



**Universidade do Minho**  
Escola de Ciências

Alexandra Filipa Basílio Silva

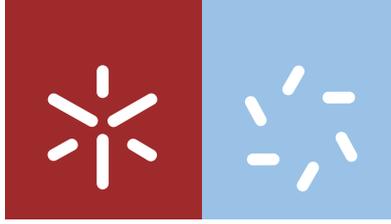
**Controlo e qualidade da  
Manteiga de Amendoim**

Alexandra Filipa Basílio Silva **Controlo e qualidade da Manteiga de Amendoim**

UMinho | 2021

julho 2021





**Universidade do Minho**  
Escola de Ciências

Alexandra Filipa Basílio Silva

**Controlo e qualidade da  
Manteiga de Amendoim**

Dissertação de Mestrado  
Mestrado em Técnicas de Caracterização e Análise Química

Trabalho efetuado sob a orientação da  
**Engenheira Juliana Martins**  
e da  
**Professora Doutora Sílvia Lima**

# Declaração

## **DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS**

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

### **Licença concedida aos utilizadores deste trabalho**



**Atribuição-NãoComercial-SemDerivações**  
**CC BY-NC-ND**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

## **Agradecimentos**

A presente dissertação de mestrado não poderia chegar a bom porto sem o precioso apoio de todos aqueles que percorrem o caminho ao meu lado.

Primeiramente, à Engenheira Juliana Martins por ter aceitado ser minha orientadora. Pela delicadeza, disponibilidade, ajuda e sentido prático com que sempre me orientou. Por todo o conhecimento que me transmitiu e pela oportunidade de participar neste projeto.

À Professora Doutora Sílvia Lima por ter aceitado ser minha orientadora. Pelo profissionalismo e disponibilidade demonstrado ao longo de todo o processo.

À minha mãe, pai e irmão que são as pessoas mais importantes em toda a minha caminhada, que me apoiam incondicionalmente e que sempre me incentivaram ao longo de todo o meu percurso, pela educação e valores que sempre me transmitiram.

Ao Manel, por ser o meu apoio, acreditar sempre em mim e nunca me deixar desistir.

A toda a equipa da Prozis.Nuts por me terem integrado tão bem, pelo tanto que aprendi com eles, pelo profissionalismo e por todos os momentos de descontração.

Aos meus amigos, por serem o meu porto seguro e estarem sempre por perto quando eu mais preciso.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para o meu sucesso, o meu muito obrigada!

## **Declaração de integridade**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

## **Resumo**

### **Controlo e qualidade da Manteiga de Amendoim**

O presente trabalho resulta do Projeto Individual do Mestrado em Técnicas de caracterização e Análise Química, do Departamento de Química da Universidade do Minho, Braga e consiste num relatório de estágio profissional. Este estágio decorreu na empresa Prozis, no período de outubro de 2019 a novembro de 2020.

A qualidade alimentar é um tópico ao qual a sociedade em geral está cada vez mais atenta. Para que seja possível garantir a qualidade alimentar é necessário a implementação de sistemas de controlo eficazes ao longo de toda a cadeia de produção, desde as matérias-primas até à chegada do produto final aos consumidores.

Neste âmbito, o objetivo principal deste estágio foi o controlo de qualidade da Manteiga de Amendoim produzida na nova unidade fabril – Prozis.Nuts.

Neste relatório inicialmente é feito um enquadramento histórico sobre a empresa Prozis bem como as características da manteiga de amendoim. Posteriormente são apresentadas todas as etapas de controlo efetuadas ao longo do processo produtivo. Na parte final, é feita a discussão dos resultados, bem como as conclusões que se puderam extrair desta.

**Palavras-chave:** condições de produção, controlo, indústria alimentar, manteiga de amendoim, qualidade alimentar.

## **Abstract**

### **Peanut Butter control and quality**

The following work results from the Individual Project of the Chemical Analysis and Characterisation Techniques Master from the Chemistry Department of University of Minho, Braga and consists in a professional internship report.

This internship was developed in Prozis, from October of 2019 to November of the following year.

Food quality is a theme that society in general is becoming more interested on. In order to assure this kind of quality, it is necessary to implement efficient control systems that are able to work throughout the whole production chain, since the raw materials arrival until the final product.

In this context, the main objective of this internship was the quality control of the peanut butter produced in the new manufacturing unit – Prozis.Nuts.

In this report, initially, a historical overview of the company Prozis is provided, as well as the characteristics of peanut butter. Subsequently, all the control steps carried out throughout the production process are presented. In the final part, the results are discussed, as well as the conclusions that could be drawn from it.

**Keywords:** control, food industry, food quality, peanut butter, production conditions.

# ÍNDICE

1.	Introdução .....	1
1.1.	Caracterização da empresa.....	2
1.2.	Amendoim como fonte de proteína .....	3
1.3.	Manteiga de amendoim .....	4
1.4.	Controlo de Qualidade .....	7
	Humidade.....	8
	Análise da degradação da gordura.....	8
	Índice de peróxidos .....	9
	Índice de acidez .....	10
	Aflatoxinas .....	10
	Cor .....	12
	Viscosidade.....	14
2.	Materiais e métodos.....	15
2.1.	Humidade .....	15
2.2.	Análise da degradação da gordura .....	16
2.2.1.	Índice de peróxidos.....	16
2.2.2.	Índice de acidez .....	18
2.3.	Aflatoxinas.....	18
2.4.	Cor.....	20
2.5.	Viscosidade .....	21
3.	Resultados e discussão .....	23
3.1.	Humidade .....	23
	Amendoim .....	23
3.2.	Análise da degradação da gordura .....	26
3.2.1.	Acidez .....	26
	Amendoim.....	27
	Manteiga de amendoim.....	28
3.2.2.	Peróxidos .....	28
	Amendoim .....	28
	Manteiga de amendoim.....	29
3.3.	Aflatoxinas.....	29
3.4.	Cor.....	30
	Amendoim torrado .....	30
	Manteiga de amendoim.....	32
3.5.	Viscosidade .....	33
	Manteiga de Amendoim .....	33
4.	Conclusão.....	36
5.	Bibliografia.....	37

# 1. Introdução

O presente trabalho foi elaborado no contexto do Projeto Individual do Mestrado em Técnicas de Caracterização e Análise Química, do Departamento de Química da Universidade do Minho, Braga e consiste num relatório de estágio profissional. O estágio foi realizado na empresa Prozis e decorreu no período de outubro de 2019 a novembro de 2020 e teve como objetivo principal a aplicação de diversas metodologias para o controlo de qualidade da manteiga de amendoim.

Durante o estágio a Prozis iniciou a implementação da nova unidade fabril – Prozis.Nuts, o que me proporcionou o acompanhamento da implementação dos processos de controlo de qualidade da manteiga de amendoim na mesma. Apesar de existir já algumas bases científicas de técnicas e métodos para a produção da manteiga de amendoim, no terreno foram desenvolvidas de forma intuitiva e experimental estratégias para o seu desenvolvimento e com a maior qualidade possível.

Assim as técnicas de controlo de qualidade aplicadas durante o estágio tiveram uma enorme importância, pelo facto de serem imprescindíveis para decidir, por exemplo, os melhores fornecedores de amendoim e os parâmetros de torra mais ajustados.

Este trabalho está dividido em 5 grandes grupos. O primeiro engloba a introdução no qual será feita uma pequena apresentação da empresa onde foi realizado este trabalho e a exposição do tema. O segundo capítulo consiste na parte experimental no qual são apresentados os reagentes, materiais e equipamentos utilizados para o desenvolvimento do trabalho. A discussão dos resultados obtidos é feita no terceiro capítulo e no quarto capítulo, apresentam-se as conclusões retiradas desta discussão.

## **1.1. Caracterização da empresa**

Prozis é uma marca portuguesa na área da suplementação desportiva fundada em 2007, por Miguel Milhão. A Prozis acabou por se tornar num dos maiores fornecedores de nutrição desportiva da Europa, contando com mais de um milhão de clientes distribuídos por mais de cem mercados. Além da venda online de suplementos desportivos, também se dedica à produção em larga escala em diversas áreas, como alimentar e têxtil. Para alcançar novos consumidores, a empresa também tem vindo a investir em novos conteúdos no âmbito da tecnologia.

A empresa assenta em cinco principais propósitos: obsessão pelos detalhes excedendo as expectativas dos clientes, oferecendo produtos e serviços inovadores, assegurando o cumprimento de todos os requisitos de segurança sem comprometer preços competitivos e a autenticidade dos produtos; assegurar o nível de qualidade para os produtos e serviços apostando na seleção dos melhores parceiros; preocupação constante em determinar os impactes ambientais e sociais, a fim de minimizar possíveis efeitos adversos ou consumo de recursos desnecessários; estabelecimento de relacionamentos transparentes e desinibidos para com os funcionários, garantindo as melhores condições de trabalho e para que se sintam motivados e, por último a necessidade constante de melhoria e vontade de se superarem todos os dias.

