desvio Padrão</b>	0,27	0,02	0,02	0,96	0,28	5,50	0,74	0,35	0,16	0,05	0,03	0,01

O teor médio de humidade obtido é de  $85,22 \pm 0,27\%$ , e encontra-se de acordo com os valores referidos pelos autores Paiva *et al.* (2000) e Berry e Sargent (2011), com 86% e 84,5% - 90,4% (na Tabela 1), respetivamente. A percentagem de cinza para a polpa de pseudofruto de caju apresentou o valor de  $0,2 \pm 0,02\%$ , valor ligeiramente inferior ao apresentado por Gadelha *et al.* (2009),  $0,275 \pm 0,004\%$ .

Os sólidos solúveis totais (°Brix) são frequentemente usados para determinar o grau de maturação dos frutos, indicando a quantidade de substâncias dissolvidas no sumo. Portanto, frutos com grau de maturação mais avançado têm °Brix mais elevado. O valor dos sólidos solúveis obtido vai de encontro aos valores compreendidos entre 11 e 13, presentes no estudo de Maia *et al.* (2007).

O valor de pH obtido de  $4,67 \pm 0,02$  neste estudo foi semelhante aos valores descritos por vários autores (Paiva *et al.*, 2000; Berry e Sargent, 2011). Outros autores ainda, como Gadelha *et al.* (2009), referem que os valores de pH são muito influenciados pelo estado de maturação dos frutos.

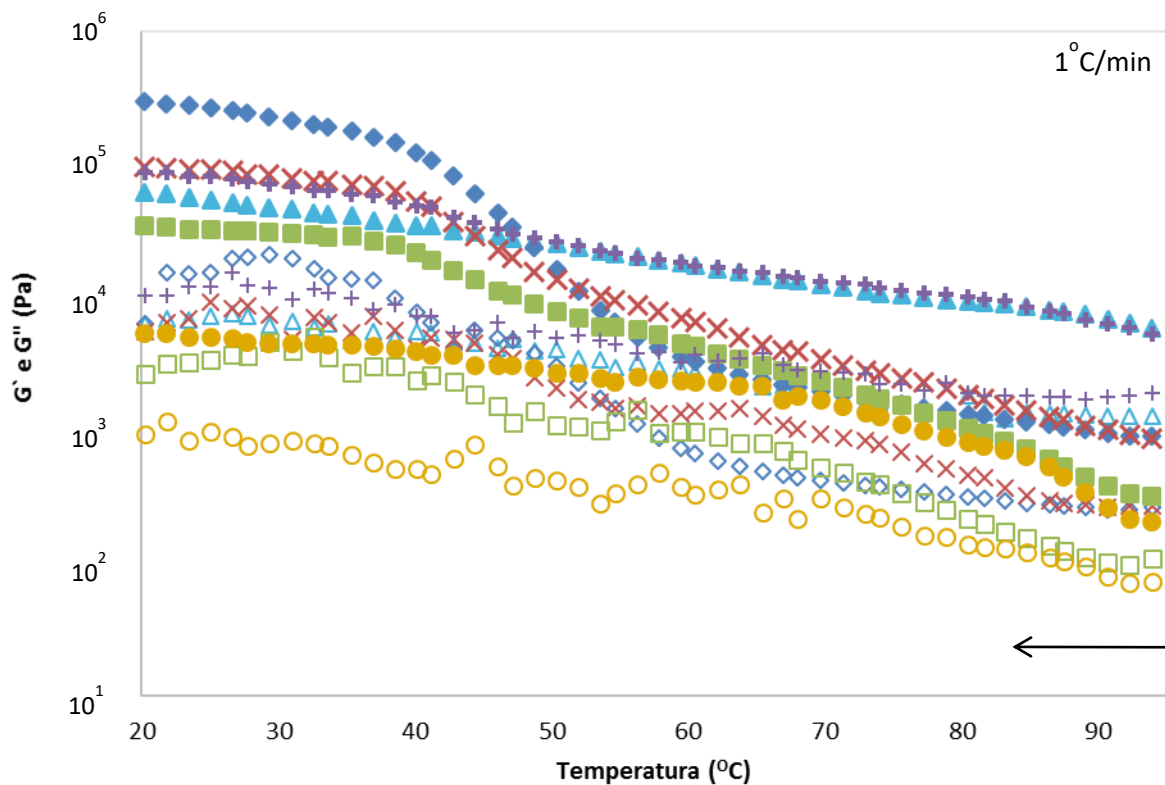
A composição da cinza encontra-se ligada à quantidade de substâncias minerais presentes nos alimentos (Gadelha *et al.*, 2009). Os minerais quantificados neste estudo encontram-se na Tabela 4. Os primeiros, Ca, K, Na e Mg pertencem ao grupo dos macrominerais, enquanto os restantes quatro, fazem parte do grupo do microminerais. A polpa de pseudofruto de caju analisada, revelou ser muito rica em potássio ( $111,19 \pm 5,5$  mg/100g de polpa), o que já era expectável, pois este mineral encontra-se frequentemente presente em frutas e hortaliças. A concentração de sódio na amostra foi de  $9,13 \pm 0,74$  mg/100g de polpa. Esta concentração é muito inferior à apresentada por Soares *et al.* (2004) de 36,4 mg/100g, estudo realizado em vários concentrados de frutos. Isso deve-se provavelmente à utilização de

conservantes, como sais de sódio nas polpas de fruta. Os valores de cálcio e magnésio nas polpas em estudo, foram de  $0,78 \pm 0,28$  e  $11,95 \pm 0,35$  mg/100g de polpa, respetivamente. O primeiro foi de encontro ao valor médio de 0,7 mg/100g, e o segundo, superior ao valor médio de 9,1 mg/100g, ambos apresentados no estudo de Soares *et al.* (2004).

Relativamente aos microminerais, os valores das amostras em estudo para o ferro com  $0,14 \pm 0,16$  mg/100g foi superior ao estudo de Soares *et al.* (2004). No entanto, pelo contrário e usando o mesmo termo de comparação, os restantes componentes, zinco, cobre e manganésio, apresentaram valores ligeiramente superiores aos da literatura.

#### 4.1.2 Caracterização reológica

Esta secção foca-se na cinética da formação do gel, tendo como objetivo estudar o efeito da concentração do polímero e da razão LA/HA no produto final, tendo em conta as diferentes características físico-químicas dos dois tipos de gelano utilizados.

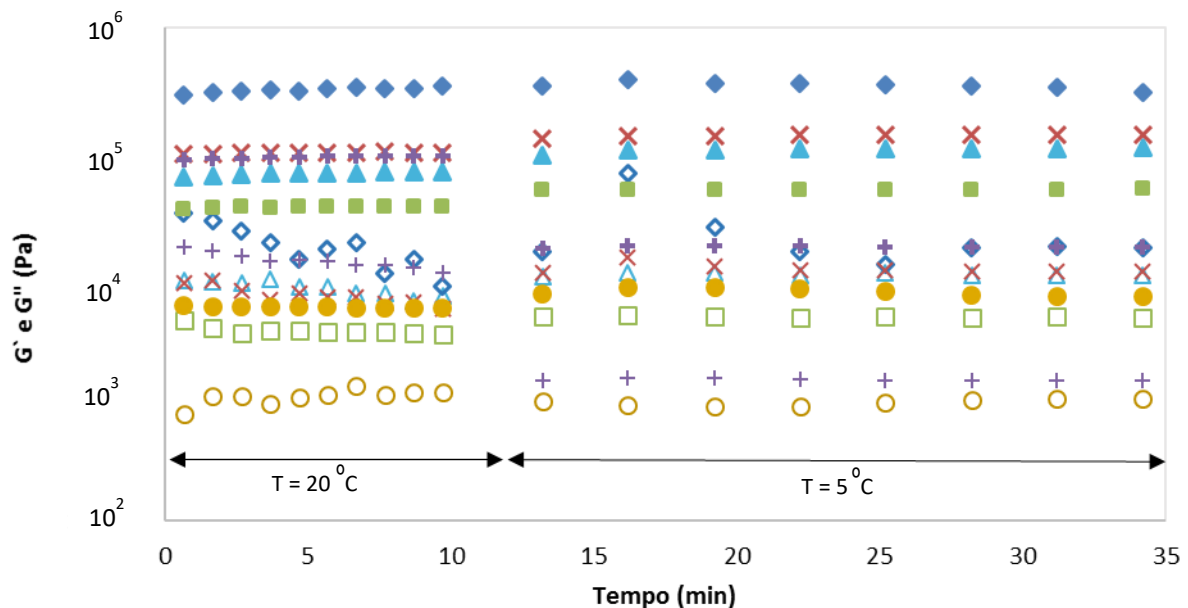


**Figura 16** – Teste de varrimento de temperaturas de polpa de caju e de polpa com adição de gelano LA e HA em diferentes proporções LA/HA com concentração total de 1% (m/m) de gelano. Símbolos fechados – Módulo de armazenamento ( $G'$ ); símbolos abertos – módulo de perda ( $G''$ ); ( $\blacktriangle$ ) PC; ( $\blacklozenge$ ) PC-LA/HA 100/0; ( $\times$ ) PC-LA/HA 75/25; ( $\blacksquare$ ) PC-LA/HA 50/50; ( $\blackplus$ ) PC-LA/HA 25/75; ( $\bullet$ ) PC-LA/HA 0/100.

A Figura 16 diz respeito a um teste de varrimento de temperaturas, que mostra qual o efeito dos tipos de gelano e das suas concentrações na variação dos módulos  $G'$  (de armazenamento) e  $G''$  (de perda) em função da temperatura.

O teste de varrimento de temperaturas, indica que o módulo  $G'$  que representa o comportamento elástico foi sempre superior ao módulo  $G''$  que representa o comportamento viscoso para todas as amostras, sem nunca se cruzarem. É de destacar à partida, que as curvas das barras com maior concentração de gelano LA são mais acentuadas, com variações superiores a uma década. Por outro lado, as amostras com concentrações de gelano HA apresentam menores variações, sucedendo o mesmo para a polpa. Danalache (2014) observou um comportamento semelhante durante o estudo de barras texturizadas de manga, usando o gelano com concentração total de 1%, como agente gelificante.

A temperatura inicial de gelificação para as misturas PC-LA/HA 75/25, PC-LA/HA 50/50 e PC-LA/HA 25/75 são respetivamente, 70 °C, 65 °C e 50 °C, aproximadamente. As temperaturas finais de gelificação, aquando da formação do gel, apresentaram valores máximos de 35 °C para PC-LA/HA 75/25, de 35 °C para PC-LA/HA 50/50 e de 40 °C PC-LA/HA 25/75. No entanto, os módulos  $G'$  continuaram a subir gradualmente, com o decréscimo da temperatura até aos 20 °C, para as três amostras. Verificou-se que para a amostra PC-LA/HA 0/100, ocorreu rapidamente uma subida de ambos os módulos para uma temperatura de 90 °C, em oposição à amostra PC-LA/HA 100/0, que se manteve relativamente estável e linear até à temperatura de 60 °C, onde se deu início à gelificação.



**Figura 17** - Teste de varrimento de tempo de polpa de caju e de polpa com adição de gelano LA e HA em diferentes proporções LA/HA com concentração total de 1% (m/m) de gelano. Símbolos fechados – Módulo de armazenamento ( $G'$ ); símbolos abertos – módulo de perda ( $G''$ ); ( $\blacktriangle$ ) PC; ( $\blacklozenge$ ) PC-LA/HA 100/0; ( $\times$ ) PC-LA/HA 75/25; ( $\blacksquare$ ) PC-LA/HA 50/50; ( $\blackplus$ ) PC-LA/HA 25/75; ( $\bullet$ ) PC-LA/HA 0/100.

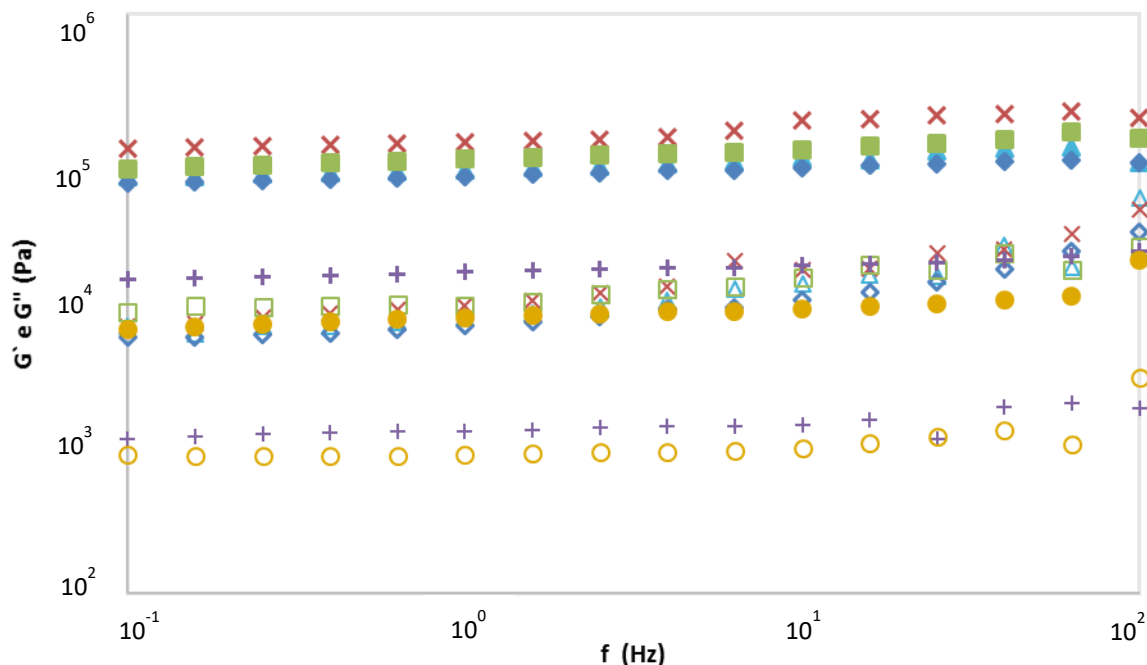
Para as amostras PC e PC-LA/HA 0/100, é notória uma estabilização do gel (módulos  $G'$  e  $G''$ ) após atingirem temperaturas máximas, contrariamente às restantes amostras, que só apresentam a mesma estabilização a partir dos 40 °C. Segundo Danalache (2014) os

valores dos módulos têm tendência para a linearidade depois de atingirem o seu valor máximo, que pode ser atribuído ao início da formação de uma rede interna completamente desenvolvida.

