

# **Controlo de Qualidade Alimentar em Indústria Agroalimentar**

**Eduarda Costa Martins**

Relatório de Estágio Curricular para obtenção do Grau de Mestre em  
**Biotechnologia**  
(2º ciclo de estudos)

Orientadora: Prof. Doutora Susana Margarida Paraíso Ferreira (UBI)  
Orientadora: Engenheira Natália Nogueira dos Santos (Frulact)

**junho de 2022**



## **Declaração de Integridade**

Eu, Eduarda Costa Martins, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição M10918 de/o Biotecnologia da Faculdade de Ciências, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referência de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_



# Agradecimentos

A concretização deste estágio curricular só foi possível graças ao apoio de todos os envolvidos, que tornaram este projeto possível.

O meu obrigado para empresa que me acolheu neste último ano, a Frulact e a todas as pessoas que conheci, em especial à Engenheira Natália, que sempre me reconfortou e deu força ao longo do tempo de estágio.

Um agradecimento ao Chefe Ajunto de Controlo de Qualidade, Filipe Valdemar, à Joana Oliveira, à Nádía Oliveira e à Marisa Tavares por toda a disponibilidade e carinho.

Dirijo-me também à Universidade da Beira Interior, à qual tenho orgulho de pertencer, foram 5 anos de aprendizagens tanto a nível pessoal como a nível profissional. Um sincero obrigada.

Agradeço à Professora Susana todo o tempo despendido, preocupação, amizade e motivação, que facilitou a execução de todo o trabalho.

Dirijo-me aos meus amigos, a Carolina, a Francisca, o César, a Lara, a Salomé, a Isa e a Sara, que me ofereceram um ombro amigo nos momentos de maior ansiedade e dificuldade, um grande obrigado.

Por último, mas não menos importante, aos meus pais e ao meu namorado, pelo apoio e força diária, que foram indispensáveis para terminar esta etapa.



# Resumo

O presente estágio decorreu na Frulact S.A., uma empresa do setor agroalimentar que se foca na produção de preparados alimentares, com aplicação em várias indústrias, como pastelarias e laticínios. Consequentemente, teve como objetivo acompanhar e desenvolver atividades de controlo de qualidade alimentar praticadas no Laboratório de Controlo de Qualidade na unidade de Tortosendo, bem como avaliar a possibilidade de aumentar a validade de três preparados alimentares produzidos na empresa. Estruturalmente, este relatório de estágio está seccionado em quatro partes, começando pela descrição da empresa, seguindo-se uma introdução teórica ao tema, uma descrição das atividades de controlo de qualidade de matérias-primas e preparados alimentares realizadas, e por fim uma análise dos testes efetuados aos três preparados alimentares relativamente a parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais ao longo de um período superior ao seu prazo de validade.

Dentro das análises associadas ao controlo de qualidade realizadas na empresa Frulact houve um foco nos parâmetros sensoriais e físico-químicos das matérias-primas, acrescidos de parâmetros microbiológicos no caso dos preparados alimentares. No que diz respeito aos Estudos de Validade, nos parâmetros físico-químicos foram avaliados o teor em sólidos solúveis, o pH e a consistência. Por outro lado, nos parâmetros microbiológicos, foram efetuadas análises para deteção de leveduras e bolores a 25°C assim como, quantificados microrganismos a 30°C e a nível sensorial testou-se o sabor. Através dos resultados obtidos foi concluído que todos os produtos eram seguros, no entanto foi possível detetar alterações nas características dos mesmos. Para se perceber melhor as razões destas, seria necessário fazer outros tipos de análises tanto no que diz respeito a atributos sensoriais como físico-químicos.

## Palavras-chave

Indústria Alimentar; Controlo de Qualidade; Segurança Alimentar; Preparados Alimentares; Estudos de Validade



# **Abstract**

The current internship took place at Frulact, S.A., a company in the agri-food sector that focus on the production of food preparations with application in various industries, such as pastry and dairy products. Consequently, it aimed to accompany and develop food quality control activities practiced in the Quality Control Laboratory at the Tortosendo unit, as well as to evaluate the possibility of increasing the shelf life of three food preparations produced at the company. Structurally, this internship report is divided into four parts, starting with a description of the company, followed by a theoretical introduction of the topic, a description of the quality control activities performed on raw materials and food preparations, and finally an analysis of the tests performed on the three food preparations, regarding physicochemical, microbiological, and sensory parameters over a longer period than their shelf life.

Among the analysis associated with quality control performed at the Frulact company, there was a focus on sensory and physicochemical parameters of the raw materials, additionally to the microbiological parameters in the case of food preparations. As far as Shelf Life Studies are concerned, the amount of total soluble solids, pH and consistency were evaluated in terms of the physicochemical parameters. Regarding, the microbiological parameters, yeasts and molds were detected at 25°C, and microorganisms quantified at 30°C, and at the sensorial level the flavor was tested. Through the results obtained it can be concluded that all products were safe, however it was possible to detect changes in their characteristics. In order to better understand the reasons for this, it would be necessary to perform other types of analysis regarding both sensory and physicochemical attributes.

## **Keywords**

Food Industry, Quality Control; Food Safety; Food Preparations; Shelf life studies



# Índice

Capítulo 1: Introdução .....	1
1.1 Enquadramento do Estágio.....	1
1.2 Descrição da Entidade Acolhedora .....	1
1.2.1 História da Empresa Frulact.....	3
Capítulo 2: Enquadramento Teórico .....	5
2.1 Preparados Alimentares .....	5
2.1.1 Preparados de Fruta.....	5
2.1.2 Preparados de Vegetais.....	5
2.1.3 Preparados de Cereais .....	6
2.2 Controlo de Qualidade e Segurança dos Géneros Alimentícios.....	6
2.2.1 Importância do Controlo de Qualidade.....	7
2.2.2 Segurança dos Géneros Alimentícios.....	8
2.2.2.1 Sistema HACCP .....	8
2.2.2.1.1 Perigos Alimentares.....	9
2.2.2.2 Normas de Segurança e Qualidade dos Alimentos .....	12
2.2.2.2.1 Norma British Retail Consortium (BRC).....	13
2.3 Estudos de Validade .....	13
Capítulo 3: Descrição das Tarefas Desenvolvidas.....	17
3.1 Análise da Matéria-Prima.....	17
3.1.1 Açúcares .....	18
3.1.1.1 Açúcar Granulado .....	18
3.1.1.2 Açúcar Líquido .....	18
3.1.2 Aromas.....	19
3.1.3 Cereais .....	19
3.1.4 Concentrados.....	20
3.1.5 Conservantes e Reguladores de Acidez.....	20
3.1.6 Corantes.....	21
3.1.7 Edulcorantes.....	21
3.1.8 Especiarias e Ervas Aromáticas .....	21
3.1.9 Frutas.....	22
3.1.9.1 Fruta Asséptica e Fruta em Lata .....	22
3.1.9.2 Frutas e Legumes Congelados .....	23
3.1.9.3 Frutos Secos e Fruta Desidratada.....	24
3.1.9.3 Puré de Fruta .....	24
3.2 Análise do Produto Acabado.....	25

3.2.1 Determinação de Retidos .....	25
3.2.2 Determinação de Consistência .....	26
3.2.2.1 Determinação da Consistência utilizando o Bostwick .....	27
3.2.2.2 Determinação da Consistência – Método Ford Cup.....	28
3.2.3 Medição de Acidez Titulável .....	29
3.2.4 Determinação do Teor em Sólidos Solúveis .....	30
3.2.4 Determinação do pH .....	30
3.3 Provas Organolépticas.....	31
3.4 Técnicas Microbiológicas .....	32
3.4.1 Preparação de Meios.....	32
3.4.1.1 Meios de Suspensão e Pré-Enriquecimento.....	32
3.4.1.2 Meios de Cultura.....	33
3.4.2 Quantificação de Microrganismos a 30°C.....	34
3.4.3 Detecção e Quantificação de Bolores e Leveduras.....	35
3.4.3.1 Detecção de Fungos com um sistema de citometria de fluxo, D-Count®	35
3.4.3.2 Quantificação de Fungos a 25°C.....	37
3.4.4 Controlo Microbiológico de Superfícies.....	39
3.4.5 Controlo Microbiológico Ambiental.....	39
3.4.6 Detecção de Bactérias Formadoras de Esporos e Esporos.....	40
3.4.7 Análise Microbiológica à Água dos Condensados .....	41
3.5 Verificação da Integridade dos Filtros .....	42
3.6 Validação de Expedições .....	43
Capítulo 4: Estudos de Validade de preparados alimentares .....	47
Capítulo 5: Conclusão .....	55
Capítulo 6: Bibliografia.....	57

# Lista de Figuras

Figura 1 - Logotipo da empresa Frulact (Frulact, 2022b).....	2
Figura 2: Esquema Organizacional da Empresa Frulact com base em Tortosendo (Frulact, 2021c).....	3
Figura 3: Esquema Representativo das Tarefas Desenvolvidas .....	17
Figura 4: Determinação da Consistência com o consistómetro de Bostwick. A) Consistómetro de Bostwick vazio, com o compartimento fechado; B) Consistómetro de Bostwick com o compartimento aberto, com o preparado alimentar após ter finalizado a análise em que a) e b) são o valor mínimo e máximo da leitura, respetivamente. ....	28
Figura 5: Método <i>Ford Cup</i> . A) O <i>Ford Cup</i> preenchido com o preparado de cereais; B) Preparado de cereais espalhado na base graduada, no final do ensaio.....	29
Figura 6: Colorímetro UltraScan VIS .....	32
Figura 7: Esquema representativo da quantificação de microrganismos a 30°C pelo método de incorporação, partindo da suspensão-mãe preparada .....	34
Figura 8: Equipamento D-Count®.....	36
Figura 9: Esquema representativo de parte do procedimento de deteção de bolores e leveduras através do sistema D-Count®. A) Adição do solvente ChemSol A7 à suspensão- mãe em tubos de ensaio, que foram sujeitos a vórtex; B) Centrifugação dos tubos com a suspensão-mãe e o ChemSol A7, para obtenção do <i>pellet</i> . ....	37
Figura 10: Esquema Representativo da quantificação de bolores e leveduras pelo método de espalhamento em meio DG-18 ou DRBC.....	38
Figura 11: Ilustração da metodologia usada para quantificação de bactérias formadoras de esporos .....	41
Figura 12: Medidor de integridade de filtros. A) Medidor aberto, é demonstrado as ranhuras onde se colocam os filtros para serem analisados; B) Medidor fechado com o teste a decorrer .....	43
Figura 13: Propriedades físico-químicas do Preparado de Chocolate ao longo de 80 dias de armazenamento a 20°C. A) pH; B) teor em sólidos solúveis; C) consistência. ....	48
Figura 14: Propriedades físico-químicas do Preparado de Banana, Ananás e Côco ao longo de 180 dias de armazenamento a 20°C. A) pH; B) teor em sólidos solúveis; C) consistência. ....	50

Figura 15: Propriedades físico-químicas do Preparado de Pêssego e Aveia ao longo de 180 dias de armazenamento a 20 °C. A) pH; B) teor em sólidos solúveis; C) consistência. .... 52

# Lista de Tabelas

Tabela 1: Enumeração dos perigos físicos e da sua origem baseado em (Frulact, 2021a) .....	10
Tabela 2: Exemplos de perigos químicos e a sua possível origem, baseado em (BRC Global Standards, 2018; Frulact, 2021b).....	11
Tabela 3: Descrição dos preparados alimentares estudados.....	47
Tabela 4: Resultados Microbiológicos do Preparado de Chocolate.....	49
Tabela 5: Resultados da avaliação de Sabor do Preparado de Chocolate feita por um painel especializado de 30 elementos.....	49
Tabela 6: Resultados Microbiológicos da análise do Preparado de Banana, Ananás e Côco.....	51
Tabela 7: Resultados de Sabor do Preparado de Banana, Ananás e Côco.....	51
Tabela 8: Resultados Microbiológicos do Preparado de Pêssego e Aveia.....	52
Tabela 9: Resultados de Sabor do Preparado de Pêssego e Aveia.....	53



# Lista de Acrónimos

BRC	Do inglês <i>British Retail Consortium</i>
DG-18	Do inglês <i>Dichloran Glycerol Chloramphenicol Agar</i>
DLUO	Do francês <i>Date limite d'utilisation optimale</i>
DRBC	Do inglês <i>Dichloran Rose – Bengal Chloramphenicol Agar</i>
GFSI	Do inglês <i>Global Food Safety Initiative</i>
HACCP	Do inglês <i>Hazard Analysis and Critical Control Points</i>
ISO	Do inglês <i>International Organization for Standardization</i>
OGM	Organismos Geneticamente Modificados
PCA	Do inglês <i>Plate Count Agar</i>
RCM	Do inglês <i>Reinforced Clostridial Agar</i>
SIP	Do inglês <i>Sterilization in Place</i>
UFC	Unidades Formadoras de Colônias
VCO	Do inglês <i>Odourous Volatile Organic Compounds</i>



# Capítulo 1: Introdução

## 1.1 Enquadramento do Estágio

O presente relatório, no âmbito do Mestrado em Biotecnologia na Universidade da Beira Interior, descreve o estágio curricular, realizado na Frulact, S.A., em Tortosendo, com a finalidade da obtenção do grau de Mestre. O estágio curricular teve uma duração de nove meses na Frulact, uma empresa que faz parte do setor das agro-indústrias de frutas e vegetais, especializada no fornecimento de ingredientes de valor acrescentado, para indústrias alimentares e de bebidas, como preparados de frutas e legumes para laticínios, gelados, sobremesas, bebidas e alternativas vegetais.