## 1.2. Amendoim como fonte de proteína

Nos últimos 100 anos, o amendoim tem sido uma fonte de proteína vegetariana e um alimento básico usado em qualquer lar. Os historiadores acreditam que a planta do amendoim teve origem na América do Sul há mais de 3 500 anos e acabou por invadir a Europa, África e América do Norte durante o início dos anos 1700.<sup>1</sup> Desde que se tornou uma cultura, esta leguminosa faz parte da alimentação humana e o amendoim tem sido utilizado em vários produtos comerciais, em parte graças aos esforços de desenvolvimento de George Washington Carver. O produto mais amplamente usado à base de amendoim é a manteiga de amendoim, que foi incluída na alimentação humana dos Estados Unidos da América durante a Segunda Guerra Mundial e, desde então, tornou-se uma característica comum da despensa americana e uma importante fonte de proteína para indivíduos que seguem uma dieta vegetariana.<sup>1</sup>

Apesar dos aumentos significativos no consumo de carne no mundo desenvolvido, ao longo do século passado foram surgindo várias opções de estilo de vida que envolviam dietas alternativas. Essas dietas representam, ainda atualmente, uma pequena, mas não insignificante, minoria que procura fontes alternativas de proteína de origem vegetal (como amendoim e produtos de amendoim) para atender às suas necessidades nutricionais diárias.<sup>2</sup>

O amendoim é um excelente alimento que, quando consumido com moderação devido ao seu valor energético, pode constituir uma boa fonte de vitaminas, minerais e fitoquímicos com propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias na nossa alimentação.<sup>3</sup> Assim, na sua composição podemos encontrar mais de 20 aminoácidos, polifenóis, antioxidantes, vitaminas e minerais.<sup>4</sup>

Entre as vitaminas destacamos a vitamina E, os folatos e as vitaminas do complexo B, nomeadamente as vitaminas B3 e B6. A manteiga de amendoim é, também, rica em minerais como o magnésio, fósforo, potássio, zinco, cobre e manganésio. Possui, ainda, na sua composição resveratrol, flavonóides e fitoesteróis que auxiliam na proteção cardiovascular, uma vez que desempenham um papel importante na regulação do colesterol.<sup>4</sup>

As gorduras presentes são essencialmente gorduras insaturadas (mono e poliinsaturadas), podendo ser uma ótima alternativa às gorduras de origem animal, que auxiliam na redução do LDL – lipoproteína de baixa densidade, o conhecido “mau colesterol”. Pelos benefícios já mencionados, a

manteiga de amendoim, de uma forma geral, é adequada a toda a população saudável, podendo ser integrada num plano alimentar equilibrado.<sup>5</sup>

### **1.3. Manteiga de amendoim**

A **manteiga de amendoim** é um produto pastoso feito apenas de amendoins torrados e moídos.<sup>6</sup>

A referência mais antiga à manteiga de amendoim pode ser encontrada nas antigas civilizações Incas e aos Astecas, que transformavam o amendoim torrado numa pasta. No entanto, a manteiga de amendoim moderna e o seu processo de produção, bem como os equipamentos usados para fazê-la, podem ser creditados a pelo menos por três inventores.<sup>7</sup>

Em 1884, Marcellus Gilmore Edson, do Canadá, patenteou a pasta de amendoim, o produto acabado derivado da moagem de amendoim torrado entre duas superfícies aquecidas. Em 1895, o Dr. John Harvey Kellogg, o criador dos cereais Kellogg's, patenteou um processo para a criação de manteiga de amendoim a partir de amendoim cru. Este produto foi comercializado como um substituto de proteína nutritivo para pessoas que mal conseguiam mastigar alimentos sólidos. Em 1903, o Dr. Ambrose Straub de St. Louis, Missouri, patenteou uma máquina de fazer manteiga de amendoim.<sup>8</sup>

Atualmente, a manteiga de amendoim é um dos produtos de amendoim mais populares, que é usado para consumo direto ou como ingrediente na preparação de outros alimentos.<sup>9</sup> O sabor único e o valor nutricional fazem da manteiga de amendoim um dos alimentos favoritos, sendo responsável pelo consumo de 40% da produção total de amendoim.<sup>10</sup>

Com a crescente consciencialização entre as pessoas sobre a importância de uma alimentação equilibrada, a manteiga de amendoim tem vindo a ser um substituto à manteiga de leite, produzida geralmente a partir do leite de vaca, que contém quase 100 por cento de gordura sem qualquer tipo de proteína, enquanto que a manteiga de amendoim contém cerca de 20 por cento de proteína além de 50 por cento de gordura e, para além disso, contém também todos os outros nutrientes que estão naturalmente presentes no amendoim.<sup>11</sup> Portanto, o consumo de amendoim na forma de manteiga de amendoim é mais benéfico com base nos aspetos económicos e de saúde, sendo bastante popular nos Estados Unidos da América e alguns países europeus.<sup>12</sup>

Em países como a Índia, este produto tem vindo a obter cada vez mais substancialidade devido ao seu valor nutricional e económico, sendo a sua popularização uma grande ajuda no combate aos problemas da desnutrição.<sup>12</sup>

A manteiga de amendoim está também a ganhar popularidade entre os fabricantes de doces, salgadinhos e biscoitos.<sup>13</sup>

É de interesse geral, consumidores e vendedores, que a manteiga de amendoim se espalhe facilmente e tenha um tempo de vida alargado e essas características são facilmente adquiridas no produto pelo seu teor elevado de gordura.<sup>14</sup>

A matéria-prima para a produção da manteiga de amendoim da Prozis é proveniente da Argentina e chega até às instalações da fábrica em *Big Bag's* com cerca de 1250 Kg de peso líquido. O amendoim cru vem já descascado e composto apenas pela sua pele.

O processo produtivo inclui a limpeza por gravidade do amendoim cru, antes deste entrar no processo de torra, este processo é controlado em termos de temperatura, cerca de 190°C, abertura da tremonha e velocidade dos tapetes da estufa. Estes parâmetros são ajustados, no sentido de se obter os níveis de humidade pretendidos. A cor do amendoim tem também de atingir níveis especificados, medidos ao longo do processo, pois esta característica está correlacionada diretamente com o grau de torra e, conseqüentemente com a qualidade e sabor do produto final.

Posteriormente, o amendoim passa pelas depiladoras com o objetivo de remoção da pele vermelha. De seguida, o amendoim torrado e depilado é moído com o auxílio de um moinho. No final, é então obtida a manteiga de amendoim.

Existem duas referências distintas de manteiga de amendoim da marca Prozis: *Smooth* e *Crunchy*. A referência *Smooth* é composta apenas pela manteiga de amendoim cremosa, enquanto a *Crunchy* possui na sua composição pedaços de amendoim incorporados na manteiga que acrescenta a textura a esta.



**Figura 1** – Imagem da embalagem da manteiga de amendoim Smooth comercializada pela Prozis.

## 1.4. Controlo de Qualidade

Desde a receção da matéria-prima até à expedição do Produto Acabado, existe um controlo de qualidade exaustivo recorrendo a técnicas analíticas.

Na **Tabela 1**, apresenta-se os diversos parâmetros analisados para cada produto obtido ao longo do processo de produção da manteiga de amendoim.

**Tabela 1** - Parâmetros analisados para cada tipo de produto obtido ao longo do processo produtivo.

<b>Parâmetros</b>	<b>Produto</b>
<b>Humidade</b>	Amendoim cru
	Amendoim torrado
<b>Acidez</b>	Amendoim cru
	Amendoim torrado
	Manteiga de Amendoim
<b>Peróxidos</b>	Amendoim cru
	Amendoim torrado
	Manteiga de Amendoim
<b>Aflatoxinas</b>	Amendoim cru
<b>Cor</b>	Amendoim Torrado
	Manteiga de Amendoim
<b>Viscosidade</b>	Manteiga de Amendoim

De seguida são descritos os princípios dos métodos analíticos utilizados para o controlo de qualidade dos produtos obtidos nas diferentes etapas de produção.

## **Humidade**

A determinação do teor de humidade representa uma das quantificações mais importantes e utilizadas na análise de alimentos.<sup>15</sup> O teor de humidade numa matriz alimentar pode afetar a sua estabilidade, qualidade e características, sendo responsável pela aceleração do processo de degradação e permitindo o desenvolvimento de fungos, leveduras e bactérias. Pelos motivos anteriores, o conhecimento do teor de humidade num produto alimentar é essencial para a sua conservação, manutenção de qualidade e comercialização.<sup>16</sup>

No caso particular do processo produtivo da manteiga de amendoim, o teor de humidade é um fator crítico que irá afetar a textura deste produto e pode até dificultar o seu processamento, sendo essencial a monitorização deste parâmetro para que o amendoim torrado atinja com o processo de torra um valor ideal de humidade relativa.

Para a determinação do teor de humidade numa matriz alimentar é necessário considerar que a água pode estar presente na amostra de duas formas: água livre ou água ligada.<sup>17</sup> Na forma de água livre destaca-se a atividade da água ou teor de água livre ( $a_w$ ). Este parâmetro indica a disponibilidade da água livre existente na matriz alimentar em participar em reações químicas, determinando, conseqüentemente, a capacidade de desenvolvimento microbiano e degradação química, uma vez que a diminuição do valor de  $a_w$  corresponde a uma diminuição da capacidade de desenvolvimento de microrganismos.<sup>18</sup>

## **Análise da degradação da gordura**

Ao longo do tempo, tanto o amendoim como os seus subprodutos vão sofrendo alterações na sua composição lipídica, ou seja, esta vai-se decompondo e os produtos vão ficando rançosos.<sup>19</sup>

Ranço é a deterioração química de gorduras e óleos, como resultado de alterações hidrolíticas e/ou oxidativas na gordura.<sup>19</sup> Óleos e gorduras rançosas têm um sabor e odor peculiares.

Na indústria de alimentos, o ranço está a tornar-se uma questão cada vez mais importante na produção de alimentos de qualidade.<sup>20</sup>

As gorduras rançosas são de baixa qualidade e de pouco valor de mercado, tendo em conta esta característica é importante a sua deteção.<sup>21</sup> Assim, são usados dois métodos de controlo para evitar que chegue ao consumidor final um produto rancificado: determinação do índice de peróxido e a determinação do índice de acidez.<sup>21,22</sup>

## **Índice de peróxidos**

Como a oxidação é a causa mais comum de ranço, é razoável supor que, à medida que o óleo envelhece, o primeiro produto indesejável a se formar é um hidroperóxido.<sup>21</sup>

O ranço oxidativo resulta das mudanças que ocorrem nas reações com o oxigénio atmosférico. Este é um processo de três etapas, onde:

- a) a gordura absorve o oxigénio do ar;
- b) os peróxidos formam-se na gordura;
- c) os peróxidos quebram-se para formar produtos secundários.

O sabor estranho e o odor associados ao ranço são característicos dos produtos de degradação secundária produzidos na gordura, como aldeídos e cetonas.<sup>19</sup>

A formação de hidroperóxido num óleo depende de uma variedade de fatores ambientais, físicos e químicos. O ranço oxidativo afeta primeiro os ácidos gordos mais insaturados. As gorduras poliinsaturadas polimerizam ou quebram-se para formar moléculas menores com menos ligações duplas.<sup>22</sup> O grau de saturação de um óleo determina a sua suscetibilidade à formação de hidroperóxidos, portanto, quando os óleos altamente insaturados são expostos ao oxigénio, eles oxidam-se muito facilmente.