Logo após o varrimento de temperaturas, as amostras foram submetidas a um varrimento de tempo a 20 °C e 5 °C, um imediatamente depois do outro como mostra a Figura 17.

Todas as amostras apresentaram módulos constantes durante todo o intervalo de tempo estudado, mostrando uma maturação rápida do gel, com exceção para a amostra PC-LA/HA 25/75, que sofreu uma diminuição drástica em ambos os módulos durante a alteração das temperaturas. A polpa mostrou ter uma maturação próxima da amostra com concentração PC-LA/HA 75/25.

O aumento da concentração de LA comparativamente ao gelano HA, mostrou ter influência no aumento em ambos os módulos. Isto é visível quando as amostras com mais quantidade de gelano LA possuem módulos mais elevados, relativamente às que têm maiores quantidade de gelano HA. Inclusive, para a temperatura a 5 °C, é possível verificar que as amostras se encontram quase como que ordenadas por concentração, sendo que a que possui mais quantidade de gelano LA tem módulos mais elevados e a que apresenta menor



**Figura 18** – Teste de varrimento de frequências de polpa de caju e de polpa com adição de gelano LA e HA em diferentes proporções LA/HA com concentração total de 1% (m/m) de gelano. Símbolos fechados – Módulo de armazenamento ( $G'$ ); símbolos abertos – módulo de perda ( $G''$ ); ( $\blacktriangle$ ) PC; ( $\blacklozenge$ ) PC-LA/HA 100/0; ( $\times$ ) PC-LA/HA 75/25; ( $\blacksquare$ ) PC-LA/HA 50/50; ( $+$ ) PC-LA/HA 25/75; ( $\bullet$ ) PC-LA/HA 0/100.

quantidade tem módulos menores.

A Figura 18 apresenta um teste de varrimento de frequências para a amostra de polpa e para as amostras texturizadas, onde a tensão escolhida para o teste foi previamente determinada para as várias amostras, encontrando-se na região de viscoelasticidade linear.

A partir do espectro mecânico das amostras, verifica-se que a componente elástica ( $G'$ ) é sempre superior à componente viscosa ( $G''$ ). Para todos os casos, é visível que as amostras apresentam módulos crescentes com o aumentar da frequência.

Tal como para o teste de varrimento de tempo, também aqui se verifica que as amostras com mais quantidade de gelano LA possuem módulos mais elevados, relativamente às que têm maiores quantidade de gelano HA. No entanto, a amostra PC-LA/HA 100/0 tem módulos menores para o que seria de esperar. No global das amostras, observa-se uma diferença entre os módulos de cerca de uma década. Estes comportamentos são característicos de géis muito estruturados e fortes (Botelho, 2012).

É importante referir que as amostras se encontram dispostas em dois grupos muito distintos. O primeiro é constituído por PC-LA/HA 100/0, PC-LA/HA 75/25, PC-LA/HA 50/50 e PC, e o segundo grupo é constituído pelas amostras PC-LA/HA 25/75 e PC-LA/HA 0/100, mostrando novamente que os géis com módulos inferiores também são os que apresentam maior concentração de gelano HA, que é responsável por géis fracos e elásticos.

**Tabela 5** – Valores de declive  $\beta$  da regressão potencial para diferentes proporções LA/HA com concentração total de 1% de gelano.

<b>Amostras</b>	<b><math>\beta</math> (<math>G'</math>)</b>	<b><math>\beta</math> (<math>G''</math>)</b>
PC	0,063	0,240
PC-LA/HA 100/0	0,054	0,219
PC-LA/HA 75/25	0,094	0,244
PC-LA/HA 50/50	0,077	0,145
PC-LA/HA 25/75	0,058	0,064
PC-LA/HA 0/100	0,103	0,095

A Tabela 5 mostra os valores dos declives das equações potenciais para os módulos  $G'$  e  $G''$  das várias amostras. A dependência dos módulos com a frequência não é confirmada através da observação da variação dos valores de  $\beta$ , onde  $0,054 < \beta(G') < 0,103$  e  $0,064 < \beta(G'') < 0,244$ . Onde, para todas as proporções utilizadas, as amostras de polpa de caju texturizadas tornam-se cada vez mais dependentes da frequência quanto maior foi a concentração de gelano LA, o mesmo se verifica para a polpa, que apesar de não ter gelano, também é muito dependente da frequência.

## 4.2 Caracterização das barras de polpa do pseudofruto de caju

### 4.2.1 Caracterização física

Os valores médios da dureza e dos parâmetros de cor das diferentes barras analisadas ao longo dos doze dias, encontram-se na Tabela 6.

É importante referir que as diferentes barras foram submetidas à análise de textura no decorrer de 12 dias e à análise de cor num período de 9 dias. A polpa do pseudofruto de caju apenas foi analisada em termos de cor, juntamente com as análises mencionadas no capítulo 4.1.

A análise dos resultados permite observar em primeiro lugar uma boa estabilização da cor da polpa, quando processada unicamente a 90 °C durante 10 minutos por forma a poder dar origem às barras texturizadas.

**Tabela 6** – Dureza e cor das barras e de polpa de pseudofruto de caju (valores médios).

Dias	Formulação	Dureza	Luminosidade	Cromaticidade	Ângulo Hue
0	PC-LA/HA 100/0	23,72871	68,87750	30,21151	91,89257
	PC-LA/HA 75/25	22,39626	68,99750	30,41071	92,32996
	PC-LA/HA 50/50	34,05173	69,69250	29,62101	92,57148
	PC-LA/HA 25/75	24,51474	68,19600	29,91471	90,97836
3	PC-LA/HA 100/0	25,33119	66,94750	29,23894	91,91453
	PC-LA/HA 75/25	17,34677	69,90000	31,07389	91,09719
	PC-LA/HA 50/50	19,65227	69,14000	29,86056	92,58540
	PC-LA/HA 25/75	9,12736	67,54750	31,03268	91,19862
6	PC-LA/HA 100/0	25,19573	68,69200	31,39877	92,17960
	PC-LA/HA 75/25	25,25759	69,07000	30,15862	92,00246
	PC-LA/HA 50/50	15,16153	69,19500	31,15772	92,28274
	PC-LA/HA 25/75	11,42570	68,34500	30,51445	90,53370
9	PC-LA/HA 100/0	23,17007	67,65000	34,19666	93,24117
	PC-LA/HA 75/25	18,98412	69,68250	36,48730	91,07070
	PC-LA/HA 50/50	11,86601	71,11000	36,44349	91,38573
	PC-LA/HA 25/75	16,92382	70,91500	35,86295	90,71927
12	PC-LA/HA 100/0	25,17661	-----	-----	-----
	PC-LA/HA 75/25	20,61706	-----	-----	-----
	PC-LA/HA 50/50	15,38689	-----	-----	-----
	PC-LA/HA 25/75	6,27799	-----	-----	-----
	Polpa	-----	67,98333	35,33861	90,97783

#### 4.2.1.1 Cor

A cor e a dureza são características fundamentais dos alimentos e têm um papel muito importante na perceção visual (Arivazhagan *et al.*, 2010). O colorímetro tenta imitar a res-

posta do olho humano à cor, medindo com precisão as diferenças de tonalidade e a luminosidade (Palet, 2012).

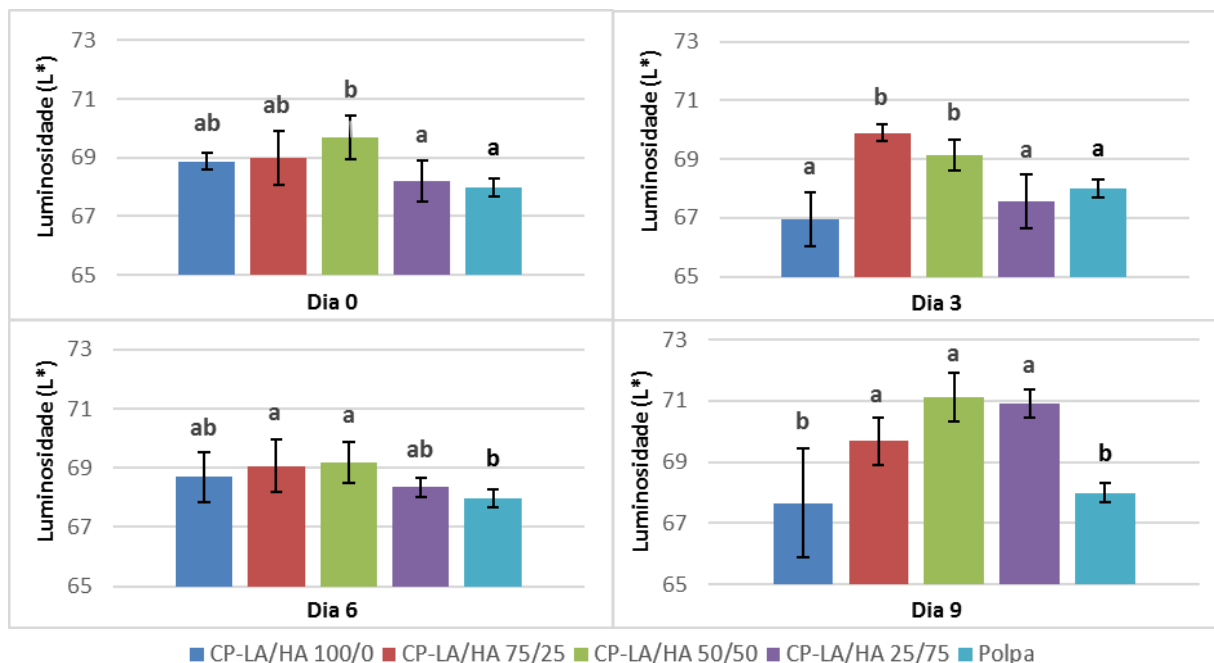
Na análise da cor das barras texturizadas, foram determinados três parâmetros, Luminosidade ( $L^*$ ), Cromaticidade ( $C^*$ ) e Ângulo Hue ( $h^\circ$ ), que podem ser usados para determinar a diferenciação da cor e na previsão da qualidade de vários tipos de produtos (MacDougall, 2002).

Para cada um destes, foram calculadas as médias e desvios padrão correspondentes a cada amostra para cada dia, e verificou-se se existiam diferenças mínimas significativas entre as médias através do teste de Fisher da ANOVA.

Na apresentação dos resultados, serão mostrados primeiro os dados referentes a cada parâmetro *versus* as diversas formulações em cada dia de análise e em seguida serão mostrados os resultados alusivos ao mesmo parâmetro *versus* os dias de análise para cada formulação.

Todas as amostras foram embaladas numa película de alumínio/PET/PE e permaneceram armazenadas a  $5\pm 2$  °C até ao momento da análise.

As coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , servem para definir a localização de qualquer cor no espaço de cor. O parâmetro  $L^*$ , refere-se à luminosidade e está compreendido entre 0 que corresponde à cor preto e 100 que corresponde ao branco. Este é um indicador de escurecimento, expressando também a claridade da amostra (MacDougall, 2002).