Na indústria alimentar, a segurança alimentar e a qualidade são duas condições essenciais. O Controlo de Qualidade garante que os alimentos são produzidos conforme os requisitos legais e além disso segue metas de qualidade para originar o mínimo de variação possível da mesma. Este estágio teve como principal objetivo a integração e participação da estagiária na rotina de um laboratório de controlo de qualidade de uma Indústria Alimentar, possibilitando o desenvolvimento de competências técnicas e laboratoriais.

Para dar cumprimento ao objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar as características físico-químicas de matérias-primas e preparados alimentares;
- Preparar e executar provas organolépticas, considerando a aprendizagem da caracterização de sabor, cor, textura e odor dos preparados alimentares;
- Realizar análises microbiológicas a preparados alimentares produzidos na empresa;
- Efetuar a inspeção de todos os parâmetros nas Expedições para assegurar a conformidade dos produtos alimentares enviados ao cliente;
- Iniciar Estudos de Validade como base para um possível aumento de validade de 3 preparados alimentares.

## 1.2 Descrição da Entidade Acolhedora

A Frulact é um grupo empresarial inovador que atua no setor agroalimentar, mais propriamente na área das agroindústrias frutícolas (Figura 1). A sua principal atividade

é a transformação, desenvolvimento e produção de preparados de fruta e de vegetais, aromas e produtos à base de vegetais que são conduzidos para as indústrias de laticínios, pastelaria industrial, bebidas, gelados. O grupo empresarial apresenta uma dimensão transnacional e encontra-se presente em 7 países, tendo 6 bases em Portugal: uma no Ferro, outra em Tortosendo e, por último, três na Maia, a Frusenses, Oatvita e a Frulact Maia (Frulact, 2022a).

Durante todo o desenvolvimento, processamento e comercialização de produto, há uma procura incessante pela inovação, procurando a Frulact fornecer produtos diferenciados a uma rede global de clientes, antecipando, assim, tendências que surgem no mercado. Com o propósito de possibilitar a satisfação de milhões de consumidores com os seus produtos saudáveis e de elevada qualidade, a Frulact optou pelo modelo *Taylor-made* para corresponder às necessidades dos seus compradores, criando uma topologia única para cada um deles (Frulact, 2022a).



Figura 1 - Logotipo da empresa Frulact (Frulact, 2022b)

Uma das maiores preocupações da empresa é a preservação do meio ambiente, para isso a Frulact cumpre os requisitos especificados na norma NP EN ISSO 14001: 2015 normas (Frulact, 2022c). Esta norma pretende demonstrar o compromisso contínuo por meio da gestão dos riscos ambientais associados à empresa (ISO, 2022).

A unidade Frulact no Tortosendo, é a maior de produção industrial de todo o grupo. A sua estrutura organizacional inclui um Diretor Operacional, um Chefe de Fábrica e os vários setores, tais como: a Logística, Planeamento, Controlo de Qualidade, Manutenção e Produção até à Analista de Controlo de Qualidade, tal como representado no organograma da empresa (Figura 2) (Frulact, 2021c). O Departamento de Controlo de Qualidade reporta diretamente aos gestores de qualidade que se encontram nos serviços centrais na Maia.

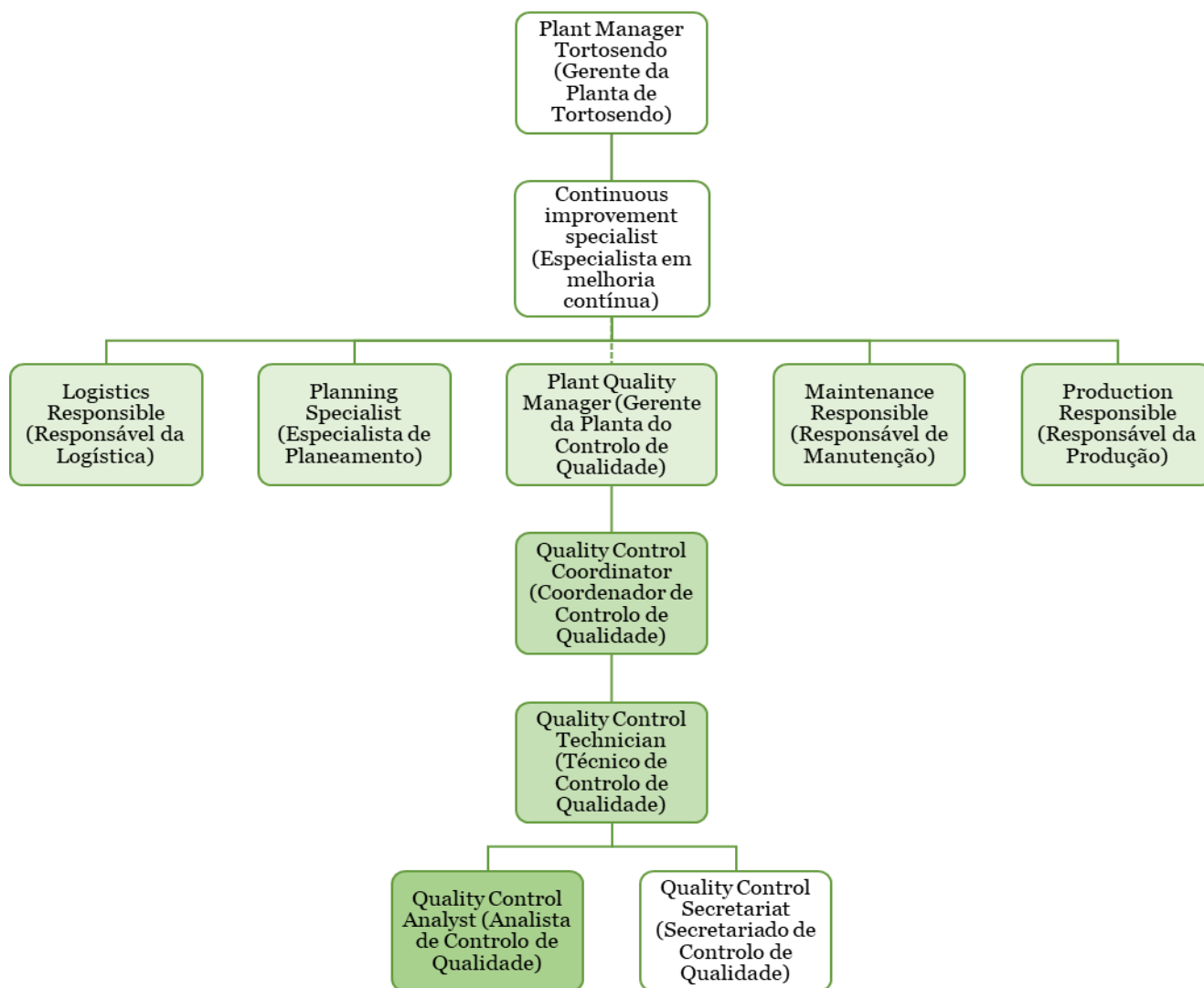


Figura 2: Esquema Organizacional da Empresa Frulact com base em Tortosendo (Frulact, 2021c)

### 1.2.1 História da Empresa Frulact

A Frulact foi fundada em 1987, na Maia, por Arménio Pinheiro Miranda juntamente com a visão de empreendedorismo dos seus filhos. Em apenas cinco anos, devido ao rápido sucesso, tornou-se necessário a criação de um novo espaço para a expansão da empresa, permitindo assim o aumento da capacidade de produção (Frulact, 2022d). Em 1998, deu-se uma nova amplificação e posteriormente a criação de uma nova plataforma industrial em Ferro, na Covilhã. Esta última, localizada nas proximidades de campos de cultivo, assegurou uma ligação entre a indústria e a agricultura,

promovendo assim o acompanhamento do produto desde matéria-prima, tornando-se uma unidade de primeira transformação da matéria-prima.

Um ano depois, deu-se o primeiro investimento internacional da Frulact em Marrocos, país escolhido de forma estratégica, onde construíram uma nova base para fornecer o mercado local e global ligado à Indústria Alimentar.

Mais tarde, em 2006, deu-se a abertura da fábrica em Tortosendo, na Covilhã, juntamente com a de França. Esta última, surgiu com a aquisição de uma empresa francesa em Vichy (Granger Bouguet Pau) que permitiu um aumento de dimensão da Frulact e um fortalecimento do seu trabalho industrial.

Em 2009, a Frulact adquiriu uma divisão da Kerry Ingredients France, também uma empresa de indústria alimentar, localizada em Apt, no Sudeste de França. A união desta nova fábrica com as operações da empresa de Vichy possibilitou e consolidou as suas ações na Europa.

Passado um ano, foi criado o projeto FRUTECH – Centro de Investigação, Desenvolvimento e Inovação da Frulact, na Maia. Este investimento promoveu a inovação e instituiu maior conhecimento sobre os ingredientes de valor acrescentado, tendo em atenção a sustentabilidade.

Depois da Europa, em 2011, nasceu uma unidade industrial em África do Sul, amplificando a sua presença no continente africano. Esta fábrica permitiu o contacto com multinacionais de lácteos e deu acesso a novos clientes nesse continente.

Em 2013, a Frulact apostou na Frusenses colocando a empresa num novo mercado, o dos aromas, de modo a aumentar a sua oferta. Este compromisso levou à combinação do conhecimento da aromatização, tanto nos seus produtos e como no dos seus clientes.

O ano 2017 ficou marcado pela abertura da nova unidade no Canadá, abrindo portas na América do Norte. A entrada neste país permitiu a expansão do grupo para um terceiro continente, mostrando uma evolução significativa a nível global.

Em 2018, a Frulact apostou na produção de produtos vegetais em alternativa a produtos de origem animal, para dar resposta às novas tendências do mercado. Com esta aposta tem-se destacado no desenvolvimento e comercialização de ingredientes para a indústria alimentar e bebidas (Frulact, 2022d).

# Capítulo 2: Enquadramento Teórico

## 2.1 Preparados Alimentares

Os preparados alimentares são produtos destinados ao consumo intermédio ou final que advém de matérias-primas que foram processadas (S. P. Singh, Tegegne, & Ekanem, 2012). Os preparados alimentares foram formulados para fornecer alimentos saudáveis, nutritivos e seguros ao longo de todo ano, tentando eliminar o problema da sazonalidade (Dauthy, 1995). Os gelados, iogurtes, produtos de panificação/confeitaria e outros tipos de laticínios são as principais indústrias-alvo destes preparados (Carle, 1997; Fügél, Carle, & Schieber, 2005). Os preparados alimentares abrangem preparados de fruta, vegetais e cereais como descrito abaixo.

### 2.1.1 Preparados de Fruta

As frutas são caracterizadas pelas suas concentrações em vitaminas A e C, minerais, eletrólitos e fitoquímicos, nomeadamente os agentes antioxidantes. A sua composição específica varia bastante de fruta para fruta, mas no geral, apresenta bons teores de fibra e potássio e um baixo valor energético (Slavin & Lloyd, 2012)

De acordo com a Associação Alemã para a definição da Lei de Alimentos e a Ciência dos Alimentos, os preparados de fruta são produtos produzidos a partir de frutas ou constituintes das mesmas, com adição de açúcares, aromas, corantes, espessantes e ácidos consumíveis (Carle, 1997; Fügél et al., 2005). As frutas utilizadas devem ser frescas, não fermentadas e ainda devem ter um ponto de maturação ótimo para o posterior processamento (Fügél et al., 2005). A principal aplicação dos preparados de fruta é no setor dos laticínios, sendo os iogurtes responsáveis por uma fração significativa da produção geral. Por parte dos consumidores este tipo de produto apresenta bastante interesse devido aos seus benefícios a nível nutricional, contribuindo para uma dieta saudável e fresca. A introdução de preparados de fruta em iogurtes apresenta relevância para o cliente devido às suas propriedades nutricionais naturais (Ścibisz, Ziarno, & Mitek, 2019; Şengül, Erkaya, Şengül, & Yildiz, 2012).

### 2.1.2 Preparados de Vegetais

Em termos nutricionais, os vegetais fornecem grande parte dos compostos essenciais à dieta humana. Para além dos seus constituintes habituais, como a água, proteínas e hidratos de carbono, a presença de ácidos fenólicos, esteróis, fibras dietéticas,

flavonóides e glucosinolatos tem sido apresentada como associada à redução do risco de desenvolvimento de determinadas doenças. Por exemplo, a presença de fitoquímicos em vários legumes como nos brócolos, nabo, alface e couve conferem ação antioxidante, antimutagénica, antifúngica e antiviral ao alimento (Hounsome, Hounsome, Tomos, & Edwards-Jones, 2008). Assim, os legumes têm sido associados a diversos benefícios para a saúde humana, como na doença coronária, em várias doenças degenerativas e diversos cancros (Yahia, García-Solís, & Celis, 2019). Devido ao crescente interesse do cliente em manter uma dieta saudável, a compra de preparados guarnecidos com este tipo de alimento torna-se uma opção vantajosa (O'Shea, Arendt, & Gallagher, 2012).