A taxa de oxidação em óleos é acelerada com o aumento da temperatura, mas é a exposição de um óleo à luz que promove a formação de radicais livres responsáveis por iniciar a autooxidação.<sup>22</sup>

O método utilizado para a determinação dos peróxidos presentes no amendoim e manteiga de amendoim foi um método espectrofotométrico baseado na reação de oxidação do Fe<sup>2+</sup>.

## **Índice de acidez**

O valor de acidez é definido como o número de miligramas de hidróxido de potássio necessários para neutralizar os ácidos gordos livres em 1 grama de gorduras ou óleos da amostra.<sup>19</sup> O objetivo da determinação do teor de acidez é medir até que ponto a hidrólise libertou o ácido gordo livre da molécula de glicerídeo original, permitindo assim a deteção de ranço hidrolítico.<sup>21</sup>

O ranço hidrolítico é mais frequentemente causado por uma combinação de humidade e enzimas interagindo com a gordura ou óleo.<sup>21</sup> Os glicerídeos no óleo hidrolisam quando reagem com água para formar ácidos gordos livres, diglicerídeos, monoglicerídeos e glicerol.<sup>21</sup> Todos esses produtos de degradação causam alterações indesejáveis na qualidade do óleo, de modo que o sabor e o odor do óleo se tornam desagradáveis. A taxa de hidrólise é determinada pelo teor de ácidos gordos do óleo, o tipo de óleo, a quantidade de água dissolvida no óleo e as condições de armazenamento às quais o óleo está exposto.<sup>22</sup>

As principais condições ambientais que afetam o ranço hidrolítico nas gorduras armazenadas são a temperatura e a humidade.<sup>19</sup> A hidrólise é acelerada pelo aumento da temperatura, com cada aumento de 10°C na temperatura, espera-se que a taxa de hidrólise duplique. Este é um fator importante a se considerar durante o armazenamento do amendoim e dos seus subprodutos, pois mesmo um pequeno aumento na temperatura de armazenamento aumenta a libertação de ácidos gordos livres do óleo ou gordura, tendo assim um efeito catalítico na rancificação hidrolítica.<sup>23</sup>

A taxa de hidrólise depende do conteúdo de água do óleo, quanto maior a concentração de água, maior a taxa de hidrólise.<sup>23</sup> A humidade é mais facilmente absorvida do ambiente em óleos ou gorduras onde o teor de ácidos gordos livres é alto. A quantidade de água que satura o óleo depende do peso molecular do triglicerídeo que forma a base do óleo, que no amendoim é principalmente o ácido oleico.<sup>24</sup>

## **Aflatoxinas**

As aflatoxinas são toxinas (micotoxinas) produzidas por algumas estirpes dos fungos do género *Aspergillus*. Estes fungos desenvolvem-se em condições de temperatura e humidade elevadas e por isso

as maiores concentrações de aflatoxinas encontram-se nos alimentos produzidos e armazenados nas regiões mais quentes.<sup>25</sup>

As aflatoxinas podem ser produzidas nas culturas ainda no campo, sendo, no entanto, a fase mais problemática a pós-colheita sobretudo se houver atrasos no processo de secagem ou durante o armazenamento caso haja humidade que permita o crescimento dos fungos.<sup>25</sup> Podem ainda ser produzidas no carregamento, no transporte (terrestre e marítimo), na embalagem, no local de venda, no restaurante, e até em casa onde o produto aguarda para ser consumido. As aflatoxinas podem permanecer nos géneros alimentícios após a morte do fungo que as produz, podendo existir sem que sejam verificadas alterações visíveis. Por outro lado, e porque as temperaturas altas de cozedura destroem os fungos, mas não inativam as micotoxinas a prevenção é a única forma eficaz de evitar a sua presença.<sup>26</sup>

Atualmente, existem mais de 450 diferentes tipos conhecidos de micotoxinas e seus metabólitos, que foram associados a efeitos toxicológicos de vários graus de gravidade, desde gastroenterite leve a doenças cancerígenas mortais.<sup>27</sup>

As aflatoxinas produzidas principalmente por espécies de *Aspergillus* são as micotoxinas mais tóxicas, provocando toxicidades agudas e crónicas, das quais as mais graves e notórias são a genotoxicidade, capacidade de danificar a informação genética no interior de uma célula, a mutagenicidade, propriedade de induzir ou aumentar a frequência de mutação num organismo, e a imunotoxicidade, com potencial de causar danos no sistema imunológico.<sup>25</sup>

Com o nível atual dos conhecimentos científicos e técnicos, e apesar dos melhoramentos introduzidos nas técnicas de produção e de armazenagem, não é possível impedir completamente o desenvolvimento destes bolores, consequentemente as micotoxinas não podem ser inteiramente eliminadas dos géneros alimentícios<sup>26</sup>, tendo sido fixados limites tão baixos quanto razoavelmente possíveis.

Neste contexto a União Europeia introduziu medidas para minimizar a presença de aflatoxinas em diferentes alimentos. O **Regulamento (CE) nº 1881/2006, de 19 de dezembro**, veio limitar o teor total de aflatoxinas dos alimentos (Somatório da aflatoxinas B1, B2, G1 e G2), bem como o teor individual da aflatoxina B1, apresentados na **Tabela 2** para os géneros alimentícios amendoim e produtos derivados da sua transformação.<sup>28</sup>

**Tabela 2** – Limites definidos pelo **Regulamento (CE) nº 1881/2006, de 19 de dezembro** para o teor total de aflatoxinas dos alimentos, para os géneros alimentícios amendoim e produtos derivados da sua transformação.<sup>28</sup>

<b>Géneros alimentícios</b>	<b>Teores máximos (µg/kg)</b>	
	<b>Aflatoxinas B1</b>	<b>Somatório das Aflatoxinas B1, B2, G1 e G2</b>
Amendoim, frutos de casca rija e produtos derivados da sua transformação destinados ao consumo humano direto ou como ingrediente de géneros alimentícios.	2,0	4,0

Para assegurar uma proteção eficaz da saúde pública, os produtos que contenham contaminantes que excedam os teores máximos não devem ser colocados no mercado como tal, nem após mistura com outros géneros alimentícios, nem utilizados como ingredientes noutros alimentos.<sup>28</sup>

## **Cor**

A cor da superfície do alimento é um dos primeiros parâmetros de qualidade avaliado pelos consumidores, sendo fundamental para a aceitação do produto, mesmo antes de o mesmo ser levado à boca. A cor dessa superfície é a primeira sensação que o consumidor percebe e utiliza como uma ferramenta para aceitar ou rejeitar o alimento. A observação da cor, assim, permite a deteção de certas anomalias ou defeitos que possam apresentar os produtos alimentares.<sup>29</sup>

Existem diversos métodos para análise de cor em alimentos, porém os mais utilizados em laboratórios e indústrias são a colorimetria e a espectrofotometria. A colorimetria é a ciência da medida de cores que estuda e quantifica como o sistema visual humano percebe a cor, na tentativa de especificá-la numericamente visto que estímulos diferentes são percebidos de formas semelhantes por observadores.<sup>30</sup> Os colorímetros usam sensores que simulam o modo como o olho humano vê a cor e quantificam diferenças de cor entre um padrão e uma amostra. Utilizam para isso sempre a mesma fonte de luz e método de iluminação, para que as condições de medida nunca mudem.<sup>31,32</sup>

Quando uma cor é classificada com o uso de um colorímetro, ela é expressa em termos de:

**Tonalidade** – intervalo de longitude da onda em que se descreve a cor;

**Brilho** – luminosidade, faz com que a cor pareça mais clara;

**Saturação** – grau de pureza.

Na medição da cor são utilizados vários sistemas, o sistema L\* a\* b\* ou sistema CIEL\*a\*b\* é o mais amplamente utilizado, e compreende três coordenadas retangulares<sup>33</sup>:

**L\*** - mede a variação da luminosidade entre o preto (0) e o branco (100), corresponde ao claro e ao escuro.

**a\*** - é uma das coordenadas da cromaticidade, e define a cor vermelha para valores positivos e a cor verde para valores negativos.

**b\*** - é a coordenada da cromaticidade, que define a cor amarela para valores positivos e a cor azul para valores negativos.

A diferença de cor total, segundo Drlange (1994) pode ser calculada pela seguinte fórmula<sup>34</sup>:

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

## **Viscosidade**

As características texturais dos alimentos são um conjunto de características físicas dos componentes dos alimentos, que podem ser avaliadas por métodos sensoriais. O fluxo dos alimentos devido à força aplicada do próprio peso do produto pode ser medido por métodos instrumentais em termos de fatores de massa, tempo e distância.<sup>35</sup>

A viscosidade apesar de ser uma propriedade sensorial discreta, é uma das características que pode levar à preferência ou não do consumidor pela manteiga de amendoim produzida.<sup>36</sup>

## **2. Materiais e métodos**

### **2.1. Humidade**

A determinação de humidade é feita com o auxílio de uma balança de humidade, esta funciona de acordo com o princípio termogravimétrico. O medidor de humidade baseia-se em dois componentes: uma balança e uma unidade de aquecimento.

O teor de humidade de uma amostra é determinado pelo método de perdas de massa por secagem e consiste numa unidade de pesagem e aquecimento.

Para medir o teor de humidade, o peso inicial da amostra é registado, em seguida, uma lâmpada de halogéneo aquece e seca a amostra enquanto a balança integrada regista continuamente o peso da amostra. Quando a amostra atinge um peso estável, o instrumento desliga e o teor de humidade é calculado. A fonte de aquecimento e a sua regulação são definidas como um sistema de aquecimento, esta fonte é um radiador infravermelhos, pelo que a amostra é aquecida por absorção de radiação infravermelha.

Em média são feitos 5 testes de humidade por dia, tanto para o amendoim em cru como para o amendoim torrado.

Para a realização do teste, começa-se por picar o amendoim e, de seguida é pesado na balança de humidade cerca de 8 g, de modo que o prato de alumínio seja totalmente coberto e apresente uma camada homogénea. Para o amendoim em cru, a análise tem a duração de cerca 10 a 15 minutos, enquanto para o amendoim torrado a análise dura aproximadamente 5 minutos. Esta diferença de tempo reflete a distinção de humidades entre o amendoim cru e torrado, em que este último apresenta uma humidade inferior.