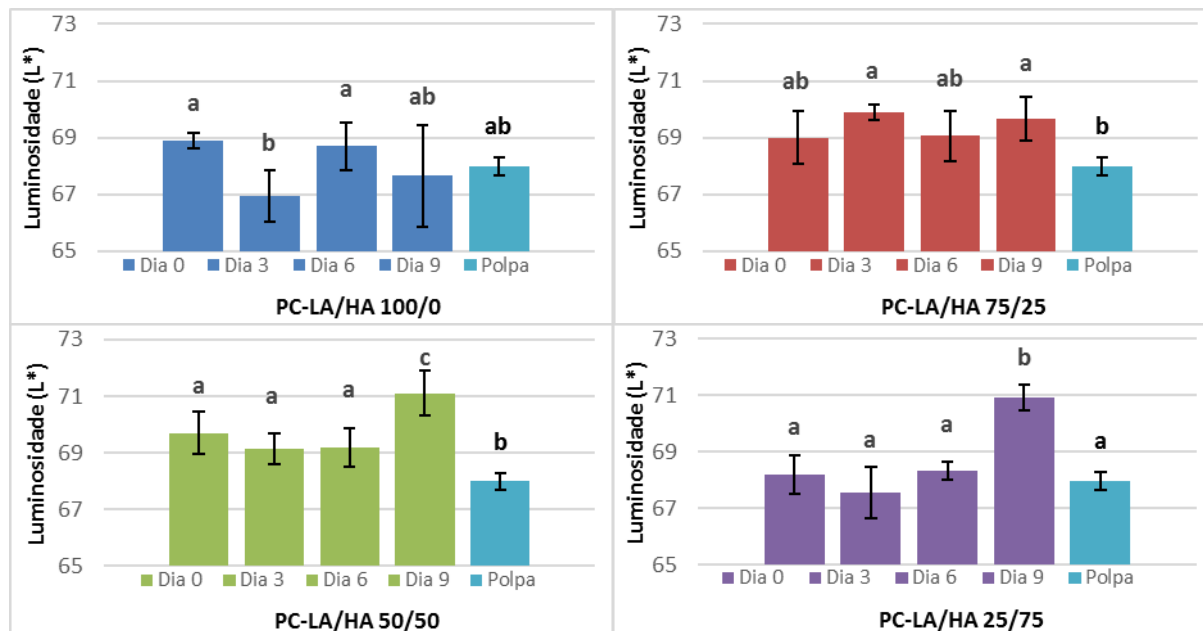
**Figura 19** – Valores médios de luminosidade para as várias formulações, analisados nos dias 0, 3, 6 e 9 e para a polpa. As barras verticais representam o desvio padrão e as diferentes letras assinalam as médias significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

A Figura 19 apresenta os valores médios de luminosidade para as várias amostras ao longo de um ensaio período de 9 dias. É apresentado como termo de comparação o valor para a polpa.

Todas as amostras, ao longo do tempo apresentaram valores de luminosidade acima de 65. O valor deste parâmetro é inversamente proporcional à coloração dos produtos, pois quanto mais escuro este for, mais baixo será o valor apresentado. Assim, amostras com brilho elevado apresentam valores próximos de 100.

No primeiro dia do estudo, os valores de luminosidade para todas as amostras foram relativamente próximos, contudo as formulações PC-LA/HA 100/0 e PC-LA/HA 75/25 mostraram não ser significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) nem das amostras com maior quantidade de gelano HA, nem relativamente à polpa. Contudo, a amostra que se mostrou mais diferente ( $p < 0,05$ ) das outras, foi a PC-LA/HA 50/50.

A amostra PC-LA/HA 75/25 foi a única amostra que apresentou valores idênticos ao longo dos dias, mostrando-se relativamente próxima da PC-LA/HA 50/50 em todos os dias de análise. Estas amostras foram as únicas que sofreram um aumento da luminosidade. É importante referir que a polpa, ao longo de todo o estudo, se mostrou sempre significativamente diferente ( $p < 0,05$ ) destas amostras, mostrando uma aproximação de valores de luminosidade das amostras com mais e menos gelano LA.



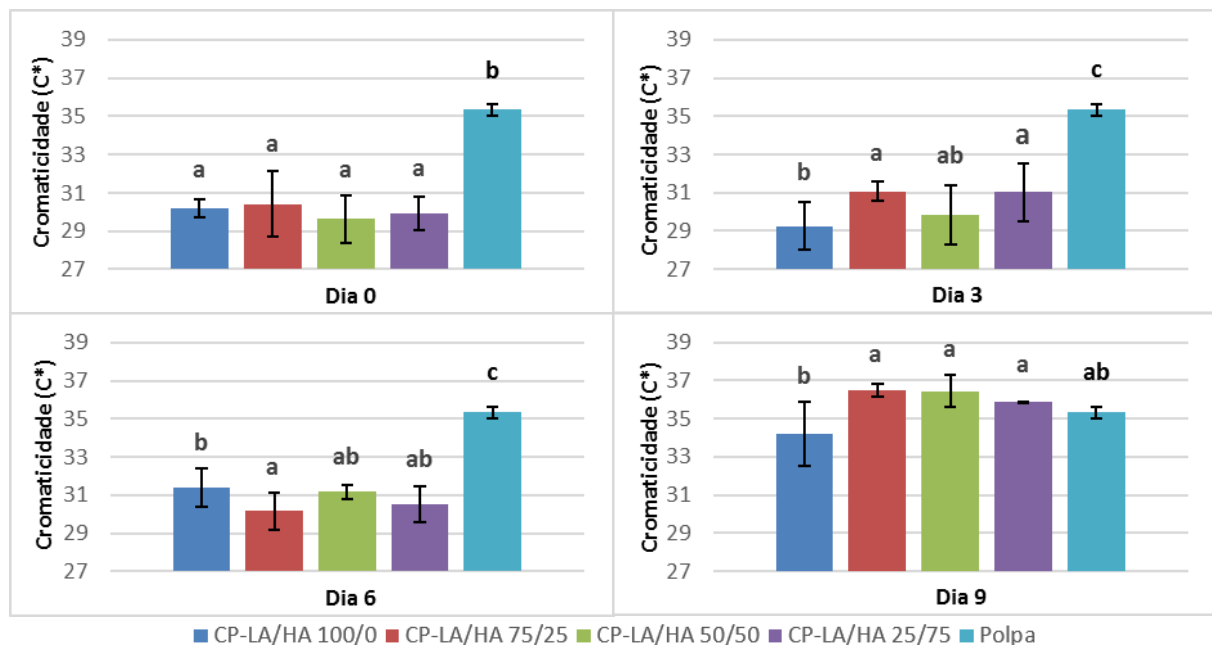
**Figura 20** - Valores médios de luminosidade em função de cada dia de análise e da polpa, para as diversas formulações. As barras verticais representam o desvio padrão e as diferentes letras assinalam as médias significativamente diferentes

Apresentando agora a luminosidade das várias formulações em função de cada dia de análise (Figura 20), é visível, de um modo geral, que todas as barras sofreram um aumento da luminosidade no dia 9 do estudo, com exceção para a PC-LA/HA 100/0 que apresentou um maior escurecimento.

Em comparação com a polpa, as amostras PC-LA/HA 75/25, PC-LA/HA 50/50 e PC-LA/HA 25/75 ao nono dia, mostraram não só ter diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), como também os seus valores médios conseguiram ser mais elevados que a média da polpa. A amostra PC-LA/HA 50/50 foi a que mais se destacou com valores de luminosidade mais elevados sendo por isso a amostra mais clara, opondo-se à amostra PC-LA/HA 100/0 que foi a que apresentou um maior escurecimento ao longo dos 9 dias. Porém, os valores médios de luminosidade variaram apenas entre 67 e 71%.

Como apurou Zepka *et al.* (2009), as altas temperaturas a que a polpa foi sujeita durante a produção das barras, podem ter feito diminuir a luminosidade do produto ainda antes das amostras terem sido colocadas em embalagens opacas logo após à sua elaboração.

A cromaticidade também é chamada de índice de saturação ou pureza e representa a distância entre as coordenadas da origem e o ponto de uma determinada cor, dentro do espaço de cor (MacDougall, 2002). A saturação diz respeito à vivacidade de uma cor e é tanto maior quanto maior for a pureza de uma cor. Por outro lado, quanto menor esse valor, mais próxima do cinzento é a cor. Este parâmetro é definido através de uma escala, onde 0 indica a inexistência de cor ou cor branca e 100% indica a cor normal. É calculada com base nos valores de  $a^*$  que corresponde às cores vermelho e verde, e  $b^*$  que corresponde às cores amarelo e azul (Bernardo, 2005).

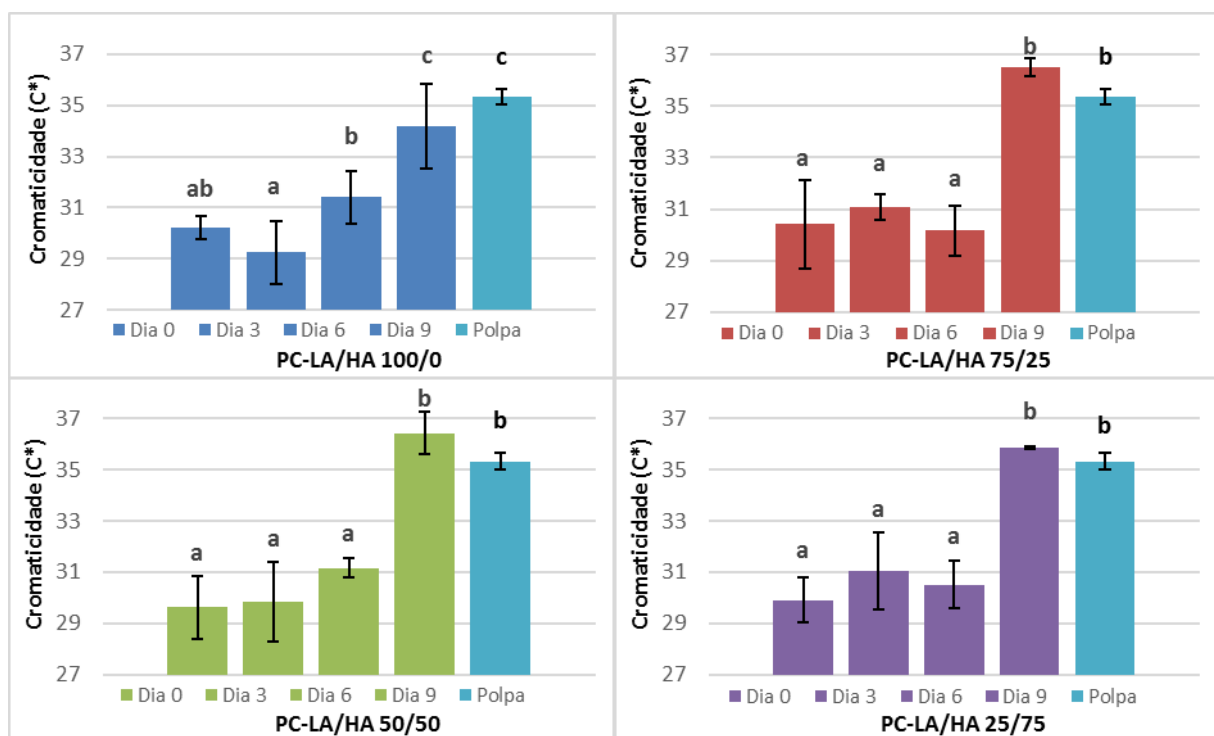


**Figura 21** - Valores médios de cromaticidade para as várias formulações, analisados nos dias 0, 3, 6 e 9 e para a polpa. As barras verticais representam o desvio padrão e as diferentes letras assinalam as médias significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

A Figura 21 apresenta os valores médios de cromaticidade no decorrer do estudo para as diversas formulações de barras de caju e polpa.

Em seis dias de análise, os níveis de cromaticidade para todas as barras foram muito reduzidos e significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ), quando comparados com a polpa.

Uma vez que o parâmetro de cromaticidade indica que 0 é a inexistência de cor ou cor branca e 100% indica a cor normal, é possível afirmar que a saturação da amostra é baixa e por isso apresenta uma cor mais próxima do branco. Assim, ao fim de nove dias, verificaram-se níveis de cromaticidade similares para todas as formulações com exceção para a PC-LA/HA 100/0, conseguindo atingir os valores apresentados pela polpa, o que significa que com o avançar do tempo, o nível de pureza da cor aumentou, aproximando-se assim de cores mais vivas. A partir dos dados, foi também possível verificar que os valores de  $b^*$ , que dizem respeito à cor amarela, aumentaram ao longo dos dias de forma positiva, onde a média do dia 0 foi aproximadamente +30 e a do dia 9 foi aproximadamente +36.

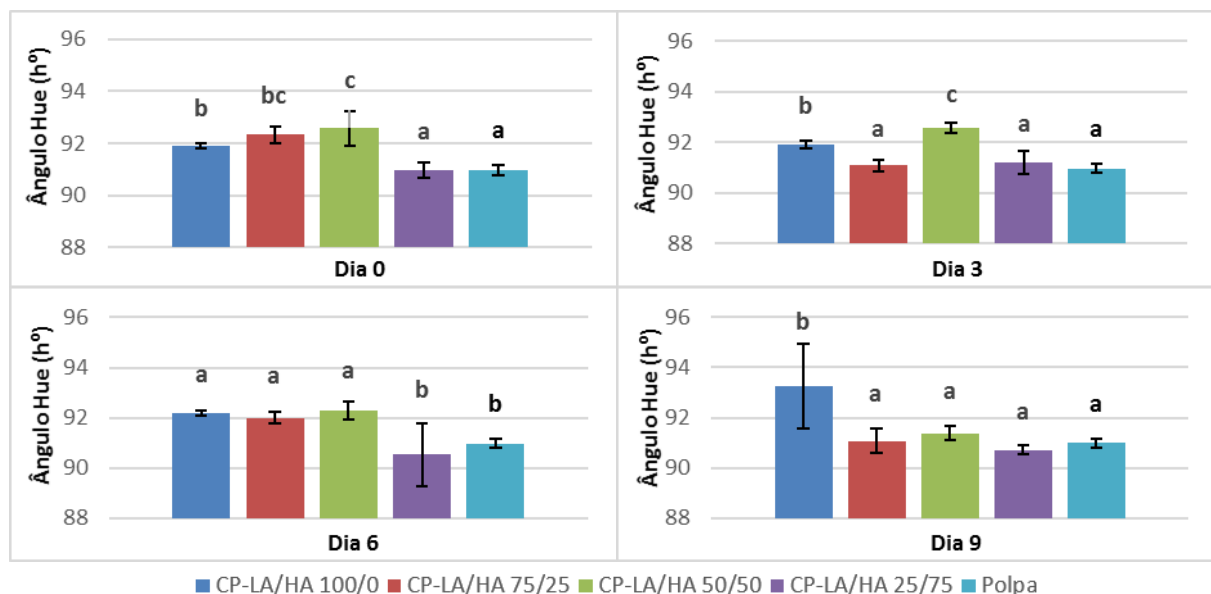


**Figura 22** - Valores médios de cromaticidade em função de cada dia de análise e da polpa, para as diversas formulações. As barras verticais representam o desvio padrão e as diferentes letras assinalam as médias significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

Observando agora as formulações ao longo dos vários dias (Figura 22), é possível constatar o que foi dito anteriormente, sendo visível um aumento do nível de saturação de cor de todas as barras ao nono dia de análise. No entanto, a formulação PC-LA/HA 100/0 ficou aquém de atingir o valor médio da polpa. Também os valores médios de cada amostra para o último dia quando comparados com a polpa, não mostraram ter diferenças significativas ( $p < 0,05$ ). É importante referir que apesar da subida da saturação por parte das amostras, estes valores ainda são considerados muito baixos.