### **2.1.3 Preparados de Cereais**

Tal como a fruta e os legumes, os cereais são procurados globalmente, pela sua composição, em hidratos de carbono, fibras, fitoquímicos, micronutrientes, minerais, proteínas dietéticas e vitaminas (Blandino, Al-Aseeri, Pandiella, Cantero, & Webb, 2003; Chavan & Kadam, 1989; Saleh, Wang, Wang, Yang, & Xiao, 2019). Os cereais são uma das maiores fontes de fibras (Buttriss & Stokes, 2008; Gouseti et al., 2019), sendo que estas apresentam diversos benefícios, como a prevenção de obesidade, doenças cardiovasculares, diabetes tipo II, cancro colorretal e também estão associadas à diminuição de colesterol (Gouseti et al., 2019). Todos estes fatores incentivam o consumidor a procurar produtos à base de cereais (Saleh et al., 2019; Zhu et al., 2013).

## **2.2 Controlo de Qualidade e Segurança dos Géneros Alimentícios**

Os consumidores mostram-se cada vez mais exigentes e críticos nas suas escolhas alimentares. Posto isto, para que as indústrias mantenham a sua posição no mercado têm de aumentar a qualidade dos seus produtos. De facto, a palavra qualidade tem grande importância tanto para o produtor como para o consumidor (Marire, Nwankwo, & Sydney-Agbor, 2014). Um consumidor, através da análise das características de um produto, determina a qualidade antes de o comprar. Com o aumento de competição a nível mundial no mercado alimentar, novos concorrentes têm alcançado as mesmas competências de produção e de controlo de qualidade, assim a diferenciação de qualidade surge como necessária para uma crescente satisfação dos clientes (Dimara & Skuras, 2005).

### **2.2.1 Importância do Controle de Qualidade**

Devido às mudanças na constituição demográfica e estilo de vida dos diversos grupos sociais e à globalização dos mercados de produtos alimentares, há uma maior necessidade de fornecimento de alimentos diversos e em formatos variados (Grujić, Grujić, Petrović, & Gajić, 2013). Para além disso, a procura no mercado não se cinge apenas ao fornecimento local ou regional, mas sim à compra de matérias-primas e venda de produtos finais a nível global, por parte das indústrias alimentares (Trienekens & Zuurbier, 2008). Com estas variações, a competitividade entre empresas aumentou e os consumidores tornaram-se mais exigentes na escolha do produto, para acompanhar estes parâmetros começou a debater-se sobre a qualidade dos produtos alimentares (Grunert, 2005; Kumar & Suresh, 2008). O conceito de qualidade emergiu com o objetivo de descrever um produto ou um serviço, incluindo os produtos alimentares. Nesse caso, a qualidade pode classificar-se pelo seu grau de excelência, abrangendo parâmetros como características organoléticas e físico-químicas, propriedades nutricionais e perfil contaminante que possa causar adulteração do alimento (Mihafu, Issa, & Kamiyango, 2020). A monitorização da qualidade é indispensável para garantir que o produto é seguro e para que haja aceitabilidade por parte do público-alvo (Singham, Birwal, & Yadav, 2015).

O Controle de Qualidade é um sistema utilizado dentro das indústrias para manter o nível desejado de um produto (Kumar & Suresh, 2008), avaliando o desempenho real da empresa, por comparação com as metas estabelecidas e atuação na diferença de modo a reduzi-la ou mesmo eliminá-la (Juran & Godfrey, 1998). Assim, os vários fatores que afetam a qualidade são monitorizados para prevenir possíveis defeitos (Kumar & Suresh, 2008). Por exemplo, a falta de uniformização entre lotes do mesmo produto, pode levar o consumidor a considerar que ocorreram falhas na produção, e, portanto, este tipo de situações devem ser reduzidas ao máximo (Wilcock, Pun, Khanona, & Aung, 2004). Para além disso, outra das competências do controlo de qualidade é assegurar que os produtos alimentares são seguros para o consumidor (Anklam, 2016). Sendo que os principais objetivos do Controle de Qualidade são assegurar a satisfação do cliente e garantir a segurança alimentar dos produtos, podemos concluir que a presença deste nas indústrias alimentares é essencial (Singham et al., 2015; Wilcock et al., 2004).

## **2.2.2 Segurança dos Géneros Alimentícios**

Desde que é possível recordar, os produtos alimentares inseguros têm sido uma adversidade e muitos dos surtos de doenças transmitidas por alimentos são persistentes ao longo dos anos (Kamboj, Gupta, Bandral, Gandotra, & Anjum, 2020). Devido à globalização dos produtos alimentares, verificaram-se diversas alterações que vão do processo produtivo, ao comércio e à distribuição dos mesmos (Trienekens & Zuurbier, 2008). Quando se aborda o termo Segurança dos Alimentos refere-se a características que os mesmos têm que podem ter efeitos sobre a saúde humana (Henson, 2008). Neste sentido, a Segurança dos Alimentos torna-se um tema essencial nas indústrias alimentares (Kamboj et al., 2020), sendo necessário o controlo de todas as fases da cadeia alimentar, desde a exploração agrícola até chegarem ao consumidor final. Em resultado do exposto, foi criada legislação e regulamentação tanto a nível nacional como internacional, considerando a segurança do consumidor e a igualdade da concorrência (Trienekens & Zuurbier, 2008).

Segundo o Regulamento (CE) n.º 852/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril, relativo à higiene dos géneros alimentícios, a Segurança dos Géneros Alimentícios é consequência de várias condições. Os requisitos mínimos de higiene são definidos pela legislação, contudo é necessário serem instituídos controlos oficiais para inspecionar o seu cumprimento por parte dos operadores de empresas do setor alimentar. Para além disso, os operadores devem apresentar capacidade para originar e empregar programas e processos que se baseiam nos princípios do sistema de Análise de Perigos e Controlo de Pontos Críticos (HACCP do inglês *Hazard Analysis and Critical Control Points*) (Regulamento (CE) n.º 852/2004, 2004).

### **2.2.2.1 Sistema HACCP**

Face ao exposto, iremos depositar a nossa atenção no sistema HACCP que tem como propósito apoiar as empresas do setor alimentar para que estas alcancem padrões mais elevados de segurança dos alimentos. Para ser implementado é necessária a cooperação total por parte do pessoal da empresa e será relevante fornecer formação aos mesmos. Segundo o Regulamento (CE) n.º 852/2004, o sistema HACCP não pode ser aplicado como um meio de auto-regulação, e não substitui os controlos oficiais (Regulamento (CE) n.º 852/2004, 2004). No sistema HACCP são identificados, avaliados e controlados pontos críticos para existir segurança alimentar durante a produção do produto acabado. Mais especificamente, este sistema é uma abordagem sistemática preventiva que promove a melhoria da segurança alimentar tendo em conta os perigos biológicos, químicos, físicos, alergénios, de fraude e contaminação intencional que

estão envolvidos no processamento dos alimentos (Liu, Rhim, Park, Xu, & Lo, 2021). A principal função do HACCP é o controlo em todas as etapas críticas desde a produção primária até ao consumidor, possibilitando, assim, a monitorização da segurança alimentar do produto em todo o processo. Ao invés de inspecionar apenas o produto acabado, proporciona conhecimento aos operadores de empresas de setor alimentar para que estes consigam identificar e evitar possíveis riscos, bem como prevenir que a segurança alimentar do produto seja afetada (Arvanitoyannis & Kassaveti, 2009; da Cruz, Cenci, & Maia, 2006; Liu et al., 2021). O sistema HACCP respeita 7 princípios:

- “Identificação de quaisquer perigos que devam ser evitados, eliminados ou reduzidos para níveis aceitáveis;
- Identificação dos pontos críticos de controlo na fase ou fases em que o controlo é essencial para evitar ou eliminar um risco ou para reduzir para níveis aceitáveis;
- Estabelecimento de limites críticos de controlo, que separem a aceitabilidade da não aceitabilidade com vista á prevenção, eliminação ou redução dos riscos identificados;
- Estabelecimento e aplicação de processos eficazes de vigilância em pontos críticos de controlo;
- Estabelecimento de medidas corretivas quando a vigilância indicar que um ponto crítico de controlo não se encontra sob controlo;
- Estabelecimento de processos, a efetuar regularmente, para verificar que as medidas referidas nas alíneas a) e e) funcionam eficazmente;
- Elaboração de documentos e registos adequados à natureza e dimensão das empresas, a fim de demonstrar a aplicação eficaz das medidas referidas nas alíneas a) e f)” (Regulamento (CE) n.º 852/2004, 2004).

#### **2.2.2.1.1 Perigos Alimentares**

Um perigo é definido como um agente biológico, químico ou físico presente em alimentos que podem causar efeitos adversos na saúde humana (Food and Agriculture Organization & World Health Organization, 2020). O sistema HACCP promove a identificação e o registo dos possíveis perigos que podem ocorrer em qualquer uma das etapas de processamento, incluindo os presentes nas matérias-primas, os introduzidos ou durante o processo. É fulcral que sejam consideradas todas as possíveis fontes para garantir que são realizados controlos eficazes para cada fonte de perigo e que são estabelecidas medidas preventivas e/ ou corretivas. Os perigos são classificados quanto à sua natureza: biológicos, físicos, químicos ou radiológicos, e quanto à fraude,

contaminação intencional e riscos alergénios, conforme a norma da *British Retail Consortium* (BRC) (BRC Global Standards, 2018).

Os perigos físicos podem incluir objetos ou matérias estranhas que se enquadram como algo físico e que podem causar algum tipo de dano ou lesão a um indivíduo (P. K. Singh, Singh, Singh, & Singh, 2019). As indústrias alimentares têm de estar cientes de possíveis adulterações do alimento por matéria física implementando medidas preventivas. Na tabela 1 são enumerados os perigos físicos mais detetados e as suas possíveis fontes (Frulact, 2021a). Para controlar potenciais contaminações físicas pode-se identificar a natureza/ origem do corpo estranho e também a recorrência da sua presença. Diversas medidas podem ser tomadas para controlar os possíveis perigos físicos, assegurando que os géneros alimentícios sejam próprios para consumo humano, por exemplo através da verificação da presença e classificação dos corpos estranhos por utilização de filtros, ímanes, *food radar* e detetores de metais (Frulact, 2021a).

Tabela 1: Enumeração dos perigos físicos e da sua origem baseado em (Frulact, 2021a)

Perigos Físicos	Origem
Parafusos, porcas, partículas de metais	Falta de controlo do material de manutenção
Pins, elásticos e cliques	Adereços/ Objetos
Insetos e ratos	Portas abertas
Cabelo, Verniz e anéis	Higiene pessoal
Lascas de madeira e pedaços de vidro	Incumprimento de procedimentos estabelecidos
Canetas e lápis	Utensílios impróprios

Neste seguimento, também é importante abordar os perigos químicos e radiológicos. Todos os produtos alimentares contêm compostos químicos, mas em determinadas dosagens podem tornar-se tóxicos. Para além disso ao longo de toda a cadeia alimentar é possível ocorrerem contaminações químicas, desde a matéria-prima à distribuição do produto alimentar. As origens dos perigos químicos podem advir de forma natural, de contaminações intencionais e cruzadas ou ainda pela adição de compostos durante o processamento (Efsa Panel on Biological Hazards et al., 2017). Na tabela 2, podemos destacar alguns exemplos de vários perigos químicos, bem como a sua origem.

Tabela 2: Exemplos de perigos químicos e a sua possível origem, baseado em (BRC Global Standards, 2018; Frulact, 2021b)

Perigos Químicos	Origem
Detergentes, desinfetantes e soda cáustica	Incumprimento dos procedimentos de higiene de superfícies e equipamentos estabelecidos (enxaguamento desadequado)
Metais pesados, pesticidas, OGM's e radioatividade	Matérias-primas
Óleos e gorduras	Trabalhos da manutenção

As doenças infecciosas causadas por alimentos podem ser causadas pelo consumo de produtos alimentares contaminados de forma biológica ou microbiológica, nomeadamente por bactérias, fungos, parasitas, toxinas e vírus. A contaminação pode surgir na matéria-prima, ao longo da produção (ex.: incumprimento do binómio tempo/temperatura), no armazenamento ou até mesmo na distribuição do produto alimentar. Outra das hipóteses pode ser por incumprimentos de metodologias estabelecidas relativamente à higiene e comportamento pessoal, assim como, falhas na limpeza e desinfeção das instalações, equipamentos e utensílios (Schirone, Visciano, Tofalo, & Suzzi, 2016).

Os alergénios foram recentemente assumidos como um perigo alimentar, em que uma alergia alimentar pode ser definida como uma resposta imune desfavorável a determinadas proteínas alimentares (Sampson, 1999; Sicherer & Sampson, 2006). Um alergénio é definido como qualquer constituinte alimentar que possa desencadear uma resposta alérgica, com sintomas adversos (Knight J & Nigam Y, 2021; Woodfolk, Commins, Schuyler, Erwin, & Platts-Mills, 2015). Estes podem ser considerados um perigo para apenas uma pequena percentagem de consumidores, particularmente aqueles que têm alergias (Efsa Panel on Biological Hazards et al., 2017; Sicherer & Sampson, 2006). Existem 14 alergénios que foram reconhecidos no Regulamento (UE) n.º 1169/2011 “Informação Alimentar ao Consumidor” como perigos alimentares: ovos, leite, amendoim, glúten, mostarda, aipo, tremçoço, sulfitos, peixes, crustáceos, soja, moluscos, sementes de sésamo e frutos secos de casca rija (Regulamento (UE) n.º 1169/2011, 2011).