Através do teor de humidade do amendoim em cru podemos aferir a qualidade deste. Assim, é definido um limite de humidade interno de modo a termos a maior qualidade possível, bem como o maior rendimento no processo de torra.

No caso do amendoim torrado, é também importante a definição de um limite do teor de humidade para obtermos uma manteiga de amendoim com todas as propriedades organoléticas ideais e o processo

de moagem ocorrer de forma adequada. No caso da humidade no amendoim torrado ultrapassar o limite definido, os parâmetros de torra terão de ser ajustados.

## **2.2. Análise da degradação da gordura**

### **2.2.1. Índice de peróxidos**

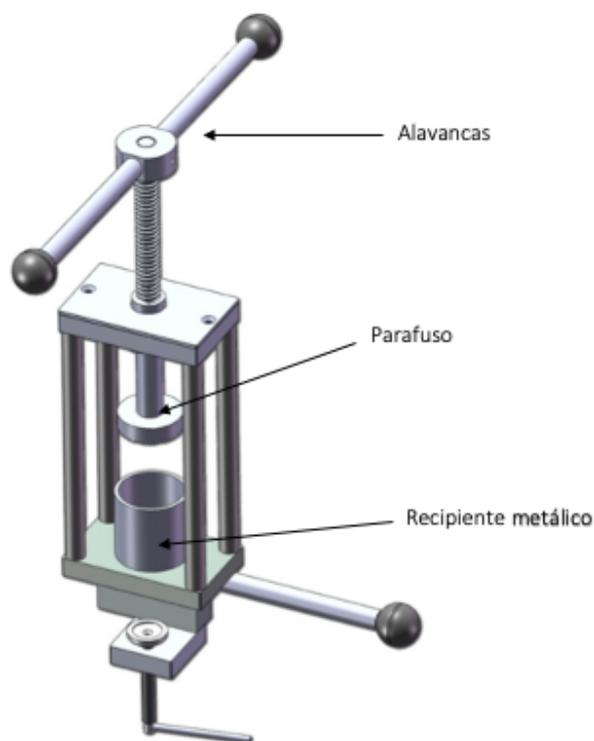
Para a determinação do teor de peróxidos no amendoim e manteiga de amendoim são usados testes que permitem que a análise seja realizada a partir de quantidades mínimas de amostra.

Os testes usados têm o seguinte princípio: o peróxido R-O-O-R oxida os iões  $Fe^{2+}$ . Os iões  $Fe^{3+}$  resultantes da oxidação formam um complexo vermelho. A sua intensidade colorimétrica, medida em 505 nm, é diretamente proporcional à concentração de peróxido na amostra. Os resultados de valor de peróxido são expressos como meq $O_2$ /Kg.

O valor de peróxido das gorduras indica o grau de oxidação primária e, portanto, a sua probabilidade de se tornar rançoso. Um valor de peróxido mais baixo indica uma boa qualidade do óleo e um bom estado de conservação.

Os ácidos gordos livres insaturados reagem com o oxigénio e aumentam o valor de peróxido, que determina uma série de reações em cadeia que geram a produção de substâncias voláteis com cheiro. Essas reações são aceleradas pela alta temperatura e pela exposição à luz e ao oxigénio, como já foi dito.

Para a determinação do teor de peróxidos na matéria-prima, amendoim, começa-se pelo processo de extração da gordura, transferindo uma pequena quantidade de amostra para um recipiente metálico que é depois colocado abaixo do parafuso da prensa (**Figura 2**), de seguida gira-se as alavancas no sentido horário. Depois de terminar o esmagamento dos amendoins, aguarda-se alguns segundos para que o óleo suba à superfície. Posteriormente a amostra é colhida com o auxílio de uma micropipeta e transferida para um tubo de Falcon. A amostra é centrifugada e usa-se o sobrenadante para a realização do teste.



**Figura 2** - Imagem ilustrativa da prensa usada para a extração da gordura de amendoim.

No caso da manteiga de amendoim, o método de extração é ligeiramente diferente, tendo em conta as propriedades do produto. Começa-se por pesar cerca de 10 g de produto num tubo de Falcon. De seguida é feita a homogeneização da amostra e coloca-se na centrífuga. A centrifugação é feita durante 10 minutos a 5000 rpm. Depois de centrifugar, retira-se o óleo e realiza-se a análise.

Antes de realizar a análise, coloca-se duas cuvets que tem cada uma 5 mL do reagente R1 nas células de incubação para aquecer durante 5 minutos, no mínimo, e seleciona-se o teste desejado no menu do espectrofotómetro. Após o aquecimento, adiciona-se 50  $\mu\text{L}$  da amostra a uma das cuvets e, em seguida adiciona-se 10  $\mu\text{L}$  do reagente R2 a ambas as cuvets, funcionando a cuvete sem amostra como Branco. Após este passo, aguarda-se durante 3 minutos.

Assim que o tempo termina, insere-se a cuvete do Branco na célula de leitura do equipamento e faz-se a respetiva leitura a um comprimento de onda de 505 nm. De seguida é inserida a cuvete com a amostra e efetuada a respetiva leitura. O resultado é dado pelo aparelho em  $\text{meqO}_2/\text{Kg}$ .

## **2.2.2. Índice de acidez**

Para a determinação do teor de acidez são usados testes baseados no seguinte princípio: os ácidos gordos livres da amostra, em pH <7,0, reagem com um composto cromogéneo e diminuem a sua cor. A diminuição da cor, lida a 630 nm, é proporcional à concentração de ácido da amostra, expressa em % de ácido oleico.

O teor de acidez das gorduras comestíveis é dado pela quantidade de ácidos gordos livres derivados da rancificação hidrolítica dos triglicerídeos. Como essa alteração ocorre em condições inadequadas para o processamento e preservação das gorduras, a acidez representa um indicador básico da integridade do produto.

Tal como acontece no procedimento para a determinação do teor de peróxidos, também para a determinação do teor de acidez na matéria-prima, amendoim, é necessário a extração da gordura. Assim, este teste é feito sempre após o teste para a determinação do índice de peróxidos, havendo um aproveitamento do óleo extraído para as duas análises.

Também no caso da manteiga de amendoim, o óleo extraído é utilizado quer para a determinação do índice de peróxidos quer para o teste de acidez.

O processo de análise é coincidente nos dois tipos de produtos, matéria-prima e produto acabado. Antes de realizar a análise, coloca-se uma cuvete com 5 mL do reagente R3 nas células de incubação para aquecer durante 5 minutos e seleciona-se o teste desejado no menu do espectrofotómetro. Após leitura a 630nm, adiciona-se 10 µL de amostra na cuvete. Após nova medição o resultado é dado em percentagem de ácido oleico.

## **2.3. Aflatoxinas**

Para o controlo rigoroso do Somatório das Aflatoxinas Totais é usado um teste imunocromatográfico na forma de uma tira de teste baseado na reação antigénio-anticorpo. Um anticorpo anti-aflatoxina específico deteta a aflatoxina na amostra. Durante a incubação da tira de teste, forma-se um padrão de banda (linha de teste/linha de controlo) que é usado para determinar a concentração de aflatoxina. A intensidade da linha de teste depende da concentração de aflatoxina da amostra, verificando-

se que aumenta à medida que aumenta a concentração de aflatoxina. A linha de controlo é detetada logo após a reação ter ocorrido, a fim de verificar o funcionamento do teste. A linha de controlo enfraquece conforme a concentração de aflatoxina na amostra aumenta.

Para a realização deste teste começa-se por pesar 10 g de amendoim moído num tubo de falcon e adiciona-se 20 mL de metanol (70% em água), preparado previamente. A solução é centrifugada durante 3 min a 6000 rpm.

De seguida, é preparada uma solução com 100  $\mu\text{L}$  de solvente e 50  $\mu\text{L}$  do sobrenadante num eppendorf. Após agitação e com o auxílio de uma micropipeta, transfere-se 100  $\mu\text{L}$  desta solução para a tira do teste.

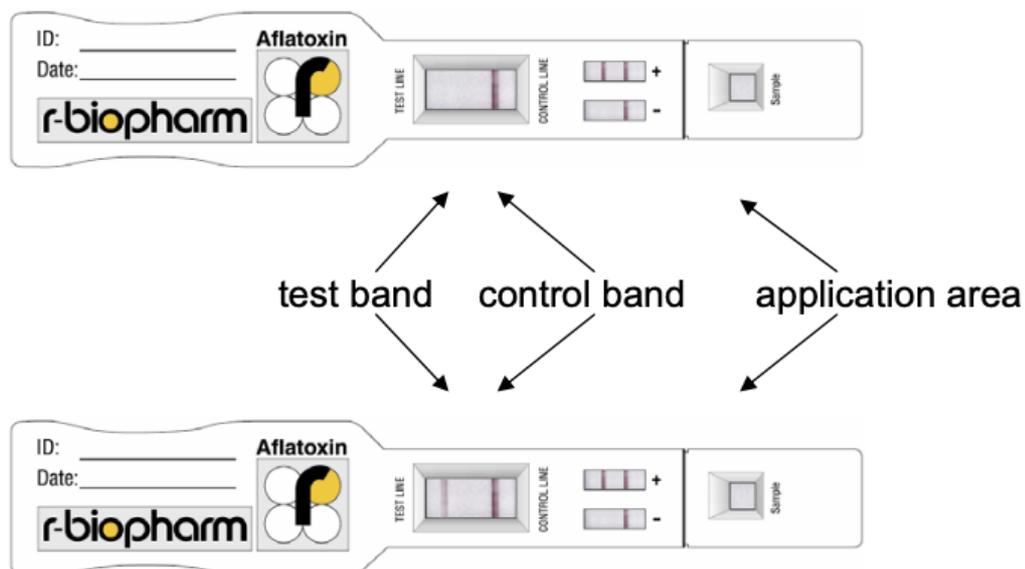
O resultado é lido na tira do teste após 4, 8 ou 16 minutos da sua aplicação.