A temperatura usada na produção das barras para promover a gelificação da polpa, também teve influência nos valores  $a^*$  e  $b^*$  que vão servir de base ao cálculo da cromaticidade. Com a observação dos dados, é possível entender o porquê de a saturação ser reduzida, pois os valores de  $a^*$  que correspondem a (+60) vermelho e (-60) verde, encontram-se próximos de zero, revelando ausência de cor (Moldão-Martins, 2015). O parâmetro  $b^*$ , corresponde a (+60) amarelo e (-60) azul, e os valores das amostras é de cerca de +30, justificando a cor amarela do produto. Segundo Zepka *et al.* (2009), este aquecimento pode ter causado perdas nas quantidades de  $\beta$ -caroteno presentes no pseudofruto de caju, visto que durante a trituração do mesmo para a obtenção da polpa, não foi necessário submeter a amostra à temperatura. No entanto, a subida acentuada no último dia pode ser devida ao escurecimento das amostras resultante de reações de Maillard, que é característica nos frutos, causando conseqüentemente a saturação da mesma.

A tonalidade é o atributo que corresponde a uma determinada cor, como azul, amarelo, verde, entre outros. O preto, o cinzento e o branco, não apresentam tonalidade. Este parâmetro tem como base a percepção humana da cor e é também chamado de Ângulo *Hue* e, como tal, abrange valores de 0 a 360 °, que fazem correspondência às diversas cores do espectro. (Bernardo, 2005). Este índice representa um tom de cor que normalmente diminui com a perda da cor verde dos produtos. A cor amarela, característica das barras texturizadas de caju é representada aos 90°, valores mais elevados correspondem à gama dos verdes até 180° (Moldão-Martins, 2015).



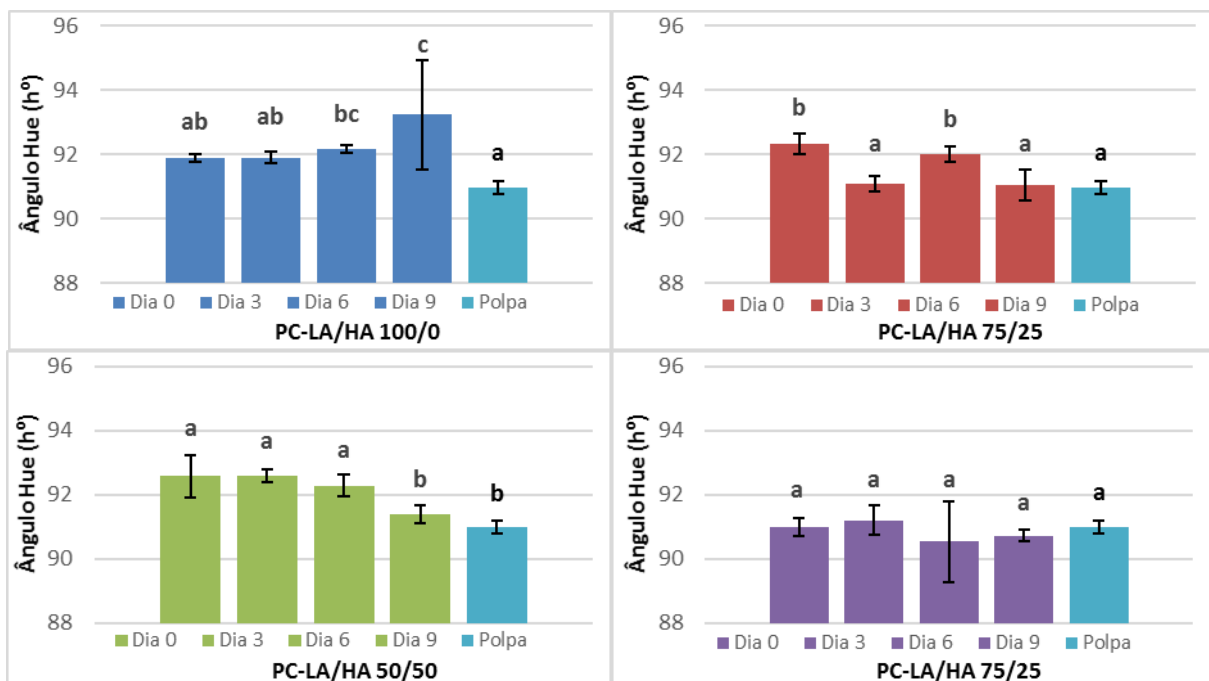
**Figura 23** - Valores médios do ângulo *Hue* para as várias formulações, analisados nos dias 0, 3, 6 e 9 e para a polpa. As barras verticais representam o desvio padrão e as diferentes letras assinalam as médias significativamente diferentes

A Figura 23 apresenta os valores médios do ângulo *Hue* para as várias formulações ao longo dos dias.

Ao observar os gráficos, é possível verificar no decorrer dos dias que a formulação que mais se aproximou da tonalidade da polpa foi PC-LA/HA 25/75. Para o último dia, também as barras PC-LA/HA 75/25 e PC-LA/HA 50/50 não mostraram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) relativamente à polpa.

De forma geral, as amostras apresentaram poucas variações nos valores médios ao longo do estudo, onde o valor mais baixo foi de  $90,53^\circ$  e o mais alto foi de  $93,24^\circ$ . Com isto, é possível afirmar que o efeito do tempo e as concentrações não tiveram grande influência na tonalidade das barras.

Segundo Moldão-Martins (2015), o intervalo de amplitudes dos ângulos apresentados corresponde à cor amarela. Esta situação está de acordo com o esperado, tendo em conta que corresponde não só à cor da polpa de caju e como também à das barras.



**Figura 24** - Valores médios do ângulo Hue em função de cada dia de análise e da polpa, para as diversas formulações. As barras verticais representam o desvio padrão e as diferentes letras assinalam as médias significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

Observando agora o comportamento de cada barra ao longo do tempo (Figura 24), é claramente visível que a barra PC-LA/HA 75/25 foi a que apresentou menos variações e mais semelhanças como com a polpa, que vem confirmar o que foi dito anteriormente. Ainda assim, verifica-se que a barra PC-LA/HA 50/50 diminui para valores de tonalidade próximos da polpa, com o passar dos dias. Já a amostra PC-LA/HA 100/0 foi a que apresentou mais diferenças, principalmente no último dia.

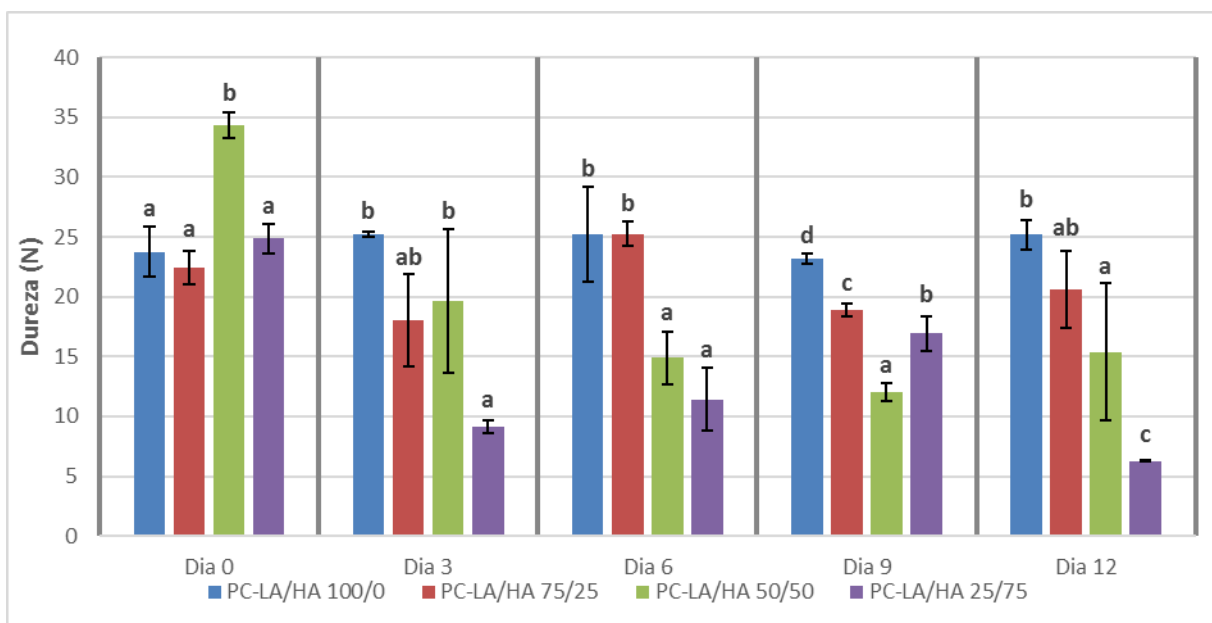
É perceptível que as barras com mais gelano HA, foram de encontro com os valores de Hue para a polpa, querendo isto dizer que este tipo de gelano não provoca tantas alterações da tonalidade como o gelano LA.

#### 4.2.1.2 Dureza

A análise do perfil de textura foi obtida pela compressão de 60% da altura inicial da barra e teve como objetivo verificar como é que as diferentes proporções de gelano LA/HA afetavam a textura das barras de caju. O parâmetro de dureza traduz-se na força máxima necessária para conseguir uma certa deformação (força máxima necessária no primeiro pico de compressão), e foi determinado para as diferentes formulações LA/HA com concentração total de gelano de 1%, num estudo que durou 12 dias. Todas as amostras foram embaladas numa película de alumínio/PET/PE e permaneceram armazenadas a  $5\pm 2$  °C até ao momento da análise.

A formação e a textura de géis são influenciadas por vários fatores como a concentração de gelano, o pH, a temperatura, a presença de iões metálicos, a influência de catiões monovalentes e divalentes na formação do gel e a presença de solutos como açúcares na mistura (Banerjee e Bhattacharya, 2013).

A Figura 25 representa a dureza das barras de pseudofruto de caju com diferentes formulações PC-LA/HA, no decorrer de 12 dias de ensaio.



**Figura 25** – Valores médios de dureza para as várias formulações de barras de PC-LA/HA com concentração total de 1% de gelano, num intervalo de 12 dias. As barras verticais representam o desvio padrão e as diferentes letras assinalam as médias significativamente diferentes\* ( $p < 0,05$ ).

\* As diferentes letras que assinalam as diferenças significativas entre médias, dizem respeito a cada dia separadamente.

Através da observação dos gráficos da Figura 25 e fazendo a comparação para cada dia, no dia 0 do estudo é possível verificar que as amostras PC-LA/HA 100/0, PC-LA/HA 75/25 e PC-LA/HA 25/75 mostraram não ser significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ). Contudo a formulação PC-LA/HA 50/50 destacou-se, apresentando dureza de 34 N, contrariamente

ao que seria de esperar, onde a amostra PC-LA/HA 100/0 deveria ser a formulação com maior dureza, pois de acordo com Lau *et al.* (2000) o gelano LA forma géis mais fortes e firmes e por isso, com maior dureza. Para este dia, não se verificou uma diminuição do parâmetro com a diminuição da concentração de gelano LA. Contudo, visto que as concentrações de LA e HA são iguais (50/50) para esta amostra, uma hipótese para o aumento da dureza podem ser as elevadas concentrações de iões  $\text{Ca}^{2+}$  presentes em ambos os gelanos adicionados à polpa, que promovem conseqüentemente a força da estrutura do gel, como constatou Huang *et al.* (2003). Ainda outra hipótese, pode ser o facto da proporção de HA na mistura ser elevada, que se traduz em maiores tensões à deformação, que leva os géis a não quebrarem tão facilmente, resultando conseqüentemente em níveis de dureza elevados. Assim, géis mais fracos podem apresentar elevadas tensões de deformação, como comprovou Huang *et al.* (2003).