A presença destes alergénios deve-se ao seu uso como matéria-prima ou através de contaminação cruzada. Relativamente aos alimentos que contêm algum destes componentes é crucial que a sua identificação na rotulagem ocorra, de forma a informar o consumidor desse perigo (Efsa Panel on Biological Hazards et al., 2017). O principal problema relacionado com estes perigos não é utilização de matéria-prima

identificada, uma vez que, nesses casos, está declarada a sua presença, mas sim na contaminação cruzada e em ingredientes não indicados que contenham alergénios (Cucu, Jacxsens, & De Meulenaer, 2013; Efsa Panel on Biological Hazards et al., 2017). Para evitar este tipo de situações são tomadas medidas preventivas como o correto armazenamento e identificação das matérias-primas alergénicas separadas dos alimentos não alergénios e as embalagens encontram-se bem fechadas; e ainda uma higienização adequada após a produção de produtos com alergénios e consequentemente dos utensílios utilizados, bem como cumprir as boas práticas de fabrico (Efsa Panel on Biological Hazards et al., 2017).

A Fraude alimentar pode se definir como uma expressão coletiva que engloba a adição, adulteração, deturpação ou a substituição de produtos alimentares de forma intencional, com vista ao ganho económico (Brooks et al., 2021; Spink & Moyer, 2011). Portanto é possível concluir que a Contaminação Intencional está interligada à Fraude Alimentar e para combater este tipo de perigos foi criado o termo “*Food Defense*” (Spink & Moyer, 2011). Para isso foram organizados planos para identificação, prevenção e mitigação de possíveis fontes de contaminação intencional, que podem incluir atos de sabotagem, vandalismo e terrorismo (U.S. Food & Drug, 2022). Para além disso, a “*Food Defense*” pode também ser aplicada nas matérias-primas fornecidas com o objetivo de atuar na totalidade da cadeia alimentar (Manning & Soon, 2016).

#### **2.2.2.2 Normas de Segurança e Qualidade dos Alimentos**

Num mercado cada vez mais competitivo tem de existir algum fator de distinção entre empresas, sendo que os sistemas de segurança alimentar obrigatórios, no sentido legal, já não são suficientes. Deste modo, as normas surgiram como meio de posicionamento das empresas no mercado, tal como a norma *British Retail Consortium* (BRC) e a ISO 22 000. As normas são mecanismos que as autoridades públicas podem utilizar para regular os sistemas alimentares para que estes sigam os objetivos sociais da Segurança e Qualidade dos Alimentos. Uma das formas das normas serem aplicadas é como reguladoras dos Sistemas de Segurança Alimentar já implementados (Henson, 2008).

Segundo Vellema e Boselie (2003), os principais objetivos das normas de Segurança dos Alimentos são: melhorar a padronização e a consistência dos fornecedores para evitar possíveis falhas no produto final; eliminar a auditoria múltipla através da certificação das etapas de processamento; ter a capacidade de providenciar informações

dos processos em caso de incidentes alimentares (Rahmat, Cheong, & Hamid, 2016; Vellema & Boselie, 2003).

#### **2.2.2.2.1 Norma British Retail Consortium (BRC)**

A norma British Retail Consortium (BRC) foi fundada através da colaboração de um grande número de retalhistas, na década de 1990 no Reino Unido (Arfini, Mancini, Schiefer, & Rickert, 2004; Trienekens & Zuurbier, 2008). Apesar da sua origem, esta norma é reconhecida pela uma *Global Food Safety Initiative* (GFSI) (Henson, 2008). O principal objetivo desta foi definir critérios comuns para auditorias de fornecedores dos produtos alimentares, isto é, permitindo que estes sejam certificados a nível de segurança e qualidade alimentar apenas com uma única auditoria por terceiros (Henson, 2008; Henson & Northen, 1998; Rossignoli & Moruzzo, 2014). Esta norma inclui requisitos de higiene e segurança alimentar, garantia de qualidade e respeito pelo ambiente de trabalho, e caso seja respeitada pelos fornecedores pode ser garantida a conformidade completa para todas as atividades envolvidas no processo (Arfini et al., 2004).

A norma BRC pode aplicar-se na área de Segurança Alimentar, nos materiais de embalagens, retalho, armazenamento e distribuição (BRCGS, 2022). Esta norma é aplicada na Frulact, promovendo uma boa gestão do sistema HACCP, uma melhoria contínua e a proteção do cliente (BRC Global Standards, 2018).

### **2.3 Estudos de Validade**

O “Prazo de Validade” de um produto alimentar pode ser definido como o período em que o preparado é seguro, os parâmetros sensoriais, químicos, físicos e microbiológicos são mantidos e as características nutricionais são as mesmas que as iniciais (Kilcast & Subramaniam, 2000). Os Estudos de Validade têm o objetivo de garantir que o produto irá manter-se seguro e com qualidade no seu período de validade e para além disso, de verificar a possibilidade de prolongar a validade do alimento. Nos Estudos de Validade avalia-se a conservação das características, que foram definidas na ficha de especificações iniciais (Frulact, 2020; Sewald & DeVries, 2003).

O prazo de validade de um produto alimentar pode ser afetado por fatores intrínsecos e extrínsecos. Os fatores intrínsecos são os que englobam as propriedades do próprio alimento, como atividade da água ( $a_w$ ), o pH, o oxigénio disponível, a microflora natural e possíveis microrganismos que possam sobreviver ao processamento e conservantes

utilizados. Os fatores extrínsecos são aqueles que vão surgindo ao longo da cadeia alimentar após o produto já estar finalizado. Variações de temperatura durante o armazenamento e a distribuição, a composição da atmosfera dentro do contentor e a humidade relativa durante o processamento, armazenamento e a distribuição são alguns dos exemplos de fatores extrínsecos (Frulact, 2020; Kilcast & Subramaniam, 2000). Quando estes dois tipos de fatores se juntam, podem criar limitações na validade do produto alimentar, as quais podem categorizar-se por serem de origem microbiológica, química e física (Kilcast & Subramaniam, 2000).

Durante o armazenamento e a distribuição dos produtos alimentares pode se dar o desenvolvimento de microrganismos devido a atributos como o pH, teor de humidade, a metodologia utilizada no processamento do alimento, composição de gás dentro do contentor e a temperatura aplicada durante o armazenamento. Em termos de deterioração microbiológica, esta é frequentemente notável através da análise sensorial, em termos visual pela presença de bolores, a nível de alterações de odores e sabores, e também modificações na textura, consequência da presença de microrganismos (Kilcast & Subramaniam, 2000). Os alimentos podem também sofrer variações de origem química e física durante o armazenamento. As alterações químicas mais relevantes são a oxidação lipídica que conduzem à rancidez e a sabores desagradáveis e a degradação enzimática que pode causar mudanças na cor e textura (Kong & Singh, 2016). A hidrólise química é também uma reação a ter em consideração, tendo como efeito a redução da doçura dos produtos alimentares (Kilcast & Subramaniam, 2000). Quando se fala de modificações físicas no produto alimentar, é comum identificar o crescimento de cristais devido à alteração de temperatura ao longo do armazenamento e distribuição, aparecimento de duas fases de emulsão, ou alterações na consistência (Kong & Singh, 2016). Grande parte destas alterações são consequência da migração da água e de gorduras. Outra das possíveis situações, é a criação da instabilidade no equilíbrio existente dentro da embalagem, promovendo transferência de componentes da mesma para o produto, levando à aparição de impurezas que podem ter efeitos negativos em produtos de longo prazo (Kilcast & Subramaniam, 2000). Tanto as mudanças físicas como químicas vão influenciar diversos atributos do alimento como a cor, sabor, aroma, textura, o que vai reduzir o tempo de vida útil (Kong & Singh, 2016).

Para detetar todas estas variações são necessários métodos sensoriais e instrumentais, onde se incluem as técnicas físicas, químicas e microbiológicas. A avaliação sensorial é realizada através de um painel profissional treinado, sendo a forma mais abrangente de analisar os alimentos. Os atributos de qualidade do produto alimentar são

interpretados através dos sentidos como a visão, olfato, paladar e o tato (Kilcast & Subramaniam, 2000; Kong & Singh, 2016).

De uma forma geral, os métodos instrumentais apresentam resultados mais precisos e abrangem as análises químicas, físicas e microbiológicas. Nos testes físicos, avaliam-se alterações nas propriedades reológicas, na textura, e/ou na cor de produtos alimentares durante o armazenamento (Kong & Singh, 2016). Na Frulact, a consistência é um dos atributos analisado para avaliar a qualidade do alimento. Para isso é utilizado um consistómetro que permite avaliar as propriedades de fluxo do produto (Frulact, 2020). A avaliação química permite tanto concretizar medições da finalização das reações químicas como confirmar os resultados dos painéis sensoriais. Para realizar o controlo químico podem ser efetuados dois tipos de análises, a medição do teor em sólidos solúveis e do pH (Kong & Singh, 2016). Para determinar a estabilidade microbiológica de um preparado alimentar, é necessário ter especial atenção em dois pontos, o desenvolvimento de microrganismos patogénicos que irão afetar a segurança do alimento e os que poderão levar à deterioração do produto (Kilcast & Subramaniam, 2000). A nível microbiológico, na Frulact são realizadas análises em termos de deteção e quantificação de bolores e leveduras a 25°C e de microrganismos a 30°C (Frulact, 2020).



# Capítulo 3: Descrição das Tarefas Desenvolvidas

O laboratório de Controlo de Qualidade da Frulact encontra-se dividido em três áreas bem definidas, a de Microbiologia, a de Físico-Química e a de Análise Organoléptica. Estas três secções garantem a qualidade e segurança alimentar das matérias-primas utilizadas e dos produtos acabados produzidos na empresa (Figura 3).

Por motivos de confidencialidade do grupo empresarial Frulact, foram ocultadas algumas informações ao nível de documentação e de processos dos seus clientes.

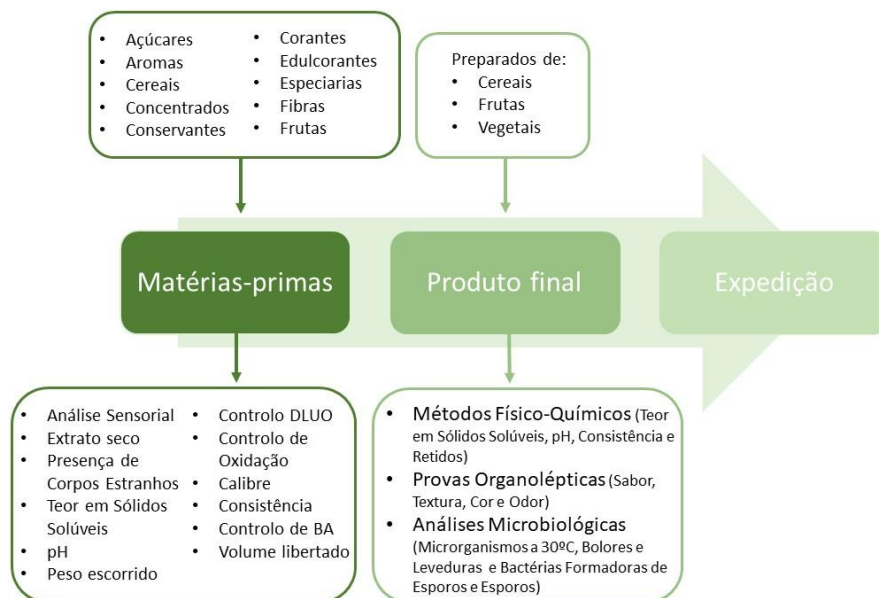


Figura 3: Esquema Representativo das Tarefas Desenvolvidas

## 3.1 Análise da Matéria-Prima

Antes da produção, todas as matérias-primas são analisadas de modo a verificar se estas se encontram conformes com os parâmetros estipulados. Neste relatório, estas foram agrupadas em famílias, dependendo das análises realizadas. A análise visual, a cor, o sabor e o odor são consideradas avaliações a nível organolético. Enquanto, a determinação do teor em sólidos solúveis, do pH, da consistência, do peso escorrido, do volume libertado, da granulometria e do controlo de oxidação são técnicas físico-químicas que também permitem avaliar as matérias-primas fornecidas. O controlo de data de validade (DLUO do francês “*date limite d’utilization optimale*”), a receção e verificação da conformidade de boletins de análise e o controlo de corpos estranhos são outras metodologias utilizadas para controlar a conformidade das matérias-primas.

### **3.1.1 Açúcares**

O açúcar para além de adoçar os produtos alimentares melhora a sua textura e favorece a sua preservação. O mais comumente empregue é a sacarose, que é o primeiro hidrato de carbono formado durante a fotossíntese das plantas. As principais fontes de comercialização de sacarose são a cana-de-açúcar e a beterraba (Kitts, 2010). Os hidratos de carbono podem dividir-se em três principais categorizações: os monossacarídeos; os oligossacarídeos e os polissacarídeos. Os monossacarídeos como o nome indica exibem apenas uma unidade molecular. Os oligossacarídeos compreendem entre 2 a 10 monossacarídeos. A sacarose é um dissacarídeo (2 monossacarídeos), constituído por um monossacarídeo de glicose e outro de frutose, sendo que o processo de junção das duas ocorre naturalmente na natureza. Por fim, os polissacarídeos apresentam mais de 10 unidades (Goldfein & Slavin, 2015) (Varzakas, Labropoulos, & Anestis, 2012).

#### **3.1.1.1 Açúcar Granulado**

O açúcar granulado precisa de ser analisado a nível da aparência visual, onde também se observa a cor, da presença de corpos estranhos e da determinação do extrato seco.

A análise da aparência visual foi feita com o intuito de avaliar o seu estado, de forma a verificar se corresponde ao que foi requisitado ao fornecedor. Na visualização de cor, foi observado se o açúcar se dissolveu por completo na água destilada e se esta permaneceu transparente. No que diz respeito ao controlo de corpos estranhos, quando se diluiu o açúcar foi verificado se estavam presentes.