A banda do lado direito (**Figura 3**), no campo de reação, é uma banda de controlo (linha de controlo) e deve aparecer após cada procedimento de teste. Se a banda não aparecer, o resultado do teste não é válido devido ao procedimento de teste impróprio ou deterioração dos reagentes. No caso desta situação acontecer, o teste tem de ser repetido com uma nova tira. A banda de controlo é visível, pelo menos, 2 minutos após a aplicação da amostra.

Para obter resultados comparáveis, as tiras de teste devem ser avaliadas visualmente após 4, 8 ou 16 minutos, dependendo do limite de deteção escolhido. A avaliação final do teste deve ser feita sempre após 16 minutos.

Após este tempo a banda escurece ligeiramente durante o processo de secagem.

negative result, aflatoxin level < 4 µg/kg (ppb)



positive result, aflatoxin level ≥ 4 µg/kg (ppb)

**Figura 3** - Imagem ilustrativa da tira de teste usada. A tira na parte superior da imagem, representa um teste negativo, enquanto a tira do lado inferior reflete o resultado de um teste positivo.

## 2.4. Cor

Diariamente são realizadas análises de cor, por lote, em amostras de amendoim torrado e moído e em amostras de manteiga de amendoim. Para o efeito utiliza-se um colorímetro X-Rite da Minolta, que regista os valores das coordenadas de cor no espaço Hunter Lab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) e daí é obtido a diferença de cor total ( $\Delta E$ ). Para uma análise de cor conforme, esse valor não pode exceder  $\Delta E=4$ .

## 2.5. Viscosidade

Para a análise da viscosidade é usado um consistómetro de Bostwick (**Figura 4**) com uma régua intrínseca para medir o grau de fluidez de uma manteiga, em que quanto maior for a distância percorrida pela manteiga sob o seu próprio peso durante um minuto, maior será a sua fluidez.



**Figura 4** - Imagem ilustrativa de um Consistómetro de Bostwick.

Quando o produto atinge a temperatura ambiente e se encontra com as características estáveis, inicia-se a determinação da viscosidade da manteiga, com o enchimento da parte inicial do consistómetro com a manteiga de amendoim. De modo a obter-se um valor correto indicativo da viscosidade do produto, primeiramente é feita a verificação da limpeza e a presença de humidade no consistómetro Bostwick, visto que é muito importante que o instrumento esteja seco na totalidade antes de ser usado, pois a presença de água diminui o coeficiente de fricção do Bostwick, podendo resultar em falsas leituras.

De seguida, coloca-se o equipamento sobre uma superfície plana e procede-se ao ajuste do nível até a bolha circular se encontrar no centro, pois o Bostwick deve ser nivelado para garantir que está a

ser usado no ângulo correto de utilização. Para tal, é necessário ajustar os dois parafusos de torção localizados na parte de trás.

O aparelho apresenta uma espécie de “porta” que impede o fluxo prematuro da manteiga. Esta é acionada por mola e, simultaneamente é cronometrada 1 minuto. Ao longo desse minuto a manteiga flui sob o seu próprio peso ao longo da escala graduada, sendo o limite mínimo para a manteiga ser considerada conforme de 2 cm.

## 3. Resultados e discussão

Nesta parte do trabalho são apresentados os resultados obtidos para os vários parâmetros de controlo de qualidade, consoante o produto. Dado o grande volume de análises que foram realizadas, optou-se por apresentar a média dos resultados para exemplificar a variedade de resultados que podem ser obtidos.

Durante o período do projeto individual, foram adquiridos 46 lotes de amendoim cru, no entanto durante esse período foram utilizados apenas 39. Cada lote é constituído por 20 *Big Bag's* com 1250 Kg de amendoim cada, o que perfaz a totalidade de 975 toneladas de amendoim torrados.

Enquanto que a nível de manteiga, foram produzidos 38 lotes o que traduz a produção de cerca 975 toneladas de manteiga de amendoim.

### 3.1. Humidade

#### Amendoim

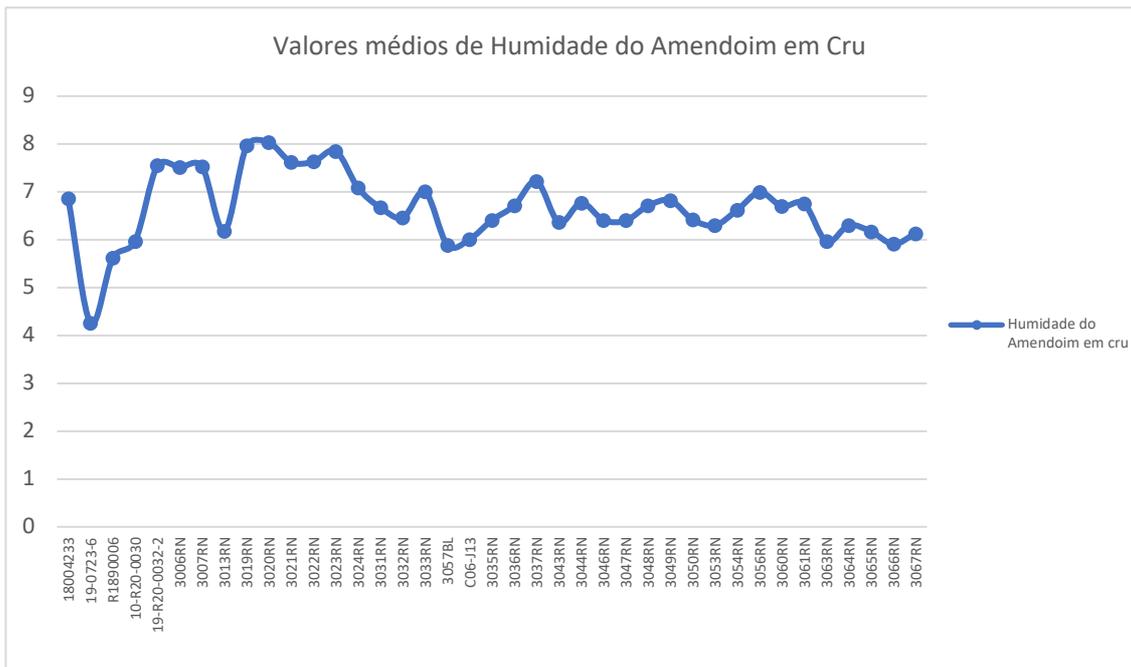
A determinação do teor de humidade representa uma das formas mais importantes e utilizadas na análise de alimentos. O teor de humidade numa matriz alimentar pode afetar a sua estabilidade, qualidade e características, sendo responsável pela aceleração do processo de deterioração e permitindo o desenvolvimento de fungos, leveduras e bactérias.<sup>37</sup>

Antes da torra é importante existir uma determinação do teor de humidade, uma vez que este valor vai determinar os parâmetros que irão ser utilizados durante o processo de torra do amendoim. Conforme os amendoins são torrados, a humidade é libertada, esta quantidade libertada depende da temperatura e do tempo de torra. Um amendoim cru, com mais humidade, terá de passar mais tempo dentro da estufa ao contrário de um amendoim com menos humidade.

Na **tabela 3**, são apresentados os valores médios de humidade de todos os lotes do amendoim em cru. Por lote, são feitas 20 análises do amendoim em cru, dado que cada lote é composto por 20 *Big Bag's* de amendoim.

**Tabela 3** – Valores médios obtidos de Humidade no amendoim antes e depois do processo de torra.

<b>Lote Amendoim</b>	<b>Ano colheita</b>	<b>N<sup>o</sup> de análises efetuadas</b>	<b>Humidade do amendoim em cru (%)</b>
<b>18004233</b>	2018	20	6,86±0,14
<b>19-0723-6</b>	2018	20	4,26±0,68
<b>R1890006</b>	2018	20	5,62±0,09
<b>10-R20-0030</b>	2018	20	5,97±0,34
<b>19-R20-0032-2</b>	2018	20	7,55±0,56
<b>3006RN</b>	2019	20	7,51±0,42
<b>3007RN</b>	2019	20	7,53±0,52
<b>3013RN</b>	2019	20	6,18±0,19
<b>3019RN</b>	2019	20	7,96±0,41
<b>3020RN</b>	2019	20	8,03±0,17
<b>3021RN</b>	2019	20	7,62±0,23
<b>3022RN</b>	2019	20	7,63±0,35
<b>3023RN</b>	2019	20	7,85±0,28
<b>3024RN</b>	2019	20	7,08±0,76
<b>3031RN</b>	2019	20	6,67±0,08
<b>3032RN</b>	2019	20	6,46±0,14
<b>3033RN</b>	2019	20	7,00±0,13
<b>3057BL</b>	2019	20	5,89±0,36
<b>C06-J13</b>	2019	20	6,01±0,29
<b>3035RN</b>	2020	20	6,41±0,22
<b>3036RN</b>	2020	20	6,71±0,09
<b>3037RN</b>	2020	20	7,22±0,09
<b>3043RN</b>	2020	20	6,36±0,20
<b>3044RN</b>	2020	20	6,77±0,13
<b>3046RN</b>	2020	20	6,41±0,17
<b>3047RN</b>	2020	20	6,40±0,11
<b>3048RN</b>	2020	20	6,71±0,16
<b>3049RN</b>	2020	20	6,82±0,21
<b>3050RN</b>	2020	20	6,42±0,28
<b>3053RN</b>	2020	20	6,30±0,06
<b>3054RN</b>	2020	20	6,62±0,13
<b>3056RN</b>	2020	20	6,99±0,30
<b>3060RN</b>	2020	20	6,70±0,14
<b>3061RN</b>	2020	20	6,75±0,07
<b>3063RN</b>	2020	20	5,96±0,24
<b>3064RN</b>	2020	20	6,30±0,27
<b>3065RN</b>	2020	20	6,17±0,33
<b>3066RN</b>	2020	20	5,91±0,64
<b>3067RN</b>	2020	20	6,13±0,41
Valor médio Total			6,67±0,73



**Gráfico 1** - Representação gráfica dos valores médios obtidos por lote de Humidade do amendoim antes e depois do processo de torra.