No dia 3, as barras PC-LA/HA 100/0 e PC-LA/HA 50/50, não mostraram diferenças significativas entre elas ( $p < 0,05$ ). Os valores médios elevados da amostra PC-LA/HA 50/50, podem ser novamente explicados pela mesma razão que causou o elevado pico de dureza para a amostra PC-LA/HA 50/50 no dia anterior. Contudo, a barra PC-LA/HA 75/25 mostrou ter níveis de dureza similares tanto com as primeiras amostras como com a amostra com maior concentração de gelano HA.

Ao sexto dia, as duas amostras com maior quantidade de LA apresentaram diferenças significativas das barras com maior proporção de HA. Aqui, os níveis de dureza observados foram os esperados, mostrando-se concordantes com Lau *et al.* (2000).

No dia 9 da análise, todas as formulações se mostraram significativamente diferentes entre si ( $p < 0,05$ ). O comportamento apresentado pelas amostras PC-LA/HA 100/0, PC-LA/HA 75/25 e PC-LA/HA 50/50, mostrou-se de acordo com o esperado, ocorrendo uma diminuição da dureza juntamente com a diminuição da concentração de LA nas amostras. No entanto, a formulação PC-LA/HA 25/75 mostrou dureza superior à formulação PC-LA/HA 50/50.

No último dia do estudo, a média apresentada pela amostra PC-LA/HA 25/75 foi significativamente diferente de todas as outras. Ainda assim, esta amostra, revelou semelhanças entre as médias apresentadas pelas amostras PC-LA/HA 100/0 e PC-LA/HA 50/50. Para este dia de análise, o comportamento das barras apresentou-se como o esperado.

Fazendo uma análise transversal aos dias, a amostra PC-LA/HA 100/0 teve valores de dureza semelhantes ao longo dos vários dias de análise, onde a partir do terceiro dia, mostrou ser a formulação com maior dureza, estando de acordo com Lau *et al.* (2000) que afirma que o gelano LA forma géis mais fortes e firmes. A formulação de PC-LA/HA 75/25, mostrou-se sempre equiparada com PC-LA/HA 100/0, no entanto com valores ligeiramente inferiores, o que está de acordo com a decréscimo de gelano LA na mistura. As formulações

PC-LA/HA 50/50 e PC-LA/HA 25/75, deveriam apresentar valores de dureza menores quando comparadas com as outras amostras, devido à maior quantidade de gelano HA, mas tal não se observou durante os vários dias do ensaio. A elevada concentração de gelano HA na amostra, torna-a mais elástica, característica natural do gelano HA, promovendo uma maior resistência do gel, sendo necessária uma maior força para quebrá-lo (Danalache, 2014).

#### 4.2.2 Caracterização microbiológica

A carga microbiana presente nas barras gelificadas de caju foi determinada através da quantificação de mesófilos, bolores e leveduras e *Listeria monocytogenes*. Este estudo considerou um prazo de conservação de 13 dias após o tratamento térmico a 90 °C durante 3 minutos, e armazenamento das amostras a uma temperatura de refrigeração de  $5 \pm 2$  °C até ao momento de cada análise. As contagens foram feitas nos dias 0, 3, 6, 9 e 13.

**Tabela 7** – Contagens microbiológica de mesófilos, bolores e leveduras e *Listeria monocytogenes* das barras texturizadas de pseudofruto de caju.

	Amostras	Mesófilos UFC / g	Bolores e leveduras UFC / g	<i>Listeria monocytogenes</i> UFC / g
<b>DIA 0</b>	PC-LA/HA 100/0	<10	<100	<100
	PC-LA/HA 25/75	<10	<100	<100
	PC-LA/HA 50/50	<10	<100	<100
	PC-LA/HA 75/25	<10	<100	<100
<b>DIA 3</b>	PC-LA/HA 100/0	<10	<100	<100
	PC-LA/HA 25/75	<10	<100	<100
	PC-LA/HA 50/50	<10	<100	<100
	PC-LA/HA 75/25	$9,2 \times 10^2$	$2,7 \times 10^3$	<100
<b>DIA 6</b>	PC-LA/HA 100/0	<10	<100	<100
	PC-LA/HA 25/75	5	<100	<100
	PC-LA/HA 50/50	5	<100	<100
	PC-LA/HA 75/25	<10	<100	<100
<b>DIA 9</b>	PC-LA/HA 100/0	10	<100	<100
	PC-LA/HA 25/75	<10	<100	<100
	PC-LA/HA 50/50	<10	<100	<100
	PC-LA/HA 75/25	<10	<100	<100
<b>DIA 13</b>	PC-LA/HA 100/0	<10	<100	<100
	PC-LA/HA 25/75	<10	<100	<100
	PC-LA/HA 50/50	<10	<100	<100
	PC-LA/HA 75/25	30	<100	<100

A Tabela 7 apresenta os resultados das contagens microbianas das amostras ao longo do tempo. A aplicação do tratamento térmico nas amostras teve como objetivo estabilização do ponto de vista microbiológico, permitindo que as características do produto não se alterassem. As contagens de microrganismos aeróbios a 30 °C foi realizada com base na ISO 6610, os bolores e leveduras com base na Norma Portuguesa NP 3277-1 e a contagem de *Listeria monocytogenes* na ISO 11290-2.

As polpas de frutas não podem apresentar sujidades, presença de insetos, fungos ou leveduras ou até detritos orgânicos de substâncias de higienização (Bueno *et al.*, 2002).

Na análise dos mesófilos, verificou-se uma contagem mais elevada para a barra PC-LA/HA 75/25 de  $9,2 \times 10^2$  UFC/g, no dia 3. No entanto, houve um decréscimo da contagem no sexto dia do ensaio para as barras PC-LA/HA 25/75 e PC-LA/HA 50/50, com apenas 5 UFC/g e um conseqüente aumento no nono e decimo terceiro dias, com 10 UFC/g e 30 UFC/g para PC-LA/HA 100/0 e PC-LA/HA 75/25, respetivamente. Apesar da presença de colónias ao longo dos dias de estudo, verificou-se que no global não houve crescimento de mesófilos (<10 UFC/g). A presença elevada inicialmente, pode ser explicada com uma contaminação, pois nos dias que se seguiram, as contagens foram bastante mais reduzidas, com 5, 10 e 30 UFC/g. Com o avançar do tempo, a probabilidade de crescimento microbiano aumenta, e isso foi visível.

No que diz respeito aos bolores e leveduras, aconteceu uma situação semelhante no terceiro dia também para a formulação PC-LA/HA 75/25, onde se verificou uma contagem de  $2,7 \times 10^3$  UFC/g. No entanto, para os restantes dias e amostras, não se verificaram contagens (<100 UFC/g). Com a comparação destes resultados com os dos mesófilos, constata-se que esta contagem elevada estava presente em amostras com a mesma concentração de gelano e que de facto pode ter ocorrido uma contaminação pontual durante a elaboração destes produtos.

A *Listeria monocytogenes* tem grande capacidade de se multiplicar a temperaturas de refrigeração, favorecendo o seu crescimento em produtos hortícolas. Devido à *Listeria* estar presente na maioria dos vegetais, pode contamina-los através do corte, processamento e acondicionamento dos produtos (Vasconcelos, 2005). Apesar disso, não houve contagens (<100 UFC/g) nas barras de caju para todas as amostras, durante todos os dias do ensaio.

Comparando os resultados obtidos com os Valores Guia Para Avaliação Da Qualidade Microbiológica De Alimentos Cozinhados Prontos A Comer, do Instituto Ricardo Jorge, é possível constatar que para as contagens de mesófilos, o produto é considerado satisfatório (com limite de  $10^2$  UFC/g), com exceção para a contagem do terceiro dia, onde esse produto é considerado aceitável. No caso dos bolores e leveduras, todas as amostras foram consideradas satisfatórias, excetuando a amostra do terceiro dia, que é não satisfatória. As contagens de *Listeria*, no decorrer do ensaio revelaram-se todas satisfatórias.

Os resultados indicam que de facto o tratamento térmico a que as barras de pseudofruto de caju que foram sujeitas, se mostrou efetivo na inibição da carga microbiana ao longo dos 13 dias de estudo.

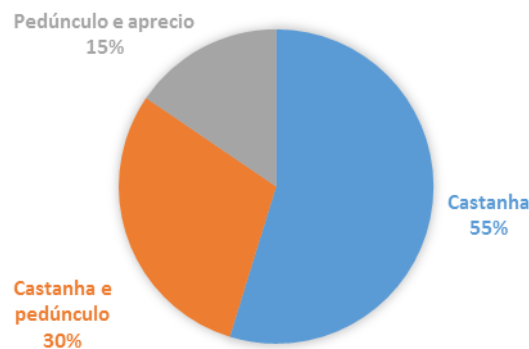
#### 4.2.3 Caracterização sensorial

As provas de análise sensorial foram realizadas de modo a determinar qual a barra de polpa de pseudofruto de caju com maior aceitação por parte do consumidor.

Neste teste participaram 80 consumidores, onde 18 pertenciam ao sexo masculino e 62 ao sexo feminino e cerca de 60% da população total inquirida tem entre 18-25 anos. Ninguém com menos de 18 anos e mais de 65, participou nesta análise.

Antes de proceder ao estudo em si, foi importante perceber com que frequência os participantes consumiam fruta e produtos com fruta. Mais de metade dos inquiridos disse consumir fruta diariamente. Contudo, ainda foram muitos os intervenientes que responderam que consumiam fruta semanalmente, quinzenalmente, mensalmente, semestralmente e nunca (16 pessoas; 20% dos inquiridos).

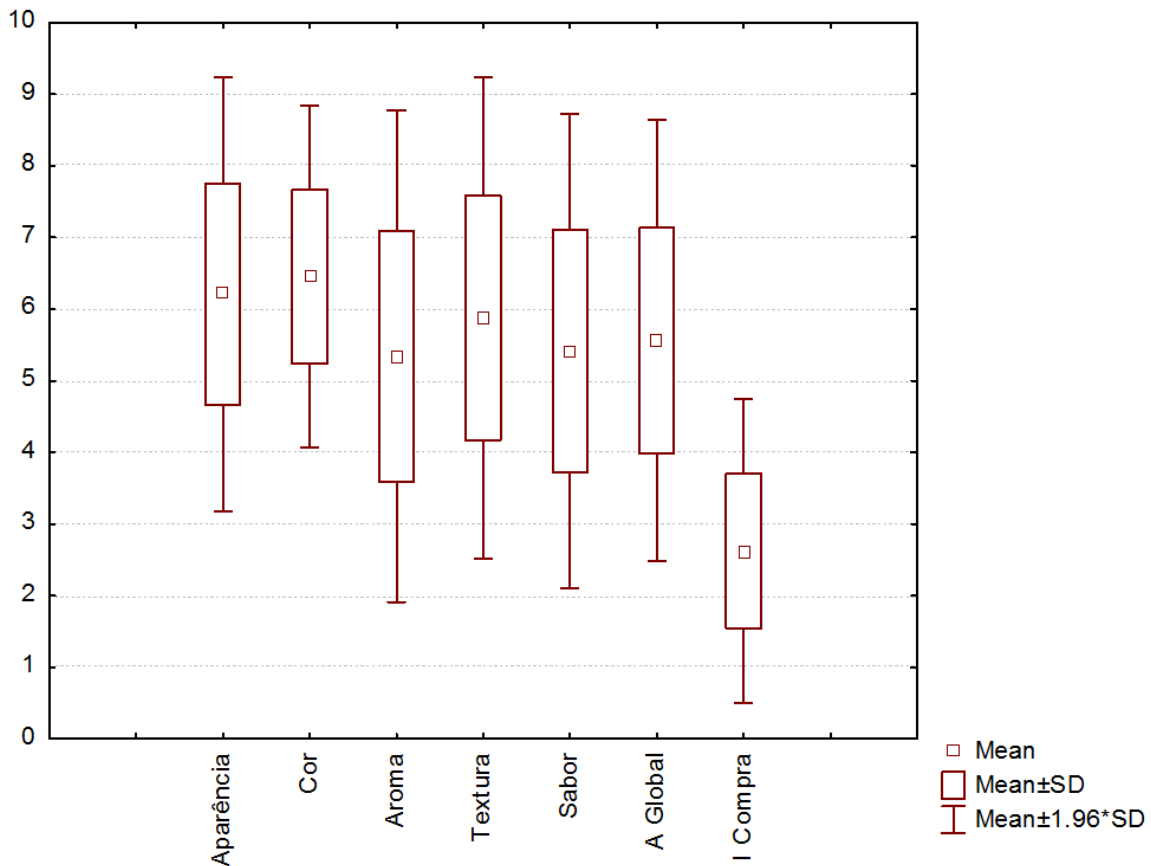
No que diz respeito ao conhecimento prévio sobre o caju e o seu pseudofruto, as pessoas conhecem maioritariamente a castanha, no entanto, apenas 13 pessoas (15%) conheciam o pseudofruto e gostavam (Figura 26).



**Figura 26** – Conhecimento do caju e pseudofruto por parte dos consumidores da análise sensorial.

A dispersão mede o grau de afastamento dos dados relativamente à sua média. E, como tal, uma dispersão menor revela uma maior homogeneidade dos resultados. Na Figura 27 é visível que o atributo que se revela mais homogéneo é a cor e também é aquele que tem um valor médio mais elevado, o que significa que os provadores gostaram da cor do produto e deram respostas mais próximas. Em oposição, o atributo aroma foi o que revelou piores resultados, sendo o mais heterogéneo e aquele que tem um valor médio mais baixo.