A determinação do extrato seco foi executada por utilização de uma balança “Moisture Analyser HB43 – S”, através de uma leitura direta e o resultado foi apresentado em percentagem. Antes de começar, tarou-se o aparelho e só depois, num prato de alumínio, se colocou o açúcar e começou a leitura. Quando a secagem terminou, o valor de extrato seco encontra-se no monitor.

#### **3.1.1.2 Açúcar Líquido**

Para avaliar o açúcar líquido desempenhou-se uma análise visual, testou-se o sabor e foi necessário concretizar um controlo DLUO, e também foram medidos o pH e o teor em sólidos solúveis, procedimentos que estão explícitos na secção da análise do produto acabado, nas subsecções 3.2.4 e 3.2.5.

Relativamente ao controlo da data de validade (DLUO), verificou-se a validade da matéria-prima recebida e consultou-se o prazo associado no sistema. O lote tem de possuir no mínimo dois terços da validade.

### **3.1.2 Aromas**

Um aroma define-se como o traço característico de odor de um alimento específico (Herbst, 2001) citado por (Ouyang, Behnke, Almanza, & Ghiselli, 2018). Os aromas aplicados na indústria alimentar são normalmente misturas de compostos voláteis com odor (VCO's do inglês *odourous volatile organic compounds*) (Lipnizki, Olsson, & Trägårdh, 2002; Wylock, Eloundou Mballa, Heilporn, Debaste, & Fauconnier, 2015). O aroma, na indústria alimentar, tem também o poder de influenciar a satisfação do cliente e determina a qualidade do produto (Osorio-Tobón, Silva, & Meireles, 2016).

Para avaliar os aromas foi realizado um controlo organolético, um controlo e aprovação de novos lotes de aromas e ainda um controlo da data de validade (DLUO). O método utilizado para concretizar o controlo organolético é o de comparação com o lote anterior, que está conforme. Se o novo lote não apresentar nem desvios de sabor ou odor ou visuais em relação ao padrão, este é considerado conforme.

Para ser avaliado, no que diz respeito ao sabor são preparados iogurtes com os aromas do novo lote e do lote anterior, para poderem ser comparados. É essencial que este processo seja realizado num ambiente próprio e sem odores estranhos.

### **3.1.3 Cereais**

Os cereais são sementes comestíveis, da família das gramíneas, em que o milho, o arroz, o centeio, a cevada e a aveia são os mais vendidos a nível global (Verni, Rizzello, & Coda, 2019). A ingestão de cereais tem sido incitada por ser uma fonte de fibra dietética, os seus consumidores assumem que são alternativas mais saudáveis e aumentam a saciedade (Menis-Henrique, Scarton, Piran, & Clerici, 2020).

Para além da análise visual, da verificação da presença de corpos estranhos e do controlo da DLUO, foram avaliados o odor e o calibre do cereal.

O odor foi avaliado por comparação com o lote anterior, tal como a cor e o sabor. O calibre, consiste na medição do tamanho em mm e a contagem do número de cereais por cada 100 g. O tamanho foi determinado através da recolha de uma amostra de várias caixas e mediu-se o diâmetro ou a largura ou a espessura da parte mais larga do

cereal com um paquímetro. No fim, efetuou-se uma média dos valores recolhidos e registou-se o valor máximo e mínimo.

### **3.1.4 Concentrados**

Os concentrados são soluções produzidas através de produtos alimentares ou outros compostos em concentrações muito altas. A produção dos concentrados contribuiu para a redução de espaço em termos de armazenamento, levando também a um menor custo de transporte, o que se torna uma mais valia para grandes indústrias (Aider & de Halleux, 2008).

Os concentrados foram analisados em relação ao odor, sabor, teor em sólidos solúveis, pH, análise visual, consistência e o controlo da DLUO. O sabor, a cor e a análise visual foram avaliados por comparação com lotes anteriores que se encontravam conformes.

### **3.1.5 Conservantes e Reguladores de Acidez**

Os alimentos estão sujeitos a contaminação por parte de microrganismos como bactérias, fungos, leveduras e parasitas. Para proteger os consumidores de possíveis doenças causadas por estes microrganismos, é necessário durante o seu processamento, armazenamento e distribuição adicionar conservantes para aumentar o tempo de vida e a segurança alimentar dos produtos alimentares (Barberis, Quiroga, Barcia, Talia, & Debattista, 2018; Lucera, Costa, Conte, & Del Nobile, 2012). Os conservantes são a técnica mais utilizada para preservação da comida (Bensid, El Abed, Houicher, Regenstein, & Ozogul, 2022).

Os reguladores de acidez pertencem ao grupo dos conservantes e têm diversos propósitos como a estabilização, a preservação e a regulação da acidez de alimentos. O ácido cítrico é um dos reguladores de acidez mais aplicados na indústria alimentar (Koss-Mikołajczyk, Kusznierevicz, Namieśnik, & Bartoszek, 2015).

Os conservantes e os reguladores de acidez são verificados por intermédio do controlo da DLUO e o controlo de boletins de análise. O controlo de boletins de análise consiste na verificação de determinados pontos: se o boletim de análise chegou junto à carga, se as informações que foram estabelecidas no boletim de análise são as mesmas do lote que foi entregue, se o produto está conforme ou não com os requisitos indicados no certificado de conformidade e, por fim, se os resultados do boletim de análise estão dentro dos limites de aceitação indicados no sistema.

### **3.1.6 Corantes**

Os corantes tanto de origem natural como sintética são adicionados com o objetivo de tornar os produtos alimentares mais atrativos esteticamente para reproduzir as características que foram perdidas durante o processamento e que irão ser observadas pelo consumidor (Yamjala, Nainar, & Ramiseti, 2016).

A análise visual e o controlo da DLUO foram os parâmetros escolhidos para analisar os corantes. A cor dos corantes foi visualizada de duas formas: através da preparação de uma solução aquosa do lote que tem de ser analisado e do padrão, e depois as cores foram, posteriormente, comparadas ou então por aplicação de algumas gotas do corante padrão e do lote a analisar em iogurte e realiza-se, novamente, a comparação das cores.

### **3.1.7 Edulcorantes**

Um edulcorante é um aditivo alimentar que tem como objetivo substituir o açúcar, devido às suas consequências na saúde (Carniel Beltrami, DÖring, & De Dea Lindner, 2018; Raben, Vasilaras, Møller, & Astrup, 2002). Os edulcorantes são selecionados por fornecerem o sabor doce, mas ao mesmo tempo não adicionarem calorias ao produto alimentar (Chattopadhyay, Raychaudhuri, & Chakraborty, 2014). Nos edulcorantes foi exigida a análise visual, do sabor e o controlo da DLUO.

### **3.1.8 Especiarias e Ervas Aromáticas**

As ervas aromáticas são definidas como folhas secas de plantas aromáticas aplicadas para dar odor e sabor aos alimentos. Em contrapartida, as especiarias são produtos vegetais ou misturas dos mesmos, que conferem aroma e temperam os alimentos. De certa forma, as ervas podem-se agrupar também nas especiarias (Peter & Shylaja, 2012).

Nas indústrias alimentares, a atividade antimicrobiana e antioxidante, a cor e o sabor são algumas das razões para a aplicação das ervas aromáticas e das especiarias (Leja & Czaczyk, 2016).

No laboratório de Controlo de Qualidade foram concretizadas a análise visual, a avaliação do odor e o controlo da DLUO.

### **3.1.9 Frutas**

As frutas e os vegetais são elementos indispensáveis à dieta humana e o seu consumo, está comprovado, que conduz a melhorias nutricionais (Abadias, Usall, Anguera, Solsona, & Viñas, 2008; Ramos, Miller, Brandão, Teixeira, & Silva, 2013). Devido ao aumento de interesse pelo consumo de frutas, por todos os seus benefícios de saúde e atributos organoléticos, há uma procura constante por novos métodos de processamento e de preservação das características das mesmas (Wu, Zhang, Bhandari, & Yang, 2021).

#### **3.1.9.1 Fruta Asséptica e Fruta em Lata**

A fruta asséptica passa por um processamento térmico que irá inativar as enzimas e eliminar a existência de possíveis microrganismos e também podem adicionar conservantes para evitar a oxidação da fruta (Alves, Sarantópoulos, Saron, & Bordin, 2001).

No que diz respeito à Fruta Enlatada, esta é identificada como opção nutritiva que está disponível a um preço mais acessível que os produtos alimentares frescos (Miller & Knudson, 2014). Os produtos enlatados, no seu armazenamento, mesmo não existindo oxigénio, mantém os seus nutrientes (Barrett & Lloyd, 2012).

Estes dois tipos de fruta foram controlados por análise visual, calibre, odor, sabor, teor de sólidos solúveis, pH, o controlo da DLUO, verificação de corpos estranhos, com o acréscimo, do cálculo do peso escorrido.

Para avaliar a presença de corpos estranhos, começou por se fazer uma observação da amostra, na qual foi retirado tudo o que não era fruta. A partir daí, dividiu-se os corpos estranhos em vegetais e não vegetais. Nos corpos estranhos vegetais pôde-se englobar fragmentos de caroços, pedúnculos, folhas, casca, sementes, talo ou sépala. Enquanto, nos corpos estranhos não vegetais pode se apresentar plástico, vidro, cartão, metal, insetos, unhas, beatas, tecido e borracha, sendo importante realçar que a especificação Frulact para corpos estranhos não vegetais é 0. Os corpos estranhos, após a sua categorização, foram contabilizados e observadas as especificações do fornecedor em relação à matéria-prima analisada. Cada fornecedor tem indicações diferentes para cada uma das matérias-primas, tendo essas mesmas de ser observadas pela Frulact.

O peso escorrido tem como intenção a aquisição da quantidade de produto restante após a drenagem do meio envolvente. Para isso foi preciso pesar a amostra (F) e os

peneiros vazios (P0), em gramas. O peneiro foi escolhido conforme a amostra, seguidamente, despejou-se a fruta para o(s) peneiro(s). Depois, inclinou-se o peneiro para promover o escoamento do líquido, tendo ficado em repouso durante algum tempo. Por fim, pesou-se o peneiro com a fruta (P1), em gramas. O resultado do peso escoado foi obtido através da equação 1 e 2.

$$\text{Peso escoado } (P) = P1 - P0 \quad (\text{Eq.1})$$

$$\text{Peso escoado } (\%) = \frac{P}{F} \times 100 \quad (\text{Eq.2})$$

### 3.1.9.2 Frutas e Legumes Congelados

Como o principal componente das frutas e dos legumes é a água, há um favorecimento da atividade microbiana e de reações enzimáticas, levando à degradação química e a perda de qualidade das mesmas. O congelamento é um método de preservação a longo prazo, em que o alimento é arrefecido até ao ponto inicial de congelamento, o que faz com a água presente forme cristais (Alabi, Zhu, & Sun, 2020; D. Li, Zhu, & Sun, 2018).

Para além da análise visual, calibre, odor, sabor, teor em sólidos solúveis, pH, presença de corpos estranhos e controlo da DLUO, foi determinado o volume libertado e procedeu-se a controlo de oxidação.

O volume libertado tem como objetivo verificar a qualidade do produto e da sua congelação. No início, pesou-se 300 g da fruta (F), colocou-se a amostra num saco impermeável e fechou-se. A seguir, dispôs-se o saco dentro de um banho termostaticado a 20°C durante duas horas e meia. Quando passou o tempo indicado, retirou-se o saco com a fruta, limpou-se o exterior e tarou-se, com um peneiro vazio (P0). O saco foi aberto com cuidado e com o peneiro inclinado distribuiu-se regularmente a amostra. Passado um determinado tempo da drenagem, pesou-se o peneiro com a fruta (D) e calculou-se a percentagem de volume libertado conforme a equação 3.

$$\text{Volume libertado } (\%) = \frac{F - (D - P)}{F} \times 100 \quad (\text{Eq.3})$$

Ainda foi controlada a oxidação da fruta, onde se pesou 100 g da mesma, e se dispôs sobre um tabuleiro à temperatura ambiente. Passado uma hora foi verificada a cor da fruta, se a cor for idêntica à cor inicial o produto está conforme. Caso haja oxidação o produto é considerado não conforme.

### **3.1.9.3 Frutos Secos e Fruta Desidratada**

Desidratação é outro dos métodos aplicados para conservar as propriedades das frutas (Akbarian, Ghasemkhani, & Moayedi, 2014). Por ter uma atividade da água baixa mas um alto teor de açúcar, admite-se que estes produtos sejam mais resistentes à deterioração microbiana (Karaca, Velioglu, & Nas, 2010).

Os frutos secos são um produto de grande interesse por causa da sua constituição, são ricos em macronutrientes, como proteínas, hidratos de carbono e lípidos, e em termos de micronutrientes está presente o potássio, cálcio, fósforo, ferro e sódio. Dentro dos frutos secos os mais conhecidos são a amêndoa, o caju, avelã, noz, pistáchio, noz pecã e pinhão (Gama, Wallace, Trueman, & Hosseini-Bai, 2018).

Este grupo de alimentos quando rececionado no laboratório foi avaliado a nível de análise visual, calibre, sabor, odor, corpos estranhos humidade, e procedeu-se ao controlo da DLUO e de boletins de análise.

A humidade foi verificada por intermédio do equipamento “Moisture Analyser HB43 – S” e o resultado é expresso em %. É importante verificar a humidade para saber se a desidratação foi concretizada da forma correta. Para começar o aparelho foi tarado, seguidamente colocou-se a fruta desidratada e começou-se a leitura. O valor de % de humidade apresenta-se fixo no monitor quando a medição foi concluída.