O valor de humidade no amendoim cru não deve ultrapassar o valor de 10%, para garantir a qualidade e consumo seguro deste alimento sem constituir risco para a saúde dos consumidores.<sup>4</sup> Através do **Gráfico 1**, é visível que todas as amostras testadas apresentaram valores muito inferiores, o que indica uma probabilidade muito baixa de desenvolvimento microbiológico e consequente produção de aflatoxinas.

De uma maneira geral os lotes de amendoim cru mais recentes apresentavam um teor de humidade mais constante, observando-se mais diferenças entre os lotes mais antigos. Isto pode ter resultado de alterações durante o armazenamento prolongado.

Todos os *Big Bag's* de todos os lotes foram testados novamente após a torra, tendo-se verificado que os valores de humidade do amendoim torrado estavam sempre de acordo com o necessário para a posterior obtenção de manteiga de amendoim.

## **3.2. Análise da degradação da gordura**

Um dos maiores benefícios do amendoim para a saúde é atribuído à sua composição nutricional, especialmente ao seu perfil lipídico.<sup>38</sup> A composição das gorduras desempenha um papel importante na determinação da vida útil, nutrição e sabor dos produtos alimentares.<sup>22</sup> A prevenção do estado de rancificação das gorduras é um dos parâmetros de qualidade mais importantes durante o armazenamento do amendoim e durante as fases do processo produtivo.<sup>39</sup>

Para as matrizes alimentares testadas não existem limites determinados por lei, apenas valores recomendados que estabelecem que no caso do amendoim e da manteiga de amendoim, os valores não devem ultrapassar os 4% expressos em ácido oleico para o índice de acidez e 15 meq O<sub>2</sub>/Kg para o índice de peróxidos.

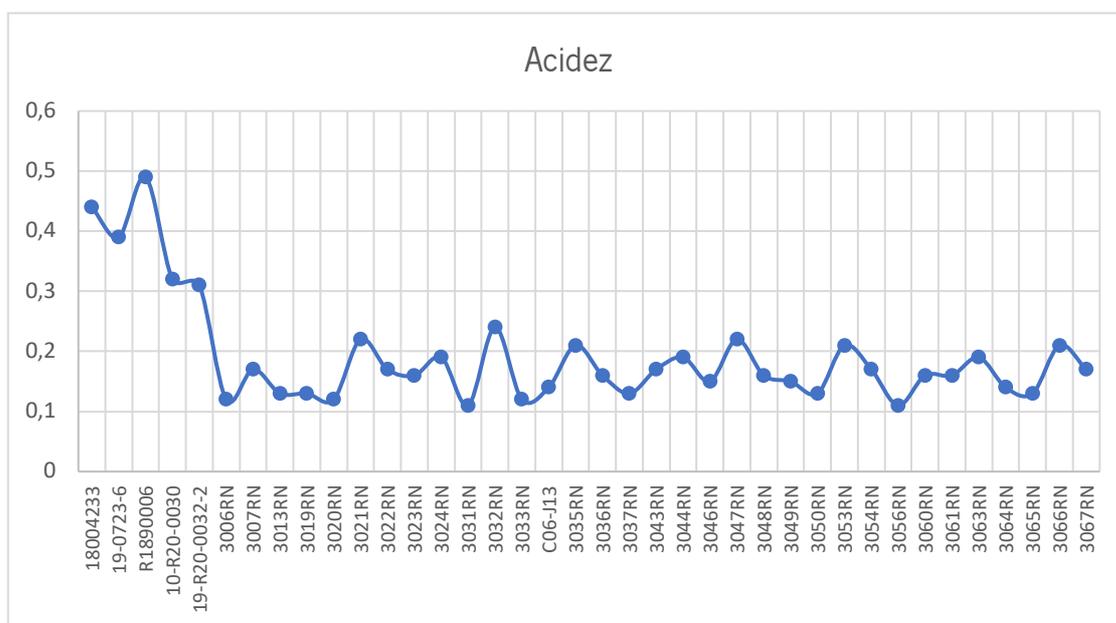
### **3.2.1. Acidez**

A determinação da acidez fornece um dado importante na avaliação do estado de conservação do amendoim e da manteiga de amendoim. Tal como já foi dito, a decomposição dos glicerídeos é acelerada por aquecimento e pela luz, e esta decomposição é responsável pela formação de ranço.<sup>23</sup> O ranço é frequentemente acompanhado pela formação de ácidos gordos livres. Estes são frequentemente expressos em termos de índice de acidez. O índice de acidez é definido como massa, em mg, de hidróxido de potássio necessário para neutralizar um grama da amostra. Portanto, a acidez de um produto está relacionada com a qualidade e grau de pureza do lípido, com o processamento utilizado e com as condições de conservação. Quanto maior o valor da acidez maior será o grau de decomposição do lípido.<sup>40</sup>

## Amendoim

Quanto ao parâmetro da acidez, cada lote de amendoim foi testado apenas uma única vez e, destas determinações foi obtido um valor médio para o índice de acidez de  $0,17 \pm 0,09\%$  expresso em ácido oleico.

Apesar da diferença ser ligeira, pelo **Gráfico 2** pode-se observar que os lotes de amendoim com o ano de colheita mais antigo, apresentam um grau maior de decomposição da gordura quando comparados com os restantes, mais recentes. Esta diferença deve-se à decomposição natural do amendoim ao longo do tempo de vida, não pondo em causa a qualidade físico-química ou organolética do produto.



**Gráfico 2** – Representação gráfica dos valores obtidos para o índice de acidez.

## **Manteiga de amendoim**

No caso da manteiga de amendoim, todos os lotes produzidos durante o período de estágio foram testados quanto ao índice de acidez, 38 lotes, em que foi realizada apenas uma análise por lote e, não foram observadas variações significativas, tendo sido obtido o valor médio  $0,2\pm 0,06\%$ .

### **3.2.2. Peróxidos**

Pela determinação do índice de peróxidos verifica-se a presença de substâncias oxidantes. Estas substâncias são geralmente consideradas como peróxidos ou outros produtos similares resultantes da oxidação da gordura.<sup>39</sup> Por isso, este índice é um indicador do grau de oxidação do lípido, que é sensível no estado inicial da oxidação.

Este método determina todas as substâncias, em termos de miliequivalentes de peróxido por quilograma de amostra, que oxidam o  $\text{Fe}^{2+}$ .<sup>41</sup>

## **Amendoim**

Relativamente ao índice de peróxidos, os 20 lotes de amendoim cru foram analisados uma única vez por lote e foi obtido o valor médio  $0,05\pm 0,02$  meq  $\text{O}_2/\text{Kg}$ . Não foram observadas variações significativas e a maioria dos valores foram inferiores a  $0,01$  meq  $\text{O}_2/\text{Kg}$ . Este resultado permite comprovar a integridade lipídica de todos os lotes utilizados.

## **Manteiga de amendoim**

Relativamente ao parâmetro de peróxidos na manteiga de amendoim, os 38 lotes foram analisados apenas uma vez por lote e foi obtido o valor médio  $0,32 \pm 0,72$  meq  $O_2$ /Kg, valor que se encontra ainda bastante abaixo do limite permitido por lei (15 meq  $O_2$ /Kg). Mais uma vez não houve diferenças significativas entre lotes.

O aumento do teor de peróxidos relativamente ao amendoim cru está associado ao processamento do amendoim, uma vez que o aumento da temperatura favorece a reação de formação de peróxidos.

### **3.3. Aflatoxinas**

As aflatoxinas são metabolitos secundários produzidos por fungos filamentosos, que representam um problema grave de saúde pública.<sup>25</sup>

As micotoxinas são compostos orgânicos, relativamente pequenos, quimicamente estáveis e altamente resistentes aos métodos de processamento utilizados na indústria alimentar. A toxicidade destes contaminantes varia consoante a sua estrutura química e origem biossintética, sendo diversos os efeitos biológicos.<sup>42</sup>

Após a exposição a micotoxinas, podem ocorrer eventos de toxicidade aguda ou crónica, bem como, efeitos hepatotóxicos, genotóxicos, imunossupressores, teratogénicos, nefrotóxicos, neurotóxicos, citotóxicos, dermatotóxicos, e/ou de disruptores endócrinos.<sup>43</sup>

Tendo em conta as suas características de toxicidade associadas à resistência apresentada a elevadas temperaturas que possam sofrer durante o processo produtivo, é essencial o seu controlo para que a saúde do consumidor não seja posta em risco.

A análise das aflatoxinas foi realizada aos 39 lotes de amendoim cru rececionados durante o intervalo de estágio, de forma individual. Como se trata de um parâmetro em que existe um limite especificado por lei para a quantidade total de aflatoxinas, o resultado obtido durante essa análise indica

apenas se é inferior ou superior ao limite fixado. Como obtivemos sempre resultados conformes, o resultado obtido para todos os lotes foi <4 ppb.

### **3.4. Cor**

Qualquer produto possui uma aparência e uma cor expectáveis que são associadas às reações pessoais de aceitação, indiferença ou rejeição. Se o consumidor espera que o produto tenha determinada cor, poderá ocorrer relutância relativamente ao consumo caso exista diferença de tonalidade ou intensidade desta.<sup>31</sup>

Um estudo do *Institute for Color Research* revelou que as pessoas fazem um julgamento subconsciente sobre um produto no espaço de 90 segundos após a primeira visualização, e que até 90% dessa avaliação é baseada na cor. Outro estudo do mesmo instituto revela que a cor aumenta o reconhecimento da marca em até 80%.<sup>44</sup>

### **Amendoim torrado**

No sentido de não termos discrepâncias notórias a nível de cor no nosso produto, são feitas análises ao amendoim após o processo de torra.

Ao nível de cor, foram realizadas 20 análises a cada lote de amendoim torrado. A conformidade do parâmetro é avaliada consoante o valor de  $\Delta E$  do Amendoim Torrado, em que quanto menor a diferença de cor total, maior a conformidade do parâmetro. O limite superior para o amendoim torrado ser considerado conforme é 4, pelo que a partir desse valor são tomadas medidas corretivas para que não sejam notadas diferenças a nível de cor no produto acabado, tais como, alteração nos parâmetros de torra ou então a mistura de amendoim mais torrado com outro que possa ter ficado menos torrado.

Na **Tabela 4** estão representados os valores obtidos nas análises feitas para o estudo do parâmetro cor no amendoim torrado.