O atributo intenção de compra, avaliado em cinco categorias, apresenta também grande dispersão, o que pode ser justificado pelo desconhecimento do fruto em estudo por grande parte do painel. Os valores médios das respostas dadas pelos participantes localizados nos níveis 2 e 3 que correspondem a “possivelmente não comprava” e “talvez comprasse, talvez não comprasse”, respetivamente.



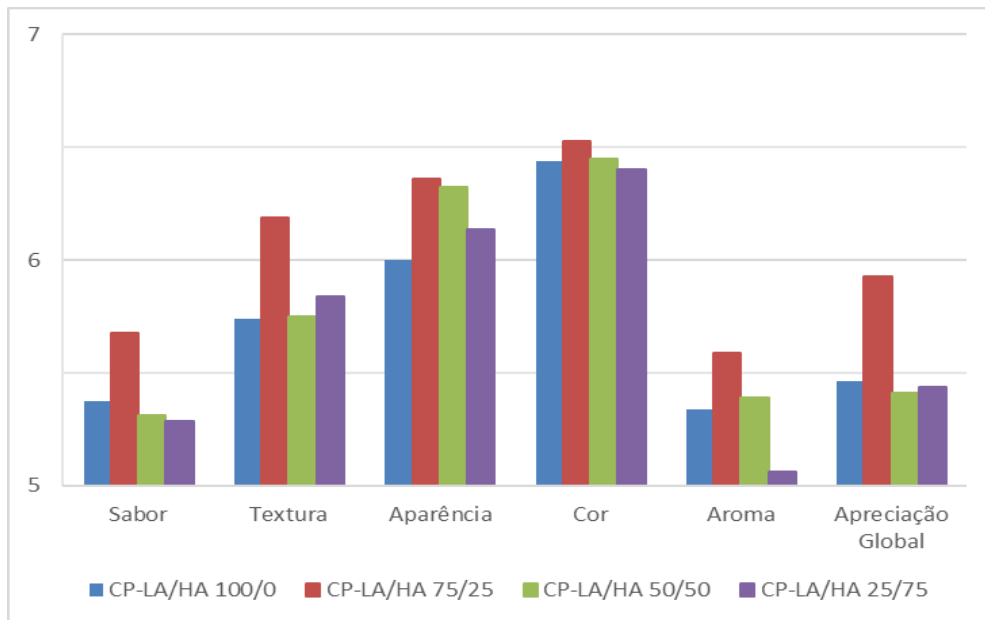
**Figura 27** – Médias e medidas de dispersão dos atributos analisados sensorialmente para as várias formulações.

A Tabela 8 apresenta os valores das modas e médias para os diversos atributos analisados sensorialmente para as diferentes amostras, através da aplicação da escala hedónica que compreende valores de 1 a 9, em que o primeiro nível, o mais baixo, indica “desgostei extremamente” e o nível mais alto, o nono, indica “gostei extremamente”.

**Tabela 8** - Modas e médias dos atributos analisados sensorialmente para as várias formulações.

Atributos		PC-LA/HA 100/0	PC-LA/HA 75/25	PC-LA/HA 50/50	PC-LA/HA 25/75
<b>Sabor</b>	<b>Moda</b>	6,0	6,0	6,0	6,0
	<b>Média</b>	5,4	5,7	5,3	5,3
<b>Textura</b>	<b>Moda</b>	6,0	<b>7,0</b>	6,0	6,0
	<b>Média</b>	5,7	6,2	5,8	5,8
<b>Aparência</b>	<b>Moda</b>	<b>7,0</b>	6,0	6,0	6,0
	<b>Média</b>	6,0	6,4	6,3	6,1
<b>Cor</b>	<b>Moda</b>	<b>7,0</b>	6,0	6,0	<b>7,0</b>
	<b>Média</b>	6,4	6,5	6,5	6,4
<b>Aroma</b>	<b>Moda</b>	6,0	<b>7,0</b>	<b>7,0</b>	<b>4,0</b>
	<b>Média</b>	5,3	5,6	5,4	5,1
<b>Apreciação Global</b>	<b>Moda</b>	6,0	6,0	6,0	6,0
	<b>Média</b>	5,5	5,9	5,4	5,4

Ao observar a Tabela 8, é possível verificar que os valores das médias para todos os atributos se encontram entre 5 e 6, que são precisamente os níveis centrais da escala hedónica e que estão associados às expressões, “não gostei nem desgostei” e “gostei ligeiramente”, respetivamente. Tal como foi referido pela literatura, é importante lembrar que frequentemente são escolhidos os níveis médios (ou neutros) da escala hedónica pelos consumidores. O mesmo foi verificado neste estudo.

**Figura 28** - Perfil sensorial das barras gelificadas de pseudofruto de caju utilizando os valores das médias dos atributos do teste sensorial.

No que respeita às modas, observa-se que os valores são maioritariamente mais elevados, estando compreendidos entre 6 e 7, que correspondem a “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, excetuando apenas o parâmetro aroma para a formulação

PC-LA/HA 25/75, onde a moda foi 4 que indica “desgostei ligeiramente. De um modo geral, é visível que nem sempre a média traduz os resultados da melhor forma.

O perfil sensorial representado na Figura 28, serve de complemento à Tabela 8 e permite visualizar graficamente a barra que apresenta melhor classificação para os provadores. Através da observação do gráfico, é possível verificar que a formulação PC-LA/HA 75/25, foi a mais aceite pelo painel de provadores.

No estudo realizado por Danalache (2014) com barras texturizadas de manga, os provadores preferiram a barra de formulação PC-LA/HA 25/75, afirmando que a baixa proporção de *Low Acyl* seria o suficiente para conferir a firmeza necessária ao produto, enquanto que o *High Acyl*, responsável pela suavidade iria conferir uma textura equilibrada ao produto.

**Tabela 9** - Tabela de frequências dos termos presentes no teste CATA (Check-All-That-Apply).

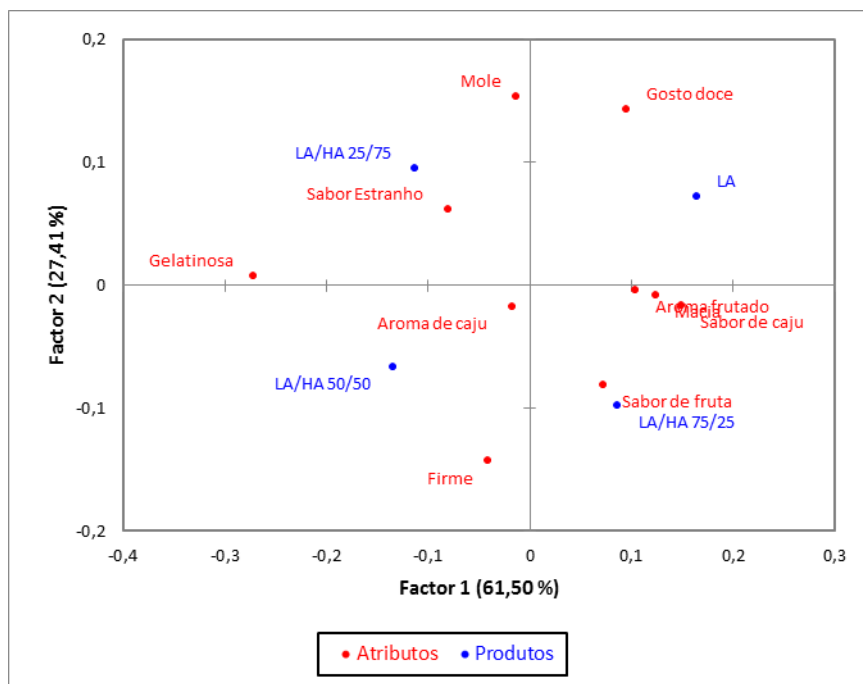
Características	PC-LA/HA 100/0	PC-LA/HA 75/25	PC-LA/HA 50/50	PC-LA/HA 25/75
Homogénea	<b>35</b>	<b>51</b>	<b>38</b>	<b>39</b>
Brilhante	25	27	25	26
Pálida	17	19	12	14
Presença de líquido	16	6	6	6
Firme	<b>29</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	30
Mole	26	22	21	<b>31</b>
Macia	28	28	22	22
Gelatinosa	20	31	<b>41</b>	<b>46</b>
Pegajosa	6	4	5	13
Quebradiça	6	6	6	8
Suculenta	13	12	7	10
Aroma frutado	<b>34</b>	<b>33</b>	28	27
Aroma ácido	11	8	9	6
Aroma doce	6	10	9	14
Aroma de caju	<b>30</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>32</b>
Sabor de fruta	21	30	20	22
Sabor de caju	27	32	19	24
Gosto ácido	10	7	3	2
Gosto doce	22	18	14	21
Concentrada	6	4	5	5
Adstringente	8	1	5	4
Sabor Estranho	22	18	25	24

Na Tabela 9 apresentam-se os resultados do teste CATA, que permite aos provadores a seleção dos atributos que consideram relevantes e mais apropriados para a caracterização de cada amostra. Foi calculada a frequência de uso dos vários itens, no sentido de perceber aqueles que são mais relevantes (mais frequentes) e, portanto, os que melhor definem cada

amostra. Apresentam-se os dados das contagens das frequências dos 22 termos usados na análise sensorial para as diversas amostras. A vermelho estão destacados os valores dos quatro termos que apresentaram maior frequência em cada formulação.

É necessário, porém, realçar alguns atributos que apesar de não serem os mais referidos, houve muitos provadores a mencioná-los, como é o caso de brilhante, macia, sabor de fruta, sabor de caju e sabor estranho. No que diz respeito ao termo brilhante, este é frequentemente associado aos géis compostos por gelano LA, contrariamente ao termo macia ou suave, que está muitíssimo ligado ao gelano HA. Posto isto, é natural que estes termos apareçam com alguma frequência.

Para os sabores de fruta e caju, já seria de esperar que se verificasse uma elevada contagem. No entanto, é interessante reparar que ainda assim, em todas as formulações foram assinaladas quase a mesma quantidade de respostas também para sabor estranho. Sabendo que o caju é um produto originário do Brasil e tendo em conta que este estudo foi realizado em Portugal onde praticamente só é conhecido o seu fruto, a castanha, como se verificou na Figura 26, é compreensível observar que entre 20% e 30% dos provadores tenham a opinião de que o produto tenha um sabor estranho, pois é um sabor que não conhecem.



**Figura 29** - Projeção dos atributos e produtos analisados no plano definido pelas duas primeiras componentes principais.

Os resultados do teste CATA foram ainda submetidos a uma análise multivariada, Análise em Componentes Principais (PCA) por forma a perceber quais os atributos que mais se relacionam com as diversas amostras (Figura 29).

A análise em componentes principais permite verificar que o plano definido pelas duas primeiras componentes principais explica 88,91% da variabilidade total dos resultados.

A primeira componente principal que explica 61,50% da variabilidade total, está correlacionada positivamente com os atributos aroma frutado, macia e sabor a caju e negativamente com o atributo gelatinosa. A segunda componente principal explica 27,41% da variabilidade total e está correlacionada positivamente com o atributo mole e gosto doce e negativamente com o atributo firme. É importante referir que os atributos negativos estão associados apenas à segunda componente principal.

A projeção das amostras no plano definido pelas duas primeiras componentes principais permite observar que a formulação que se mostrou mais associada a atributos considerados positivos no presente estudo (aroma frutado, sabor de caju, macia e gosto doce) foi a barra de polpa de caju com 75% de gelano LA e 25% de gelano HA (PC-LA/HA 75/25). Em oposição, a amostra PC-LA/HA 25/75 foi a que apresentou atributos menos desejáveis.

## 5 Conclusões

A realização da presente dissertação teve como objetivo a elaboração de um novo produto texturizado pronto a consumir, feito à base de polpa de pseudofruto de caju e goma gelano.

O presente estudo permite retirar as seguintes conclusões:

- Através das análises reológicas ao produto, foi possível verificar que todas as amostras mostraram ter estruturas estáveis com maturações rápidas dos géis, uma vez que os módulos  $G'$  e  $G''$  se encontraram distanciados de mais de uma década e também demonstraram comportamentos maioritariamente elásticos. Tanto a polpa como a amostra PC-LA/HA 0/100 apresentaram comportamentos semelhantes, formado gel a temperaturas mais elevadas em oposição às amostras com mais quantidade de gelano LA, que gelificaram sensivelmente aos 60 °C.
- Relativamente à textura das barras, observou-se que a amostra PC-LA/HA 100/0 foi a que apresentou maior nível de dureza, no entanto, por outro lado, também as amostras PC-LA/HA 50/50 e PC-LA/HA 25/75 mostraram ter elevada dureza, o que pode ser explicado através da elasticidade conferida pelo gelano HA, que promove uma maior resistência do gel.
- As análises de cor revelaram que a luminosidade da polpa e da amostra PC-LA/HA 100/0 foram semelhantes e que mostraram elevados níveis de escurecimento. Já a amostra PC-LA/HA 75/25 foi a única amostra que apresentou valores idênticos ao longo dos nove dias de estudo. Concluiu-se que as altas temperaturas a que a polpa foi sujeita durante a produção das barras, podem ter feito diminuir a quantidade de  $\beta$ -caroteno presente no fruto e conseqüentemente a luminosidade do produto. A cromaticidade ou saturação das amostras foi muito baixa, mas aumentou ligeiramente no último dia para todas as amostras, o que pode ser explicado pelas reações de Maillard. O ângulo *Hue* ou tonalidade confirmou que todas as amostras apresentavam cor amarela e que as amostras com maior quantidade de gelano HA tiveram uma tonalidade idêntica à da polpa. Também foi possível concluir que as concentrações e o tempo não tiveram influência na quantificação deste parâmetro.
- Verificou-se que todas as barras se apresentaram em conformidade durante 13 dias, após o tratamento térmico, não tendo sido detetadas contagens elevadas de mesófilos, bolores e leveduras e de *Listeria*.
- De um modo geral, a embalagem composta por alumínio/PET/PE (tereftalato de polietileno/polietileno) revelou ser eficiente na conservação do produto ao longo do tempo de prateleira, evitando alterações microbiológicas e físico-químicas.