### **3.1.9.3 Puré de Fruta**

Os purés de fruta podem ser obtidos através de fruta em excesso ou que não respeita os estereótipos de aparência para venda, por exemplo. E normalmente, este tipo de produtos é aplicado em gelados, iogurtes, produtos de confeitaria e comida para bebé (Tsen & King, 2002).

Para controlar os purés de fruta foi necessário proceder a uma análise visual, de odor, sabor, teor em sólidos solúveis, pH, corpos estranhos, controlo da DLUO, consistência e granulometria. Para determinar a granulometria dos Purés de Fruta foi pesado primeiro o peneiro vazio (M0), definido pelo fornecedor, e só depois foram pesados 500 g da matéria-prima. Num recipiente, homogeneizou-se o puré com água tépida e verteu-se para o peneiro a mistura, tentando aproveitar o seu máximo. Para finalizar deixou-se o peneiro escorrer durante 5 minutos e pesou-se (M1) e calculou-se a % de resíduos presentes através da equação 4.

$$\% \text{ de resíduo} = \frac{M1 - M0}{500} \times 100 \quad (\text{Eq.4})$$

## **3.2 Análise do Produto Acabado**

### **3.2.1 Determinação de Retidos**

Esta metodologia vai permitir avaliar as características dimensionais e morfológicas dos pedaços existentes no produto acabado. O tamanho e a distribuição dos pedaços de fruta que ficam retidos nos peneiros vão ser determinantes na capacidade de fluxo (Chaloupkova, Ivanova, & Havrland, 2016) e na viscosidade do produto. Se houver uma grande concentração de sólidos/pedaços este pode apresentar um valor de viscosidade maior (Sato & Cunha, 2009; Servais, Jones, & Roberts, 2002).

A determinação de retidos forneceu os resultados em percentagem ou em gramas, consoante o acordado com cada cliente, por meio de peneiros com diferentes tamanhos de poro, permanecendo assim as partículas retidas (Chaloupkova et al., 2016; Vaezi, Pandey, Kumar, & Bhattacharyya, 2013). Para determinar os retidos aplica-se de acordo com os requisitos do cliente, o método automático (com o tamisador) ou o procedimento manual (sem tamisador). O número de peneiros e o tamanho é utilizado conforme o tipo de preparado e as especificações acordadas entre o cliente e a Frulact. Um tamisador, de uma forma simples, é um agitador de peneiros em que o principal objetivo é retirar o máximo de água adicionada ao preparado para determinar exatamente a quantidade de pedaços presente.

No método automático, num recipiente pesou-se 500 g do preparado quando foram aplicados mais do que um peneiro e 200 g quando se aplica apenas um e juntou-se água. Posteriormente, verteu-se tenuemente a mistura, de água com o produto acabado, no (s) peneiro(s) antecipadamente tarado(s). Estes encontravam-se sobrepostos, com o peneiro de poro maior por cima e o menor por baixo. Agitou-se os peneiros, suavemente, durante algum tempo para assegurar que as partículas sólidas foram repartidas, uniformemente, sobre o(s) peneiro(s). Depois, foram colocados o(s) peneiro(s) no tamisador e aguardou-se o tempo estipulado pelo cliente. Quando o tempo terminou, retirou-se o(s) peneiro(s) e pesou-se. No procedimento manual, a metodologia aplicada foi a mesma, tirando a etapa de colocar o(s) peneiro(s) no tamisador.

A equação correspondente à taxa de fruta retida é apresentada pela equação 5:

$$T = \frac{P - V}{F} \quad (Eq. 5)$$

T – Taxa de partículas sólidas retidas

P – Peso do peneiro com partículas

V – Peso do peneiro vazio

F – Peso das partículas

Se for para o peneiro 1:  $T1 = \frac{P1 - V1}{F}$  (Eq. 6)

Se for para o peneiro 2:  $T2 = \frac{P2 - V2}{F}$  (Eq. 7)

Se for para o peneiro 3:  $T3 = \frac{P3 - V3}{F}$  (Eq. 8)

Então a taxa de partículas sólidas retidas total, será calculada conforme a equação 9:

$$T = T1 + T2 + T3 + \dots \quad (Eq. 9)$$

A taxa de partículas sólidas retidas relativas por peneiro, são calculadas por:

$$\% \text{ Peneiro 1} = T1/T \times 100 \quad (Eq. 10)$$

$$\% \text{ Peneiro 2} = T2/T \times 100 \quad (Eq. 11)$$

$$\% \text{ Peneiro 3} = T3/T \times 100 \quad (Eq. 12)$$

### 3.2.2 Determinação de Consistência

A consistência é definida pela distribuição ou pelo fluxo do próprio produto (Tehrani & Ghandi, 2007) e ajuda a entender o comportamento dos fluidos que são estudados (Sravan, Alam, & Sharma, 2021). Determinados parâmetros têm influência sobre a consistência, tais como a temperatura e a composição (Tehrani & Ghandi, 2007). Durante o processamento tem de haver um controlo de temperatura para as características dos preparados não serem alteradas. Em muitos casos, se houver um aumento de temperatura, poderá gerar-se um preparado menos consistente e o contrário, se se der um arrefecimento do preparado obter-se-ia uma maior consistência. Quando o preparado apresenta uma composição com maior presença de

sólidos, normalmente a consistência será maior. Paralelamente, se o produto apresentar menor quantidade de sólidos, irá apresentar uma consistência menor (Mouquet, Greffeuille, & Treche, 2006). A consistência dos preparados também tem um papel influente em determinadas características dos preparados como a textura, a aparência e a capacidade de bombagem (Abbas, Mohammed, Saleh, & Ebrahimian, 2010).

A determinação da consistência dos preparados foi considerada outro dos índices de qualidade interna relevante no controlo de produtos alimentares. Esta é definida com o cliente e depende da aplicação do preparado no produto final, se é iogurte grego, sólido ou líquido, por exemplo. A consistência foi avaliada através de dois equipamentos, consoante o que o cliente pretende, o consistómetro Bostwick e também pelo método Ford Cup.

### **3.2.2.1 Determinação da Consistência utilizando o Bostwick**

O consistómetro Bostwick permitiu a análise de um volume específico do produto, que percorreu uma determinada distância sob o seu próprio peso, num intervalo de tempo definido. Portanto quanto maior for o valor da distância percorrida no consistómetro menor a consistência (Zamora et al., 2020). Este equipamento inclui uma escala graduada (entre 0 a 24 cm, com graduações de 0,5 cm) que a amostra percorreu, durante um período determinado. Depois desse tempo, foi medido o comprimento percorrido pelo produto, respeitando a norma ASTM F1080 - 93. A consistência dos preparados foi verificada após 24 horas de terem sido produzidos.

Para se obter um valor correto da consistência do produto, inicialmente, verificou-se se o consistómetro estava à temperatura ambiente e se encontrava completamente seco, porque se fosse detetada água no aparelho, seria gerada um aumento da consistência da amostra, levando a falsas leituras (Figura 4A). Os preparados são avaliados à temperatura e durante o tempo determinado pelo cliente.

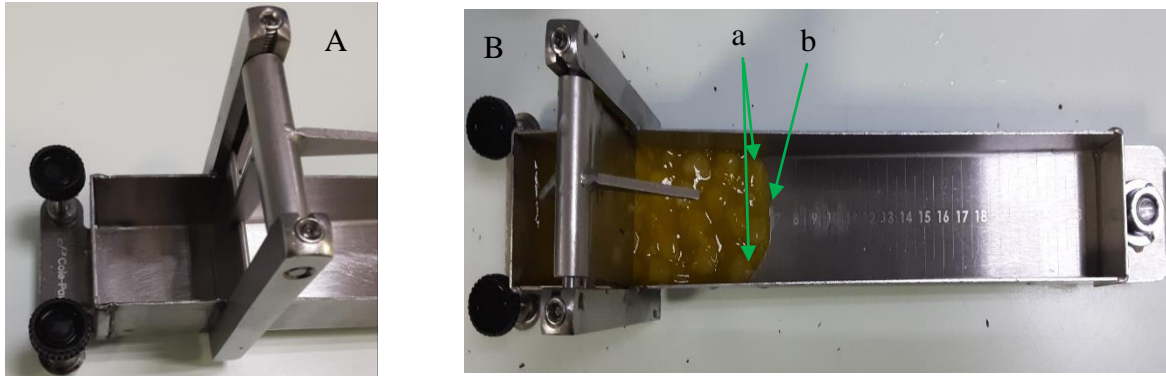


Figura 4: Determinação da Consistência com o consistómetro de Bostwick. A) Consistómetro de Bostwick vazio, com o compartimento fechado; B) Consistómetro de Bostwick com o compartimento aberto, com o preparado alimentar após ter finalizado a análise em que a) e b) são o valor mínimo e máximo da leitura, respetivamente.

Posteriormente, o preparado foi mexido no sentido dos ponteiros do relógio e no sentido contrário, com o objetivo desfazer o gel presente na amostra. De seguida, colocou-se o consistómetro numa superfície plana e o instrumento foi calibrado, para assegurar que o equipamento estava nivelado, e que o ângulo aplicado era o correto.

Antes de inserir a amostra no consistómetro, fechou-se a porta do compartimento e preencheu-se com a amostra. Seguidamente, foi disparada a alavanca da porta do compartimento e, ao mesmo tempo, foi iniciada a contagem no cronómetro. Ao fim do tempo definido, observou-se e registou-se a distância percorrida. O resultado será a média da leitura mínima (a) e do valor máximo (b), e é apresentado em cm/30 segundos ou cm/60 segundos (Figura 4B).

### 3.2.2.2 Determinação da Consistência – Método Ford Cup

O método Ford Cup foi outro procedimento concretizado para determinação da consistência dos produtos. Este método foi realizado diretamente numa base graduada plastificada completamente seca para não influenciar o resultado final.

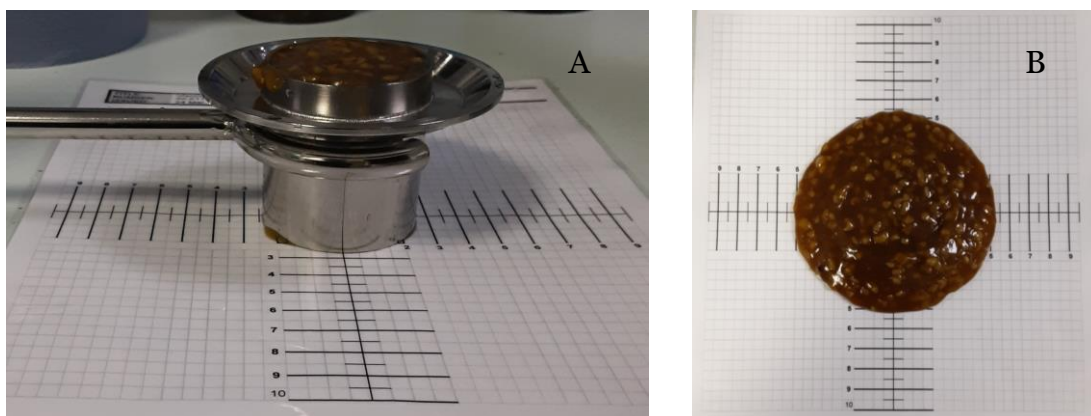


Figura 5: Método *Ford Cup*. A) O *Ford Cup* preenchido com o preparado de cereais; B) Preparado de cereais espalhado na base graduada, no final do ensaio.

Posteriormente à calibração, o instrumento foi instalado numa superfície plana e colocou-se o copo no centro da base graduada. De seguida, encheu-se o copo com o preparado que se ia testar e nivelou-se com um raspador (Figura 5A). No cronómetro, foram marcados 2 minutos, e elevou-se o copo até ao suporte superior e em simultâneo iniciou-se a contagem do tempo, e a amostra espalhava-se na base graduada. Passado os dois minutos, foi lida a distância que a amostra percorreu em cada um dos 4 pontos do diagrama (Figura 5B). O resultado foi obtido pela soma das quatro leituras e dividiu-se por dois, o valor resultante correspondeu à consistência medida em cm.

### 3.2.3 Medição de Acidez Titulável

A acidez Titulável mede a concentração total de ácido presente num produto alimentar. Normalmente, a titulação termina quando é atingido um pH específico ou há alteração de cor (Sadler & Murphy, 2010). A determinação da acidez pode fornecer dados em relação à conservação de um alimento, facilitando a deteção de decomposição por hidrólise ou oxidação, que vão alterar as características sensoriais e nutricionais do mesmo (Ferreira et al., 2015). A Acidez Titulável, foi mais um dos atributos necessários para a aceitação do produto e foi medida com o auxílio do potenciómetro Mettler Toledo.

A determinação da acidez foi realizada, por intermédio de um potenciómetro, à temperatura de 20° C, seguindo a norma NP EN 12147. Após a calibração do aparelho, foi necessário pesar 10 g do preparado (A) num goblé e adicionou-se 50 g de água destilada. Seguidamente, mergulhou-se os eléctrodos na amostra em água e com o auxílio de um agitador magnético, efetuou-se a titulação com uma solução de hidróxido de sódio até se obter o valor estipulado pelo cliente. No fim, foi registada a quantidade

de solução padrão (B) gasta até se verificar o pH definido. O resultado da acidez pode ser apresentado em g por ácido orgânico, que se dá através da equação 13:

$$Acidez = \left\{ \frac{B \times n \times 100}{A} \right\} \times \text{fator de conversão a ácido} \quad (Eq.13)$$

- n é a Normalidade da solução de hidróxido de sódio.