**Tabela 4** – Valores obtidos na determinação do parâmetro cor no amendoim torrado por lote.

Lote Amendoim	Nº de análises realizadas	$\Delta E$ do Amendoim Torrado
18004233	20	1,03±1,09
19-0723-6	20	3,86±1,05
R1890006	20	2,05±2,18
10-R20-0030	20	<b>4,36±1,85</b>
19-R20-0032-2	20	1,71±1,67
3006RN	20	2,54±1,01
3007RN	20	1,47±1,24
3013RN	20	1,35±0,97
3019RN	20	2,21±1,41
3020RN	20	2,17±1,25
3021RN	20	2,11±1,44
3022RN	20	2,77±2,19
3023RN	20	2,22±1,08
3024RN	20	2,05±2,01
3031RN	20	3,73±1,75
3032RN	20	1,87±1,45
3033RN	20	<b>4,13±1,42</b>
3057BL	20	1,52±0,95
C06-J13	20	3,98±0,25
3035RN	20	1,53±0,91
3036RN	20	2,31±1,72
3037RN	20	1,04±0,72
3043RN	20	1,29±1,17
3044RN	20	0,86±0,62
3046RN	20	3,47±1,90
3047RN	20	2,06±1,03
3048RN	20	2,09±1,22
3049RN	20	2,61±1,02
3050RN	20	2,83±1,14
3053RN	20	2,86±1,10
3054RN	20	2,09±1,37
3056RN	20	2,05±1,08
3060RN	20	1,80±3,80
3061RN	20	0,50±0,55
3063RN	20	<b>4,19±1,63</b>
3064RN	20	3,99±1,75
3065RN	20	3,41±1,33
3066RN	20	<b>4,15±1,08</b>
3067RN	20	3,29±2,24
Valor médio Total		2,17±1,04

Como se pode observar pelos dados observados na **Tabela 4**, alguns dos lotes de amendoim torrado apresentavam um  $\Delta E$  acima do recomendado, sendo por isso misturados com lotes processados para apresentarem um  $\Delta E$  inferior.

## Manteiga de amendoim

Após a manteiga de amendoim estabilizar a sua temperatura e as suas propriedades organolépticas, são efetuados 5 ensaios a cada lote de manteiga de amendoim no que diz respeito à avaliação feita ao nível de cor.

**Tabela 5** - Valores obtidos na determinação do parâmetro cor na manteiga de amendoim por lote.

Lote Manteiga de Amendoim	Nº de análises realizadas	$\Delta E$ Manteiga de Amendoim
1	5	2,28±1,13
2	5	3,81±0,65
3	5	2,72±0,78
4	5	1,68±0,34
5	5	<b>4,11±2,03</b>
6	5	1,01±0,54
7	5	1,62±1,05
8	5	3,57±1,98
9	5	1,00±1,52
10	5	3,49±1,21
11	5	3,53±1,64
12	5	1,89±1,01
13	5	1,64±1,14
14	5	3,86±1,24
15	5	2,13±0,46
16	5	3,81±1,06
17	5	1,39±0,59
18	5	2,14±1,35
19	5	1,11±0,46
20	5	1,43±0,74
21	5	1,12±0,94
22	5	3,12±1,03
23	5	2,37±0,51
24	5	1,81±0,65
25	5	2,12±0,56
26	5	2,30±0,33
27	5	2,42±0,86
28	5	1,28±0,61
29	5	1,36±0,57
30	5	0,74±0,21
31	5	1,25±0,42
32	5	2,81±1,02
33	5	1,11±0,59
34	5	2,37±1,05
35	5	2,21±0,49
36	5	2,12±0,73
37	5	3,37±0,51
38	5	2,53±1,33
Valor médio Total		2,14±0,94

Também para o caso da manteiga de amendoim, a propriedade é analisada de acordo com o valor de  $\Delta E$  do produto, em que quanto menor a diferença de cor total, maior a conformidade do parâmetro. O limite superior para a manteiga de amendoim ser considerada conforme foi também 4. Pela **Tabela 5** é visível que foi ultrapassado esse valor num dos 38 lotes analisados e que a média está distante desse limite.

Neste caso, após avaliação organolética da manteiga e atendendo a que a diferença para o valor conforme não era muito grande, foi decidido comercializar este lote de manteiga tal como estava.

### **3.5. Viscosidade**

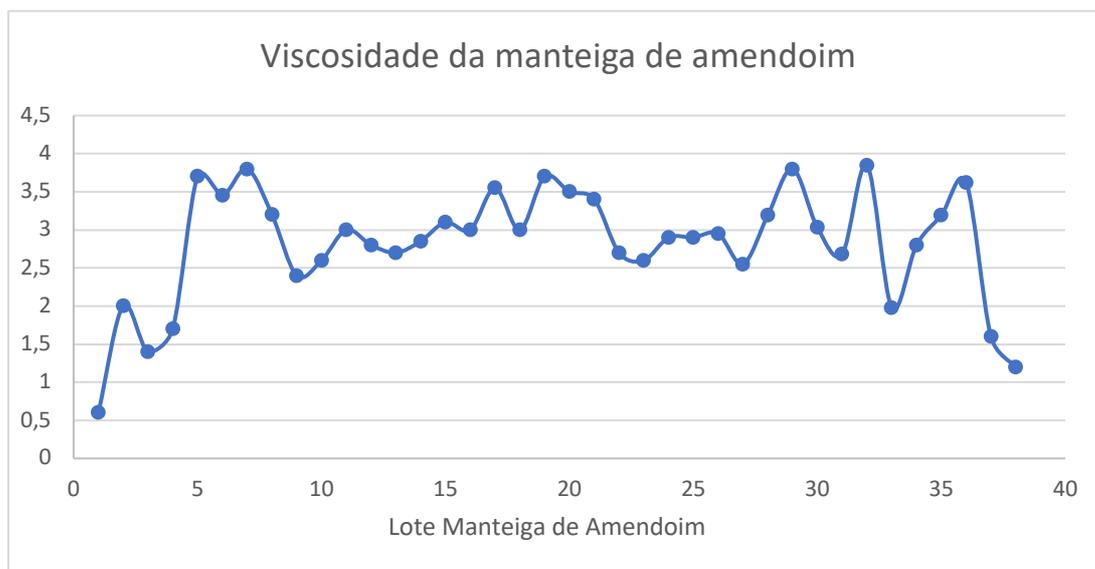
Em determinados alimentos, as propriedades coesivas e adesivas influenciam significativamente o desempenho dos alimentos antes do consumo e a percepção da textura na boca.<sup>45</sup> Em situações específicas, como é o caso da manteiga de amendoim, é desejável esta possuir um determinado nível de viscosidade.

#### **Manteiga de Amendoim**

Como se pode observar através da **Tabela 4** e pelo **Gráfico 3**, existem algumas diferenças ao nível da viscosidade nos diferentes lotes. Por se tratar de um produto cem por cento natural existem diferenças sazonais entre as matérias-primas que podem afetar o processo de moagem e, conseqüentemente a granulometria/textura da manteiga de amendoim. Também o tempo de agitação no tanque de mistura afeta de forma proporcional a fluidez do produto acabado, em que um maior tempo de agitação fará com que a manteiga apresente uma maior fluidez.

**Tabela 6** – Valores médios obtidos para o parâmetro Viscosidade na Manteiga de Amendoim.

Lote Manteiga de Amendoim	Nº de análises realizadas	Valor médio de viscosidade da manteiga de amendoim (cm)
1	5	0,60±0,43
2	5	1,40±0,27
3	5	1,20±0,56
4	5	2,00±0,30
5	5	1,70±0,62
6	5	3,70±0,53
7	5	3,45±0,61
8	5	3,80±0,38
9	5	3,20±0,29
10	5	2,40±0,27
11	5	2,60±0,25
12	5	3,00±0,30
13	5	2,80±0,21
14	5	2,70±0,26
15	5	2,85±0,22
16	5	3,10±0,20
17	5	3,00±0,36
18	5	1,60±0,25
19	5	3,55±0,18
20	5	3,00±0,33
21	5	3,70±0,09
22	5	3,50±0,23
23	5	3,40±0,37
24	5	2,70±0,12
25	5	2,60±0,08
26	5	2,90±0,10
27	5	2,90±0,23
28	5	2,95±0,05
29	5	2,55±0,05
30	5	3,19±0,24
31	5	3,80±0,38
32	5	3,03±0,54
33	5	2,68±0,52
34	5	3,85±0,62
35	5	1,98±0,26
36	5	2,80±0,21
37	5	3,19±0,31
38	5	3,62±0,92
Valor médio Total		2,93±0,75



**Gráfico 3** – Representação gráfica dos valores médios obtidos para o parâmetro Viscosidade na Manteiga de Amendoim.

Como se pode ver pela Tabela 6 e pelo Gráfico 3, alguns dos lotes apresentavam uma viscosidade inferior a 2 cm, tendo-se mais tarde verificado que o aumento do tempo de agitação permite evitar que tal aconteça.

## 4. Conclusão

O trabalho apresentado neste relatório foi desenvolvido na empresa Prozis.Nuts durante a fase de implementação desta unidade fabril. Assim, o controlo de qualidade realizado contribuiu não só para assegurar a produção de uma manteiga de amendoim de elevada qualidade como também para afinar as condições de produção.

Dentro dos parâmetros analisados, um dos mais importantes foi a humidade, uma vez que condiciona todo o processo de fabrico. A análise da humidade do amendoim cru mostrou que de uma maneira geral os lotes recebidos na fábrica tinham uma humidade baixa, importante para minimizar os processos de degradação da matéria-prima. Mostrou também que os lotes mais antigos apresentavam maior variabilidade nos valores de humidade, o que mostra que o armazenamento pode condicionar a quantidade de humidade presente.

A determinação da humidade no amendoim cru foi essencial para assegurar a produção de um amendoim torrado com características adequadas à produção da manteiga de amendoim.

Os parâmetros relacionados com a degradação da matéria-prima (acidez, peróxidos e aflatoxinas) demonstraram que o amendoim recebido nas instalações na Prozis era de elevada qualidade.