- A análise sensorial revelou que ainda existem muitas pessoas que não consomem fruta regularmente. Apesar de não se verificar uma grande diferença relativamente às outras amostras a barra de polpa de caju preferida foi a PC-LA/HA 75/25, apenas com aproximadamente 7 valores numa escala de 9. No geral, os consumidores gostaram dos atributos de cor e aparência das barras, contudo não gostaram do seu aroma. Os atributos mais escolhidos pelos provadores no teste CATA foram homogénea, firme e aroma de caju. Contudo, as amostras PC-LA/HA 50/50 e PC-LA/HA 25/74 foram referidas como moles e gelatinosas, termos que não são os mais desejáveis. Apesar de não ser o conceito com mais contagens, muitos provadores referiram de forma semelhante para todas as amostras que estas tinham um sabor estranho. Num modo geral, o painel de provadores desgostou ligeiramente do produto e isso foi observável através dos baixos níveis e incerteza da sua intenção de compra. Uma explicação plausível é que o painel de provadores testado mostrou não estar familiarizados com o fruto, através das respostas dadas ao questionário.

No futuro, seria interessante realizar um novo estudo com polpas de frutos ou de mistura de frutos que fossem característicos de Portugal, como maçã de Alcobaça, pêra Rocha ou até outros mais frequentemente consumidos, que fossem conhecidos sensorialmente pela população. Também seria interessante focar o produto para o público desportista, escolhendo frutos e vegetais com propriedades de interesse. Um pouco em substituição das barras proteicas e de cereais já existentes.

Outra aplicação que seria interessante aprofundar, seria a aplicação deste novo produto adaptado à alimentação de crianças, como *snacks* de fruta prontos a consumir. Servindo como base os purés já existentes para bebés. Promovendo o consumo de frutas de forma saudável e prática para os mais novos.

## 6 Referências bibliográficas

- Ares, G., Deliza, R., Barreiro, C., Giménez, A. e Gámbaro, A. (2010). Comparison of two sensory profiling techniques based on consumer perception. *Food Quality and Preference*, 21(4): 417–426.
- Ares, G. e Jaeger, S. R. (2013). Check-all-that-apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. *Food Quality and Preference*, 28: 141–153.
- Arivazhagan, S., Shebiah, R. N., Nidhyandhan, S. S. e Ganesan, L. (2010). Fruit recognition using color and texture features. *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, 1(2): 90-94.
- Assunção, R. B. e Mercadante, A. Z. (2003). Carotenoids and ascorbic acid from cashew apple (*Anacardium occidentale* L.): variety and geographic effects. *Food Chemistry*, 81: 495–502.
- Akinhanmi, T. F., Atasie, V. N. e Akintokun, P. O. (2008). Chemical composition and physicochemical properties of cashew nut (*Anacardium occidentale*) oil and cashew nut shell liquid. *Journal of Agriculture, Food and Environmental Sciences*, 2(1): 1–10.
- Banik, R. M., Kanari, B. e Upadhyay, S. N. (2000). Exopolysaccharide of the gellan family: Prospects and potential. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 16(5): 407–414.
- Banerjee, S. e Bhattacharya, S. (2012). Food gels: gelling process and new applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52(4): 334–46.
- Banerjee, S., Ravi, R. e Bhattacharya, S. (2013). Textural characterization of gellan and agar based fabricated gels with carrot juice. *LWT - Food Science and Technology*, 53(1): 255–261.
- Barnes, H. A. (2001). An overview of rheology in the food industry. *e-rheo.pt*, 1: 16-25.
- Bastos, E.F.S.S. (2013). *Propriedades reológicas e de estabilização de emulsões do Fuco-pol*. Tese de Mestrado em Engenharia Alimentar. Instituto Superior de Agronomia - Universidade Técnica de Lisboa. 53 p.

- Bernardo, L. M. (2005). *Histórias da Luz e das Cores, volume 1*. (Vol. 1). Universidade do Porto Editorial- Universidade do Porto.
- Berry, A. D. e Sargent, S. A. (2011). Cashew apple and nut (*Anacardium occidentale* L.). In *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits* (pp. 414–423). Florida: Woodhead Publishing Limited.
- Botelho, F. S. (2012). *Efeito das gomas xantana e/ou guar na textura de pães isentos de glúten elaborados com farinhas de arroz e de milho*. Tese de Mestrado em Ciências Gastronómicas. Instituto Superior de Agronomia - Universidade Técnica de Lisboa. 102.
- Bueno, S. M., Lopes, M. do R. V., Graciano, R. A. S., Fernandes, E. C. B. e Garcia-Cruz, C. H. (2002). Avaliação da qualidade de polpas de frutas congeladas. *Revista Institucional Adolfo Lutz*, 62(2): 121–126.
- Bourne, M. C. (1982). *Food texture and viscosity: Concept and measurement*. New York: Academic Press, Inc. 325p.
- Carpenter, R. P., Lyon, D. H. e Hasdell, T. A. (2000). *Guidelines for sensory analysis in food product development and quality control* (2ª Ed.). Gaithersburg, Maryland: Aspen Publishers, Inc. 210 p.
- Castro, A. G. (2003) *A Química e a Reologia no Processamento de Alimentos*. Instituto Piaget, Lisboa.
- Civera, G.A. (2012). *Plásticos Biodegradables*. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial – Universidad Zaragoza. 103 p.
- Danalache, F. A. (2014). *Novel ready-to-eat mango product using gellan gum as gelling agent: Physico-chemical, microbial and sensory characteristics*. Tese de Doutoramento em Química Sustentável. Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. 182 p.
- Danalache, F., Beirão-da-Costa, S., Mata, P., Alves, V. D. e Moldão-Martins, M. (2015). Texture, microstructure and consumer preference of mango bars jellified with gellan gum. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1): 584–591.

- Danalache, F., Mata, P., Moldão-Martins, M. e Alves, V. D. (2015a). Novel mango bars using gellan gum as gelling agent: Rheological and microstructural studies. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1): 576–583.
- Douaire, M. e Norton, I. T. (2013). Designer colloids in structured food for the future. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(13): 3147–3154.
- Dooley, L., Lee, Y. e Meullenet, J. (2010). The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. *Food Quality and Preference*, 21: 394–401.
- FAO - Food and Agriculture Organization. (2015). *FAOSTAT - Statistics Division*. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/T/TP/E>. Acesso em: 02/05/2016.
- Ferreira, G.M. (2008). *Estudo das propriedades reológicas do sistema polpa de cupuaçu – biopolímeros*. Tese de Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. Escola de Química - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2008. 107 p.
- Fischer, P. e Windhab, E. J. (2011). Rheology of food materials. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 16(1): 36–40.
- Gadelha, A. J. F., da Rocha, C. O., Vieira, F. F. e Nascimento Ribeiro, G. (2009). Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de abacaxi, acerola, cajá e caju. *Revista Caatinga*, 22(1): 115-118.
- Hein, K. A., Jaeger, S. R., Carr, B. T. e Delahunty, C. M. (2008). Comparison of five common acceptance and preference methods. *Food Quality and Preference*, 19: 651–661.
- Helrich, K. C. (1990). *Official methods of Analysis of the AOAC. Volume 2*. 15th Ed. Association of Official Analytical Chemists Inc.
- Hill, M. (2004). Product and process design for structured products. *AIChE Journal*, 50(8): 1656–1661.
- Huang, Y., Tang, J., Swanson, B. G. e Rasco, B. A. (2003). Effect of calcium concentration on textural properties of high and low acyl mixed gellan gels. *Carbohydrate Polymers*, 54(4): 517–522.

- INE. (2015). *Estatísticas Agrícolas 2014*. Disponível em: [https://www.ine.pt/ngt\\_server/attachfileu.jsp?look\\_parentBoui=232758675&att\\_display=n&att\\_download=y](https://www.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=232758675&att_display=n&att_download=y). Acesso em: 25/06/2016
- INE. (2016a). *Consumo humano de frutos per capita (kg/ hab.) por Espécie frutícola, Balanços de Aprovisionamento de Produtos Vegetais*. Disponível em: [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_indicadores&indOcorrCod=0000166&contexto=bd&selTab=tab2](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000166&contexto=bd&selTab=tab2). Acesso em: 25/06/2016.
- INE. (2016b). *Consumo humano de frutos (t) por Espécie frutícola, Balanços de Aprovisionamento de Produtos Vegetais*. Disponível em: [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_indicadores&indOcorrCod=0000165&contexto=bd&selTab=tab2](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000165&contexto=bd&selTab=tab2). Acesso em: 25/06/2016.
- INE. (2016c). *Consumo humano de frutos (t) por Espécie frutícola (Balanços de mercado), Balanços de Aprovisionamento de Produtos Vegetais*. Disponível em: [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_indicadores&indOcorrCod=0000162&contexto=bd&selTab=tab2](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000162&contexto=bd&selTab=tab2). Acesso em: 25/06/2016.
- ISO 2173:2003 - *Fruit and vegetable products – Determination of soluble solids – Refractometric method*.
- ISO 6610:1992 - *Milk and milk products - Enumeration of colony-forming units of microorganisms - Colony-count technique at 30 °C*.
- ISO 8589:2007 - *Sensory analysis - General guidance for the design of test rooms*.
- ISO 11290-2:1998 - *Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection and enumeration of Listeria monocytogenes - Part 2: Enumeration method*.
- Jaeger, S. R. e Cardello, A. V. (2009). Direct and indirect hedonic scaling methods: A comparison of the labeled affective magnitude (LAM) scale and best–worst scaling. *Food Quality and Preference*, 20: 249–258.
- Kasapis, S., Giannouli, P., Hember, M. W. N., Evageliou, V., Poulard, C., Tort-Bourgeois, B. e Sworn, G. (1999). Structural aspects and phase behaviour in deacylated and high acyl gellan systems. *Carbohydrate Polymers*, 38(2): 145–154.

- Kini, G. G. (2013). *Mouthwatering Food Recipes*. Disponível em: [http://mouthwateringfoodrecipes.blogspot.pt/2013/05/268-bibbya-upkari\\_11.html](http://mouthwateringfoodrecipes.blogspot.pt/2013/05/268-bibbya-upkari_11.html). Acesso em: 23/04/2016.
- Kubo, I., Vieira, P. C., Komatsu, S. e Ochi, M. (1993). Antitumor agents from the cashew (*Anacardium occidentale*) apple juice. *Food Chemistry*, 41(6): 1012–1015.
- Lawless, H.T. e Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practice*. 2ª Ed., Springer Science+Business Media, LLC., New York, EUA, 596 p.
- Larson, R.G. (1999). *The structure and rheology of complex fluids*. Oxford University Press, New York.
- Lau, M. H., Tang, J. e Paulson, A. T. (2000). Texture profile and turbidity of gellan/gelatin mixed gels. *Food Research International*, 33(8): 665–671.
- León, K., Mery, D., Pedreschi, F. e León, J. (2006). Color measurement in L\*a\*b\* units from RGB digital images. *Food Research International*, 39(10): 1084–1091.
- Lim, J. (2011). Hedonic scaling: A review of methods and theory. *Food Quality and Preference*, 22(8): 733–747.
- Lorenzo, G., Zaritzky, N. e Califano, A. (2013). Rheological analysis of emulsion-filled gels based on high acyl gellan gum. *Food Hydrocolloids*, 30(2): 672–680.
- Luvizetto, D.G. (2007). *Cultivo da bactéria Bacillus megaterium para produção do biopolímero poli (3-hidroxibutirato) e modelagem matemática do bioprocesso*. Tese de Mestrado em Engenharia Química. Escola de Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 105p.
- Maia, G. A., Sousa, P. H. e Lima, A. D. S. (2007). *Processamento de sucos de frutas tropicais*. Fortaleza: Edições UFC, Universidade Federal do Ceará, 320 p.
- Mancini, F. e McHugh, T. H. (2000). Fruit-alginate interactions in novel restructured products. *Food/Nahrung*, 44(3): 152-157.
- Mandala, I. G., Palogou, E. D. e Kostaropoulos, A. E. (2002). Influence of preparation and storage conditions on texture of xanthan-starch mixtures. *Journal of Food Engineering*, 53(1): 27–38.