### 3.2.4 Determinação do Teor em Sólidos Solúveis

Os sólidos solúveis são substâncias que podem ser dissolvidas em água, são exemplo açúcar, sais, proteínas e ácidos (J. L. Li, Sun, & Cheng, 2016). A medição do teor em sólidos solúveis foi realizada através da escala de grau Brix e com o auxílio de um refratômetro de bancada Bellingham & Stanley. A escala de Brix interliga a quantidade de sólidos solúveis (Pistón, Pérez, Sanz, & Refoyo, 2017) com o índice refratado da luz incidente na amostra estudada (Costa, Fontes, Carvalho, & Júnior, 2021).

Após a calibração e antes de analisar a amostra, teve de se verificar se o prisma do instrumento estava limpo e seco. Seguidamente, foi disposta uma pequena porção do produto na zona do prisma, de forma que fosse coberta toda a célula e fez-se a leitura do valor do grau do Brix a 20 °C.

### 3.2.4 Determinação do pH

A determinação do pH resulta na medição da atividade de iões H<sup>+</sup> numa solução (Chung, Chen, & Ting, 2010). O valor do pH interfere com a atividade de microrganismos, a germinação ou inativação de esporos, o escurecimento de Maillard e as taxas das reações químicas (Samaranayake & Sastry, 2013). Os valores de pH devem ser mantidos dentro de uma gama de especificações para garantir que os produtos se mantêm dentro dos limites de segurança alimentar e em alguns casos de qualidade (Vijayaragavan, Vivek, Aarthy, Raagavi, & Saranya, 2015).

A leitura do valor de pH de uma amostra foi efetuada com o auxílio de um potenciômetro Mettler Toledo, que é ajustado com soluções-padrão a cada 8 horas. Assim, mergulhou-se a sonda do instrumento na amostra que se estava a testar e realizou-se a leitura. Por último, limpou-se a sonda com água destilada até não apresentar indícios dos produtos analisados, secou-se e armazenou-se o eletrodo.

### **3.3 Provas Organolépticas**

Nas provas organolépticas foram avaliados os vários sentidos humanos, a visão, o paladar e o olfato, para avaliar a cor, o sabor, o cheiro e a textura dos produtos acabados.

A cor é o primeiro fator avaliado pelo consumidor como critério de escolha e normalmente é associado à frescura do produto. As empresas procuram prevenir que aconteçam alterações na cor do produto antes deste chegar ao mercado, isto porque poderá fazer com que perca o seu valor, podendo ainda ser uma razão para ser rejeitado pelo cliente (Kortei, Odamtten, Obodai, Appiah, & Toah Akonor, 2015).

Para determinar a cor do produto acabado aplicaram-se duas metodologias, a primeira foi por um método de comparação com o lote anterior considerado conforme ou que foi aprovado e a segunda através da utilização de um colorímetro. Assim, a primeira metodologia foi concretizada numa ardósia branca, num local bem iluminado em que foram espalhadas amostras de cada embalagem produzida e comparou-se a cor uns com os outros e com o padrão (último lote produzido). A Amostra foi também preparada para ser analisada nas provas organolépticas, deste modo, no caso da aplicação ser em iogurte ou manteiga, é efetuada a dosificação nessas bases de acordo com o que é requerido e utilizado pelo cliente. A mistura, já nas Provas Organolépticas, foi provada e espalhada em ardósias brancas para se poder comparar a cor com o padrão do produto acabado aplicado na base.

O segundo método aplicado para análise da cor, no laboratório de Controlo de Qualidade da Frulact, foi através de um Colorímetro UltraScan VIS (Figura 6). Após a calibração, concretizou-se a leitura, preparou-se a amostra e colocou-se numa cuvete, com cuidado para evitar a formação de bolhas de ar. A cuvete foi introduzida no local de leitura e coberta com o resguardo rígido preto, um hímen preto e o braço metálico, para proteger de possíveis dispersões de luz. A leitura da amostra foi efetuada 3 vezes com o objetivo de provir um resultado mais correto. As cores foram expressas com 3 valores numéricos o  $L^*$  para níveis de luz,  $a^*$  para componentes verde-vermelho e  $b^*$  para azul-amarelo. Este intervalo pode descrever todas as cores vistas pelo olho humano (Sinaga, 2019).

A análise organoléptica foi realizada por provadores testados e aprovados que avaliam a cor, o cheiro, o sabor e a textura dos produtos finais. Através desta avaliação os produtos foram classificados, com uma escala numérica, em relação às diferenças

existentes ou não entre novos lotes e o padrão. As diferenças foram descritas conforme o que variava, para além disso, as diferenças mais acentuadas para além de serem avaliados pelos painéis qualificados passaram por um painel líder, em que numa discussão aberta era decidido o que se iria proceder.



Figura 6: Colorímetro UltraScan VIS

### **3.4 Técnicas Microbiológicas**

Uma das secções do Laboratório de Controlo de Qualidade da Frulact, é o de Microbiologia, onde foi avaliada a presença de microrganismos a 30°C e fungos, bactérias formadoras de esporos no produto acabado, a nível ambiental e de superfícies na empresa e também das águas dos condensados retiradas das embalagens. O Laboratório de Microbiologia é dividido em vários setores, o de preparação e armazenamento de meios, o de pesagens, o de incubação, o de leitura de resultados e de inserção dos mesmos.

#### **3.4.1 Preparação de Meios**

A preparação de meios foi sempre realizada durante o turno da tarde. Estes foram autoclavados após a sua preparação e acondicionados à temperatura ambiente ou na estufa a 45°C, para ser utilizados nos 3 dias seguintes.

##### **3.4.1.1 Meios de Suspensão e Pré-Enriquecimento**

O meio de suspensão aplicado no Laboratório de Microbiologia foi a água peptonada tamponada, que é um meio não seletivo (Thermo Fisher Scientific, 2022a). O meio foi adquirido no estado desidratado, e foi dissolvido em água destilada, através do seu

aquecimento até levantar fervura. Posteriormente, quando se encontra completamente diluído, o pH foi ajustado de modo a depois da esterilização ser de  $7,0 \pm 0,2$  a  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Depois, o meio foi distribuído por frascos do tipo *schott*, e para terminar, esterilizou-se os mesmos em autoclave a  $121^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , ao longo de 15 minutos.

O caldo de extrato de malte é um meio de enriquecimento utilizado para detecção de fungos, como bolores e leveduras, que foi também obtido num estado desidratado (Thermo Fisher Scientific, 2022d). O processo foi o mesmo que descrito anteriormente, mas neste caso os frascos são autoclavados a  $115^{\circ}\text{C}$  durante 10 minutos.

### **3.4.1.2 Meios de Cultura**

Os meios de cultura aplicados no Laboratório de Microbiologia são o *Plate Count Agar* (PCA), o *Dichloran Glycerol Chloramphenicol Agar* (DG-18), o *Dichloran Rose - Bengal Chloramphenicol Agar* (DRBC), e o *Reinforced Clostridial Agar* (RCM). Os meios de cultura foram preparados de acordo com as instruções do fornecedor.

O PCA é aplicado com o objetivo de enumerar a flora total presente em produtos alimentares (Thermo Fisher Scientific, 2022e). O PCA foi adquirido desidratado e dissolveu-se em água destilada por aquecimento num microondas até se dar ebulição. De seguida, o pH foi ajustado, com o intuito de após a esterilização, este ser de  $7,0 \pm 0,2$  a  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Só depois, o meio foi repartido por frascos do tipo *Schott* e esterilizou-se os frascos em autoclave a  $121^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 15 minutos.

O DG-18 é aplicado para enumerar e isolar bolores e leveduras de produtos com baixa atividade de água ( $a_w$ ), abaixo de 0,95 (Thermo Fisher Scientific, 2022b). Como já supracitado, o DG-18 foi dissolvido em água destilada, e aqueceu-se no microondas até levantar fervura. Os passos seguintes foram os mesmos passos que na preparação do PCA. Para finalizar acrescentou-se o antibiótico, após os frascos terem sido autoclavados.

O DRBC é um meio seletivo para quantificação de bolores e leveduras em alimentos, utilizado para produtos com atividade de água acima de 0,95 (Thermo Fisher Scientific, 2022c). O DRBC tal como o PCA e o DG-18, foi dissolvido em água destilada, de seguida foram aplicadas as mesmas etapas de preparação e depois da autoclavagem é que foi adicionado o antibiótico.

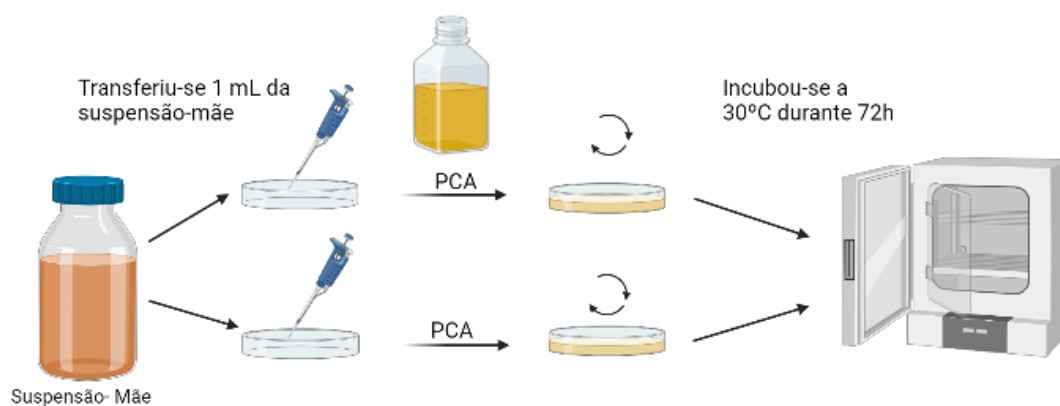
O RCM é um meio aplicado para detecção e quantificação de microrganismos anaeróbios (Thermo Fisher Scientific, 2022f) e seguiu as mesmas fases de formulação que os outros meios de cultura.

Os meios de cultura foram acondicionados na estufa a 45°C após serem autoclavados e mantidos a 45°C para não solidificarem.

### 3.4.2 Quantificação de Microrganismos a 30°C

Este procedimento cumpre as normas ISO 4833 – 1: 2013, que é um método horizontal para a enumeração de microrganismos – Parte 1: 30°C, pela técnica de incorporação e a ISO 7218:2007, Microbiologia de alimentos e rações de animais – Requisitos gerais e orientação para exames microbiológicos. Para quantificar microrganismos a 30°C foram aplicados como meio de suspensão a água peptonada tamponada e como meio de cultura o PCA.

Este procedimento, no Laboratório de Controlo de Qualidade de Tortosendo, foi realizado apenas ao produto acabado. Para preparar a suspensão-mãe foram transferidos 10 g do produto acabado para 90 mL de água peptonada, junto ao bico de *Bunsen*. A seguir à pesagem, a suspensão-mãe foi sujeita a agitação rotativa e deixou-se repousar. Sempre que o preparado apresente cereais, frutos secos e frutas em pedaços, a suspensão passa pelo *Stomacher*. Na placa de Petri colocou-se 1 mL da suspensão-mãe, adicionou-se o PCA e agitou-se para o meio de cultura incorporar o inóculo. Nestes procedimentos foram, sempre, preparados duplicados. As placas ficaram dentro da câmara de fluxo laminar a solidificar. Quando estavam solidificadas foram a incubar durante 72 horas a 30°C, de forma invertida (Figura 7).



Created in BioRender.com bio

Figura 7: Esquema representativo da quantificação de microrganismos a 30°C pelo método de incorporação, partindo da suspensão-mãe preparada

Logo que que termine o tempo de incubação, calcula-se o número de unidades formadoras de colónias (UFC), N, por mL ou grama de produto, através da equação 14:

$$N = \frac{\text{média } (C)}{d \times V} \quad (\text{Eq. 14})$$

- O C são as colónias contabilizadas nas placas
- O d é o fator de diluição.
- O V é o volume do inóculo aplicado em cada placa, em mililitros.

Os resultados foram apresentados conforme se encontra em formato sólido ou líquido, como UFC/ g ou UFC/ mL, respetivamente.

### **3.4.3 Detecção e Quantificação de Bolores e Leveduras**

#### **3.4.3.1 Detecção de Fungos com um sistema de citometria de fluxo, D-Count®**

A citometria de fluxo tem como principal objetivo medir as propriedades óticas e de fluorescência de um microrganismo e de células, quando estes são atravessados por um feixe de luz. O fundamento da citometria de fluxo está relacionado com o espalhamento de luz e a emissão de fluorescência associada, que ocorre quando uma luz de excitação alcança os microrganismos alvo em movimento (Adan, Alizada, Kiraz, Baran, & Nalbant, 2017).

A tecnologia D-count® é um sistema de citometria de fluxo laminar, da BioMérieux, que é utilizado na Frulact para detetar bolores e leveduras no produto acabado (BioMérieux Industrial Microbiology, 2022). Para isso durante o processo existe um substrato não fluorescente que é clivado enzimaticamente dentro dos microrganismos viáveis e que liberta o fluorocromo. Após isto os microrganismos passam pelo feixe de luz, e fluorescência dos microrganismos viáveis é detetada no equipamento pelos detetores e analisados pelo processamento de dados digital (BioMérieux S.A., 2018). O D-Count® 50 permitiu a análise de 48 amostras em cada ciclo mais o controlo positivo e o negativo e teve a duração de 105 minutos (Figura 8).