No que diz respeito à cor, alguns dos lotes de amendoim ultrapassaram o limite máximo no valor da diferença total de cor, o que levou ao ajuste de parâmetros na torra e à mistura de amendoins com diferentes tonalidades para a obtenção de uma manteiga de amendoim com as características desejadas.

Quanto à viscosidade, observaram-se algumas diferenças nos diferentes lotes que podem afetar o processo de fabrico e, conseqüentemente a granulometria/textura da manteiga de amendoim. Por se tratar de um produto natural existem diferenças sazonais no amendoim que podem ser responsáveis por estas diferenças, no entanto o tempo de agitação no tanque de mistura também é um fator a ter em conta, uma vez que um maior tempo de agitação fará com que a manteiga apresente uma maior fluidez.

## 5. Bibliografia

1. McCarty, J. A., Ramsey, S., & Sandefur, H. N. A Historical Analysis of the Environmental Footprint of Peanut Production in the United States from 1980 to 2014. *Peanut Sci.* 23, 157–167 (2016).
2. Neacsu, M., McBey, D. & Johnstone, A. M. *Meat Reduction and Plant-Based Food: Replacement of Meat: Nutritional, Health, and Social Aspects. Sustainable Protein Sources* (Elsevier Inc., 2017).
3. Arya, S. S., Salve, A. R. & Chauhan, S. Peanuts as functional food: a review. *J. Food Sci. Technol.* 53, 31–41 (2016).
4. Sandefur, H. N., McCarty, J. A., Boles, E. C. & Matlock, M. D. *Peanut Products as a Protein Source: Production, Nutrition, and Environmental Impact. Sustainable Protein Sources* (Elsevier Inc., 2017).
5. Singh, B. & Singh, U. Peanut as a source of protein for human foods. *Plant Foods Hum. Nutr.* 41, 165–177 (1991).
6. Yu, H. *et al.* An explorative study on the relationships between the quality traits of peanut varieties and their peanut butters. *LWT* 151, 1–15 (2021).
7. History of Peanuts & Peanut Butter | National Peanut Board. Available at: <https://www.nationalpeanutboard.org/peanut-info/history-peanuts-peanut-butter.htm>. (Accessed: 24th March 2021)
8. Jackson, L. S. M., Dudrick, S. J. & Sumpio, B. E. John Harvey Kellogg; surgeon, inventor, nutritionist (1852–1943). *J. Am. Coll. Surg.* 199, 817–821 (2004).
9. Carunchia, M., Wang, L. & Han, J. H. The use of antioxidants in the preservation of snack foods. *Handb. Antioxidants Food Preserv.* 447–474 (2015).
10. McArthur Verner Grise Harry O Doty, W. N. & Duane Hacklander, J. US. Peanut Industry. *EMS Publ. (PI), Room 0054-S U.S. Dept. Agric. Washington, D.C. 20250* 11–20
11. Kahlon, T. S., Avena-Bustillos, R. J., Kahlon, A. K. & Brichta, J. L. Consumer sensory evaluation and quality of Sorghum-Peanut Meal-Okra snacks. *Heliyon* 7, 1–6 (2021).
12. P.C. Nautiyal, P. . GROUNDNUT. *Natl. Res. Cent. Groundn.* 95–115 (2002).
13. Aoyagi, W. S. A. Origin and Early History of Peanut Butter (1884-2015). 283–327 (2015). Available at: [https://books.google.pt/books?id=EtoaBwAAQBAJ&pg=PA307&lpg=PA307&dq=Peanut+butter+is+also+gaining+popularity+among+candy,+snack+and+cookie+makers.&source=bl&ots=rZKdrVi4t\\_&sig=ACfU3U010ybsybgGuTMy3iRp08HmLGQfgA&hl=pt-PT&sa=X&ved=2ahUKEwidw-z\\_vxAhWLRQKH](https://books.google.pt/books?id=EtoaBwAAQBAJ&pg=PA307&lpg=PA307&dq=Peanut+butter+is+also+gaining+popularity+among+candy,+snack+and+cookie+makers.&source=bl&ots=rZKdrVi4t_&sig=ACfU3U010ybsybgGuTMy3iRp08HmLGQfgA&hl=pt-PT&sa=X&ved=2ahUKEwidw-z_vxAhWLRQKH). (Accessed: 24th February 2021)
14. Shakerardekani, A., Karim, R., Ghazali, H. M. & Chin, N. L. Textural, Rheological and Sensory Properties and Oxidative Stability of Nut Spreads—A Review. *Int. J. Mol. Sci.* 14, 4223–4241 (2013).
15. Isengard, H. D. Water content, one of the most important properties of food. *Food Control* 12, 395–400 (2001).
16. Gama, T., Wallace, H. M., Trueman, S. J. & Hosseini-Bai, S. Quality and shelf life of tree nuts: A

- review. *Sci. Hortic. (Amsterdam)*. 242, 116–126 (2018).
17. Isengard, H. D. Water content, one of the most important properties of food. *Food Control* 12, 395–400 (2001).
  18. Olaimat, A. N. *et al.* Microbial safety of oily, low water activity food products: A review. *Food Microbiol.* 92, 1–15 (2020).
  19. Wang, Q. Overview of Peanut Processing Quality. *Peanut Process. Charact. Qual. Eval.* 1–67 (2018).
  20. Riaz, M. N. & Rokey, G. J. Impact of particle size and other ingredients on extruded foods and feeds. *Extrus. Probl. Solved* 55–63 (2012).
  21. Williamson, S. Detection of rancidity in peanuts. 1–55 (1968).
  22. Wang, Q. Oxidation Stability Improvement of Peanut Oil. *Peanut Process. Charact. Qual. Eval.* 539–545 (2018).
  23. Liu, K., Liu, Y. & Chen, F. Effect of storage temperature on lipid oxidation and changes in nutrient contents in peanuts. *Food Sci. Nutr.* 7, 2280–2290 (2019).
  24. Temkov, M. & Mureşan, V. Tailoring the Structure of Lipids, Oleogels and Fat Replacers by Different Approaches for Solving the Trans-Fat Issue—A Review. *Foods* 2021, Vol. 10, Page 1376 10, 1–33 (2021).
  25. Benkerroum, N. Aflatoxins: Producing-Molds, Structure, Health Issues and Incidence in Southeast Asian and Sub-Saharan African Countries. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17, 1–40 (2020).
  26. N, B. Retrospective and Prospective Look at Aflatoxin Research and Development from a Practical Standpoint. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 16, 1–47 (2019).
  27. KF, N. & J, S. Fungal metabolite screening: database of 474 mycotoxins and fungal metabolites for dereplication by standardised liquid chromatography-UV-mass spectrometry methodology. *J. Chromatogr. A* 1002, 111–136 (2003).
  28. EUR-Lex - 32006R1881 - EN - EUR-Lex. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2006/1881/oj>. (Accessed: 4th April 2021)
  29. Pathare, P. B., Opara, U. L. & Al-Said, F. A. J. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food Bioprocess Technol.* 6, 36–60 (2013).
  30. Costell, E., Carbonell, I., Tárrega, A. & Bayarri, S. Sensory quality control of fresh produce. *Sens. Anal. Food Beverage Qual. Control* 276–292 (2010).
  31. Barrett, D. M., Beaulieu, J. C. & Shewfelt, R. Color, Flavor, Texture, and Nutritional Quality of Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Desirable Levels, Instrumental and Sensory Measurement, and the Effects of Processing. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 369–389 (2010).
  32. Garcia-Marino, M., Escudero-Gilete, M. L., Heredia, F. J., Escribano-Bailón, M. T. & Rivas-Gonzalo, J. C. Color-copigmentation study by tristimulus colorimetry (CIELAB) in red wines obtained from Tempranillo and Graciano varieties. *Food Res. Int.* 51, 123–131 (2013).
  33. R, K., Y, L. D., JF, A., R, V. & N, D. CIEL\*a\*b\* color space predictive models for colorimetry devices—analysis of perfume quality. *Talanta* 104, 58–66 (2013).

34. Clydesdale, F. M. & Ahmed, E. M. Colorimetry - methodology and applications. *C R C Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 10, 243–301 (1978).
35. Tehrani, M. M. & Ghandi, A. Modification of Bostwick method to determine tomato concentrate consistency. *J. Food Eng.* 79, 1483–1486 (2006).
36. Miller, A. E., Chambers, E., Jenkins, A., Lee, J. & Chambers, D. H. Defining and characterizing the 'nutty' attribute across food categories. *Food Qual. Prefer.* 27, 1–7 (2013).
37. Vera Zambrano, M., Dutta, B., Mercer, D. G., MacLean, H. L. & Touchie, M. F. Assessment of moisture content measurement methods of dried food products in small-scale operations in developing countries: A review. *Trends Food Sci. Technol.* 88, 484–496 (2019).
38. Bonku, R. & Yu, J. Health aspects of peanuts as an outcome of its chemical composition. *Food Sci. Hum. Wellness* 9, 21–30 (2020).
39. Rozalli, N. H. M., Chin, N. L., Yusof, Y. A. & Mahyudin, N. Quality changes of stabilizer-free natural peanut butter during storage. *J. Food Sci. Technol.* 53, 694–701 (2016).
40. BRADDOCK, J. C., SIMS, C. A. & O'KEEFE, S. F. Flavor and Oxidative Stability of Roasted High Oleic Acid Peanuts. *J. Food Sci.* 60, 489–493 (1995).
41. FA, J. *et al.* Influence of Storage and Roasting on the Quality Properties of Kernel and Oils of Raw and Roasted Peanuts. *J. Oleo Sci.* 67, 755–762 (2018).
42. Bennett, J. W. & Klich, M. Mycotoxins. *Clin. Microbiol. Rev.* 16, 497–510 (2003).
43. Benkerroum, N. Chronic and Acute Toxicities of Aflatoxins: Mechanisms of Action. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17, 1–28 (2020).
44. Moir, D. E. Trademark Protective of Color Alone: how and when does a color develop secondary meaning and why color marks can never be inherently distinctive. 27, 407–433 (2011).
45. Liu, D., Deng, Y., Sha, L., Abul Hashem, M. & Gai, S. Impact of oral processing on texture attributes and taste perception. *Journal of Food Science and Technology* 54, 2585–2593 (2017).