- Mao, R., Tang, J. e Swanson, B. G. (2000). Texture properties of high and low acyl mixed gellan gels. *Carbohydrate Polymers*, 41(4): 331–338.
- MacDougall, D. B. (2002). *Colour in food - Improving quality*. 1ª Ed., Cambridge: Woodhead Publishing Limited. 376p.
- Meilgaard, M., Civille, G. V. e Carr, B. T. (2000). *Sensory Evaluation Techniques*. 3ª Ed., CRC Press, Boca Raton, Florida, EUA, 365 p.
- Moggridge, G. D. e Cussler, E. L. (2000). An introduction to chemical product design. *ICChemE*, 78: 5-11.
- Moldão-Martins, M. (2015). *Apontamentos de Tecnologia de Produtos Hortofrutícolas: Caracterização das matérias primas*. 7 diapositivos. Instituto Superior de Agronomia – Universidade de Lisboa, Portugal.
- Morton, J. F. (1993). Cashew nuts and cashew apples. In *Encyclopedia of Food Science*. New York: Academic Press. Vol. 4, 958–964.
- Morris, E. R., Nishinari, K. e Rinaudo, M. (2012). Gelation of gellan - A review. *Food Hydrocolloids*, 28(2): 373–411.
- Nickerson, M. T., Paulson, A. T. e Speers, R. A. (2003). Rheological properties of gellan solutions: Effect of calcium ions and temperature on pre-gel formation. *Food Hydrocolloids*, 17(5): 577–583.
- Norma Portuguesa NP 3277-1. (1987). *Microbiologia alimentar. Contagem de bolores e leveduras*. Parte 1: *incubação a 25 °C*. Lisboa: Instituto Português da Qualidade.
- Norma Portuguesa NP 4258. (1993). *Análise sensorial. Diretivas gerais para a conceção dos locais apropriados para análise*. Lisboa: Instituto Português da Qualidade.
- Norma Portuguesa NP 4263. (1994). *Análise Sensorial – Vocabulário*. Lisboa: Instituto Português da Qualidade.
- Noronha, J.F. (2003). *Apontamentos de Análise Sensorial: Análise Sensorial – Metodologia*. 74 diapositivos. Escola Superior Agrária de Coimbra, Portugal.

- Oliveira, A. R. (2012). *Aspetos biológicos, nutricionais e sensoriais de mexilhão (Mytilus sp.) produzido em aquacultura offshore*. Tese de Mestrado em Ciências do Consumo Alimentar. Universidade Aberta. Faro. 143 p.
- Paiva, F.F. A., Garruti, D. S. e Silva Neto, R.M. (2000). *Aproveitamento Industrial do Caju*. Embrapa-CNPAT/SEBRAE/CE. Fortaleza. 88 p.
- Palet, J. S. C. (2012). *Alterações físico-químicas e microbiológicas num produto à base de tomate embalado em Doypack, ao longo do tempo de prateleira*. Tese de Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar. Faculdade de Ciências e Tecnologia- Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. 80p.
- Pinheiro, A. M., Fernandes, A. G., Fai, A. E. C., Prado, G. M., Sousa, P. H. M. e Maia, G. A. (2006). Avaliação química, físico-química e microbiológica de sucos de frutas integrais: abacaxi, caju e maracujá. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26(1): 98–103.
- Pintado, A. I. E., Ferreira, J. A., Pintado, M. E., Coimbra, M. A. e Malcata, F. X. (s.d.) Efeito de componentes de meio de cultura sobre a recuperação e quantificação de exopolissacarídeos. 681–684.
- Prajapat, J. e Patel, A. (2013). Food and health applications of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria. *Advances in Dairy Research*. 7 p.
- Prajapati, V. D., Jani, G. K., Zala, B. S. e Khutliwala, T. A. (2013). An insight into the emerging exopolysaccharide gellan gum as a novel polymer. *Carbohydrate polymers*, 93(2): 670-678.
- Queiroz, C., da Silva, A. J. R., Lopes, M. L. M., Fialho, E. e Valente-Mesquita, V. L. (2011). Polyphenol oxidase activity, phenolic acid composition and browning in cashew apple (*Anacardium occidentale*, L.) after processing. *Food Chemistry*, 125(1): 128–132.
- Rekhy, R. e McConchie, R. (2014). Promoting consumption of fruit and vegetables for better health. Have campaigns delivered on the goals?. *Appetite*, 79: 113-123.
- ResearchGate (2013). *Figure 16. Parallel plate geometry setup [60]*. Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/236007972\\_fig10\\_Figure-16-Parallel-plate-geometry-setup-60](https://www.researchgate.net/figure/236007972_fig10_Figure-16-Parallel-plate-geometry-setup-60). Acesso em: 07/06/2016.

- Rheology Solutions (s.d.). *Rheology Solutions -Thermo Scientific HAAKE MARS III*. Disponível em: <http://www.rheologysolutions.com/thermo-scientific-haake-mars-iii/>. Acesso em: 12/06/2016.
- Rouvier, J. (2014). *Nutrição Joyce Rouvier - Benefícios do caju*. Disponível em: <http://nutricaojoyce.com.br/tag/beneficios-a-pele/> Acesso em: 23/04/2016.
- Silva, M. E., Araújo, G. T. e Alves, J. J. N. (2010). *Avaliação das características físico-químicas da polpa do pseudofruto do caju (Anacardium occidentale L.) visando obter um fermentado para a produção de etanol hidratado*. 11 p.
- Silva, A. C. S. M. (2015). *Introdução à análise sensorial de géneros alimentícios e sua aplicação na indústria alimentar*. Tese de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária. Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar – Universidade do Porto, Porto. 41 p.
- Singh, S., Riar, C. S. e Saxena, D. C. (2008). Effect of incorporating sweetpotato flour to wheat flour on the quality characteristics of cookies. *African Journal of Food Science*, 2(6): 65-72.
- Soares, L. M. V., Shishido, K., Moraes, A. M. M. e Moreira, V. A. (2004). Composição mineral de sucos concentrados de frutas brasileiras. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 24(2): 202-206.
- Souza, J. L. L. (2009). *Hidrocolóides nas características físico-químicas e sensoriais do néctar de pêssigo [Prunus persica (L) Batsch]*. Tese de Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 95 p.
- Steffe, J.F. (1996). *Rheological methods in food process engineering*. Michigan: Freeman Press. 428 p.
- Szczesniak, A. S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13(4): 215–225.
- Texture Technologies. (s.d.). *An overview of Texture Profile Analysis (TPA)*. Disponível em: <http://texturetechnologies.com/texture-profile-analysis/texture-profile-analysis.php>. Acesso em: 09/06/2016

Toneli, J. T. de C. L., Murr, F. E. X. e Park, K. J. (2005). Estudo da Reologia de Polissacarídeos utilizados na Indústria de Alimentos. *Rev. Bras. Prod. Agroindustriais*, 7:181–204.

Tabilo-Munizaga, G. e Barbosa-Cánovas, G. V. (2005). Rheology for the food industry. *Journal of Food Engineering*, 67(2): 147–156.

Van der Sman, R. G. M. e Van der Goot, A. J. (2009). The science of food structuring. *Soft Matter*, 5(3): 501-510.

## **7 Anexos**

ANEXO I – Ficha de recrutamento na elaboração da análise sensorial

ANEXO II – Ficha de cada amostra na elaboração da análise sensorial

PRODUTO: Barra Texturizada de Caju

P:

NOME: \_\_\_\_\_ Idade: ( ) < 18 ( ) 18-25 ( ) 26-35 ( ) 36-50 ( ) 51-65 ( ) > 65 Data: \_\_\_\_\_

Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino

Foi convidado(a) a participar como voluntário(a) numa atividade do projeto de pesquisa de Pós-doutoramento "Desenvolvimento de produtos texturizados obtidos a partir de frutas tropicais", da responsabilidade da investigadora Dra. Giovana Matias do Prado e da Prof. Dra. Margarida Moldão Martins.

O objetivo desta pesquisa é avaliar a aceitação sensorial de barras texturizadas de caju. Não será remunerado por esta atividade, porém irá contribuir para o desenvolvimento de novos produtos. A sua participação não é obrigatória, e, a qualquer momento, você poderá desistir de participar.

Após ter sido esclarecido(a) sobre as informações acima, e no caso de concordar em fazer parte do estudo, por favor assine no final do documento.

\_\_\_\_\_

Estamos a realizar um teste de aceitação com novos produtos de Caju e gostaríamos de conhecer a sua opinião. Caso você esteja interessado em participar, por favor, responda a ficha abaixo, devolvendo-a em seguida ao responsável.

1. Indique com que frequência consome produtos de frutas.

- ( ) Diariamente
- ( ) 2 a 3 vezes/semana
- ( ) 1 vez/semana
- ( ) Quinzenalmente
- ( ) Mensalmente
- ( ) Semestralmente
- ( ) Nunca

2. Marque com um X na escala abaixo o quanto gosta ou desgosta de caju.

- ( ) Gosto muito
- ( ) Gosto moderadamente
- ( ) Nem gosto e nem desgosto
- ( ) Desgosto moderadamente
- ( ) Desgosto muito

3. Indique o grau de conhecimento do caju

- ( ) Conheço apenas a castanha
- ( ) Conheço castanha e pedúnculo
- ( ) Conheço o pedúnculo e aprecio

## 7.1 ANEXO I – Ficha de recrutamento na elaboração da análise sensorial

## 7.2 ANEXO II – Ficha de cada amostra na elaboração da análise sensorial

PRODUTO: Barra Texturizada de Caju

P:

NOME: \_\_\_\_\_ Idade: ( ) < 18 ( ) 18- 25 ( ) 26-35 ( ) 36-50 ( ) 51-65 ( ) > 65 Data: \_\_\_\_\_

Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino

AMOSTRA: \_\_\_\_\_

1. É lhe apresentada uma amostra de Barra Texturizada de Polpa de Caju. Por favor, OBSERVE a amostra e indique o quanto gostou ou desgostou da APARÊNCIA, COR e AROMA, utilizando-se a escala abaixo:

APARÊNCIA	COR	AROMA
( ) gostei extremamente	( ) gostei extremamente	( ) gostei extremamente
( ) gostei muito	( ) gostei muito	( ) gostei muito
( ) gostei moderadamente	( ) gostei moderadamente	( ) gostei moderadamente
( ) gostei ligeiramente	( ) gostei ligeiramente	( ) gostei ligeiramente
( ) não gostei nem desgostei	( ) não gostei nem desgostei	( ) não gostei nem desgostei
( ) desgostei ligeiramente	( ) desgostei ligeiramente	( ) desgostei ligeiramente
( ) desgostei moderadamente	( ) desgostei moderadamente	( ) desgostei moderadamente
( ) desgostei muito	( ) desgostei muito	( ) desgostei muito
( ) desgostei extremamente	( ) desgostei extremamente	( ) desgostei extremamente

2. Agora, PROVE a amostra e indique o quanto gostou ou desgostou da TEXTURA, SABOR e APRECIÇÃO GLOBAL, utilizando a escala abaixo:

TEXTURA	SABOR	APRECIÇÃO GLOBAL
( ) gostei extremamente	( ) gostei extremamente	( ) gostei extremamente
( ) gostei muito	( ) gostei muito	( ) gostei muito
( ) gostei moderadamente	( ) gostei moderadamente	( ) gostei moderadamente
( ) gostei ligeiramente	( ) gostei ligeiramente	( ) gostei ligeiramente
( ) não gostei nem desgostei	( ) não gostei nem desgostei	( ) não gostei nem desgostei
( ) desgostei ligeiramente	( ) desgostei ligeiramente	( ) desgostei ligeiramente
( ) desgostei moderadamente	( ) desgostei moderadamente	( ) desgostei moderadamente
( ) desgostei muito	( ) desgostei muito	( ) desgostei muito
( ) desgostei extremamente	( ) desgostei extremamente	( ) desgostei extremamente

3. Marque na escala de INTENÇÃO DE COMPRA o grau de certeza com que você comprava ou não comprava esta amostra, caso estivesse à venda.

- ( ) comprava de certeza  
 ( ) possivelmente comprava  
 ( ) talvez comprasse, talvez não comprasse  
 ( ) possivelmente não comprava  
 ( ) não comprava de certeza

4. Abaixo estão listados vários termos. Marque todos os termos que caracterizam a amostra.

<input type="checkbox"/> Homogênea	<input type="checkbox"/> Pegajosa	<input type="checkbox"/> Sabor de Fruta
<input type="checkbox"/> Brilhante	<input type="checkbox"/> Quebradiça	<input type="checkbox"/> Sabor de Caju
<input type="checkbox"/> Pálida	<input type="checkbox"/> Suculenta	<input type="checkbox"/> Gosto Ácido
<input type="checkbox"/> Presença de líquido (Exsudado)	<input type="checkbox"/> Aroma Frutado	<input type="checkbox"/> Gosto Doce
<input type="checkbox"/> Fime	<input type="checkbox"/> Aroma Ácido	<input type="checkbox"/> Concentrada
<input type="checkbox"/> Mole	<input type="checkbox"/> Aroma Doce	<input type="checkbox"/> Adstringente
<input type="checkbox"/> Macia	<input type="checkbox"/> Aroma de Caju	<input type="checkbox"/> Sabor Estranho
<input type="checkbox"/> Gelatinosa		<input type="checkbox"/> Outros _____