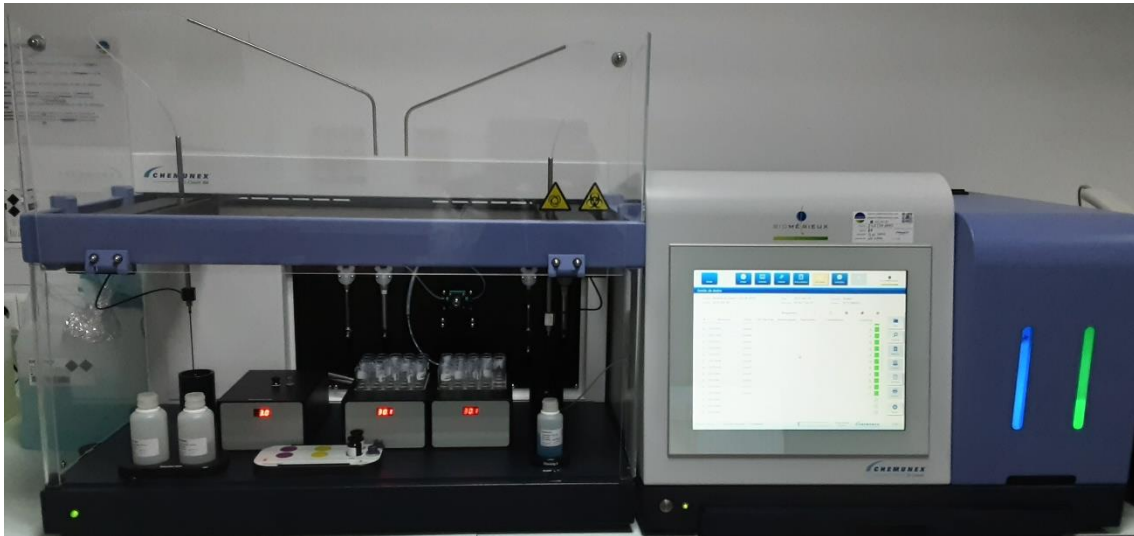


Figura 8: Equipamento D-Count®

Para preparação das amostras, o produto acabado que foi primeiramente incubado em Extrato de Malte durante 48 h a  $25^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , formando a suspensão-mãe. Passado o tempo de incubação, foram retirados 2 mL da suspensão-mãe, com uma pipeta volumétrica estéril, para tubos de ensaio e adicionou-se também 6 mL de *ChemSol A7*, - se os *stoppers* nos tubos, e estes foram sujeitos ao vórtex por 15 segundos (Figura 9A). De seguida, foi transferido o conteúdo dos frascos para novos tubos incorporados com filtros *ChemFilter 25* e centrifugou-se os tubos durante 5 minutos/ 1500 g. A etapa seguinte incluiu descartar os *ChemFilter 25* e o sobrenadante e ficou-se com o *pellet* (Figura 9B). Após calibração do equipamento, colocou-se os tubos no D- Count® e procedeu-se às indicações do fornecedor.

Os controlos positivos e negativos foram preparados com o intuito de assegurar que o equipamento está a efetuar, de forma correta, a leitura das células viáveis por fluorescência e garantir que o *ChemSol A7* não se encontra contaminado, respetivamente. O positivo era constituído por 2 mL de amostra contaminada e 6 mL de *ChemSol A7*, enquanto que o negativo apenas por 6 mL de *ChemSol A7*.

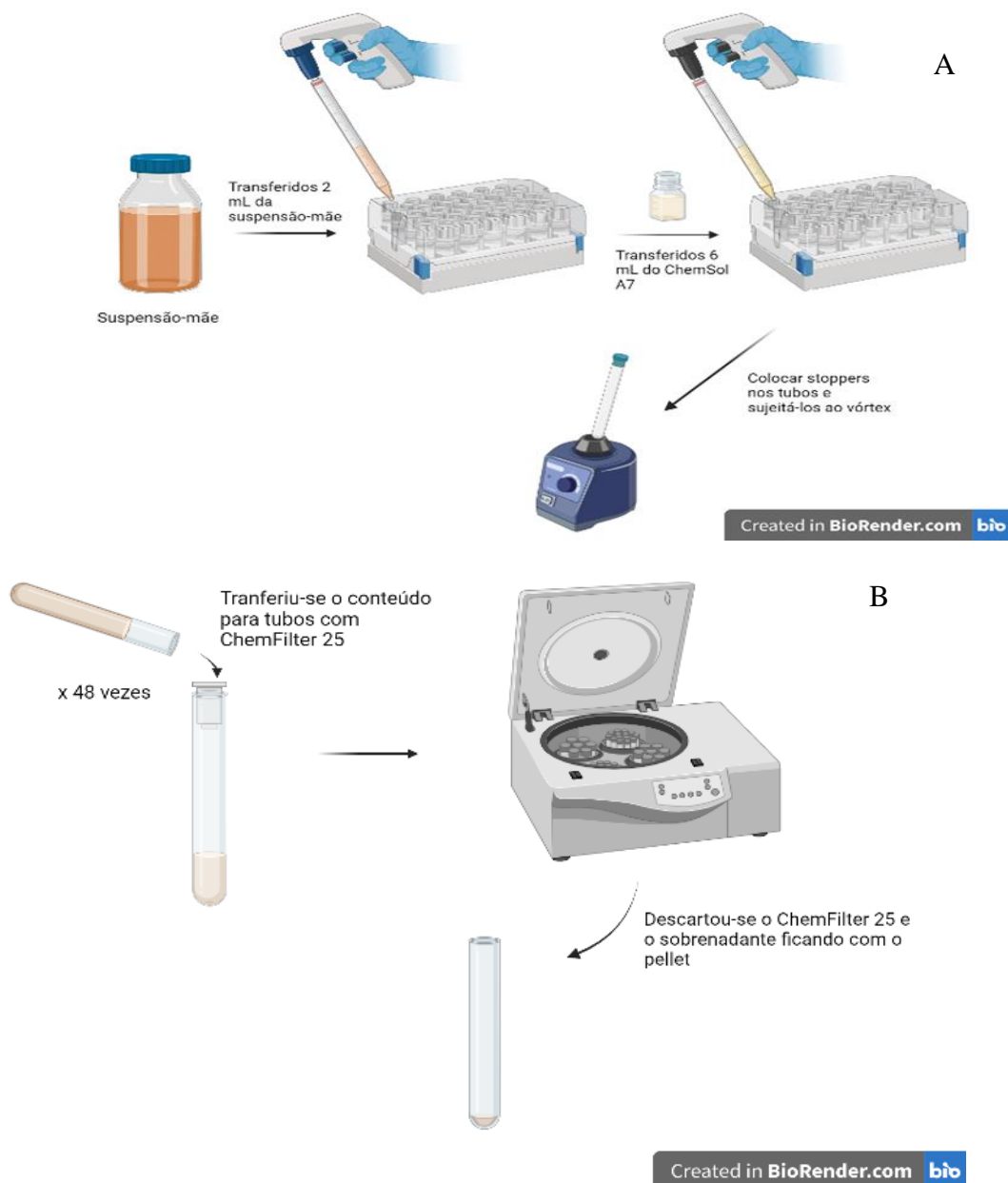


Figura 9: Esquema representativo de parte do procedimento de detecção de bolores e leveduras através do sistema D-Count®. A) Adição do solvente ChemSol A7 à suspensão- mãe em tubos de ensaio, que foram sujeitos a vórtex; B) Centrifugação dos tubos com a suspensão-mãe e o ChemSol A7, para obtenção do *pellet*.

Os resultados apresentaram-se como positivo quando foram identificadas mais de 105 células/mL e resultado suspeito no qual se contavam mais 45 células/mL. No caso de o resultado ser suspeito ou positivo, foi feita uma repetição em placa, pelo método tradicional para se poder confirmar os resultados, explícito na subsecção seguinte 3.4.3.2.

### 3.4.3.2 Quantificação de Fungos a 25°C

Esta metodologia respeita as normas ISO 21527: 2008 – Método horizontal para a enumeração de fungos filamentosos e leveduras e a ISO 7218: 2007 – Microbiologia de

alimentos e rações para animais – Requisitos gerais e orientação para exames microbiológicos.

Como meio de suspensão foi aplicada a água peptonada tamponada e de cultura foram utilizadas placas de *Dichloran Rose – Bengal Chloramphenicol Agar* (DRBC) e *Dichloran Glycerol Chloramphenicol Agar* (DG – 18).

Para começar a quantificação de fungos foi preciso transferir 10 g do produto para 90 mL de água peptonada e originou-se a suspensão-mãe. Da mesma retirou-se 200 µL e colocou-se nas placas de Petri que já continham o meio selecionado. O inóculo foi espalhado, com o auxílio do espalhador na placa e por fim incubou-se durante 5 dias, a 25°C, como na Figura 10.

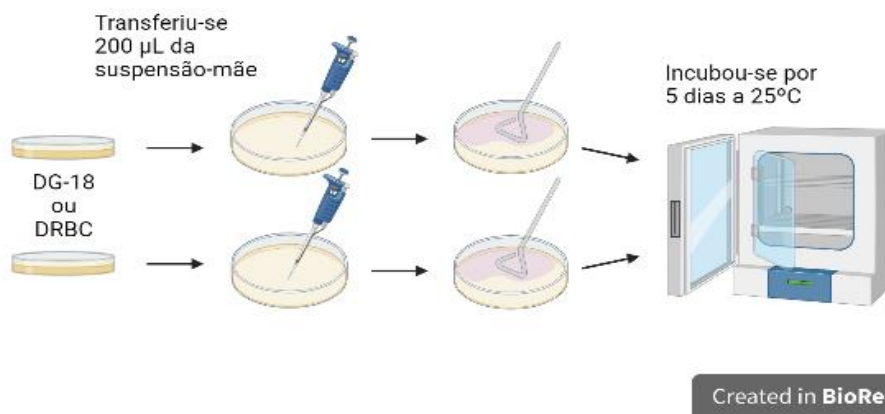


Figura 10: Esquema Representativo da quantificação de bolores e leveduras pelo método de espalhamento em meio DG-18 ou DRBC

Passado os 5 dias, as placas foram observadas e contou-se o número de colónias, sendo o número máximo 300. O cálculo do número de unidades formadoras de colónias (UFC), N, por mL ou por grama, é dado pela equação 15:

$$N = \frac{\text{Média } (C)}{d \times V} \quad (\text{Eq. 15})$$

- C – As colónias contabilizadas
- d – Fator de diluição
- V – Volume de inóculo, em mL

Os resultados foram apresentados por UFC/mL ou UFC/ g.

Para produtos alimentares sem sorbato foi efetuado o mesmo processo, mas o produto acabado foi aplicado em extrato de malte, como meio de enriquecimento. A suspensão–

mãe continha 50 g de produto acabado em 100 mL de extrato de malte e foi incubada durante 48 h a 25°C. A partir daí o procedimento realizado foi o mesmo. No caso dos preparados alimentares sem sorbato, depois dos 5 dias de incubação a 25°C, foi apenas visualizada a presença/ ausência de fungos filamentosos e leveduras.

#### **3.4.4 Controlo Microbiológico de Superfícies**

Este foi o procedimento estabelecido para se concretizar a contagem de microrganismos viáveis em superfícies, utensílios, equipamentos e mãos de operadores. Esta metodologia segue a norma ISO 18593: 2004 – Métodos horizontais para técnicas de amostragem de superfícies usando placas de contacto ou zaragatoa. Para efetuar este controlo microbiológico recorreu-se a uma zaragatoa, adquirida com meio de suspensão, e à utilização de meios de cultura PCA e DRBC.

A zaragatoa foi colocada em contacto com a superfície determinada para a recolha da amostra, girando em sentidos opostos, isto tanto numa superfície como num utensílio, equipamento ou nas mãos de um operador. O próximo passo foi transferir a zaragatoa novamente para o tubo e aguardar alguns minutos. Após findado esse tempo, concretizou-se a técnica do riscado em placas de PCA e DRBC. As placas com PCA foram incubadas a 30°C durante 3 dias e os de DRBC a 25°C por 5 dias.

Tal como nos outros procedimentos, foi calculado o número de unidades formadoras de colónias (UFC) por cm<sup>2</sup> (Ns), através da equação 16:

$$N_s = \frac{N \times F}{A} \quad (\text{Eq. 16})$$

Em que o N é o número de colónias contabilizadas, o F é o volume de diluente (mL), que estava presente no tubo e por fim, o A é a área de superfície analisada (cm<sup>2</sup>).

As análises de *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes* foram recolhidas pelo laboratório de Controlo de Qualidade da Frulact com uma esponja, mas foram analisadas por um laboratório externo.

#### **3.4.5 Controlo Microbiológico Ambiental**

Neste procedimento foi realizado o controlo de microrganismos viáveis a nível ambiental, sendo que foram aplicados dois meios de cultura, placas de PCA e o DRBC. Para este controlo, colocaram-se as placas de Petri abertas em diversas zonas da empresa onde se queria verificar, aguardou-se um determinado tempo e fecharam-se as

placas, que foram posteriormente incubadas. As placas de PCA foram incubadas a 30°C por 72 horas e as de DRBC a 25°C durante 5 dias para se avaliar a presença de mesófilos totais e de fungos, respetivamente.

### **3.4.6 Detecção de Bactérias Formadoras de Esporos e Esporos**

O presente procedimento cumpre a norma ISO 4833 – 1:2013 – Método horizontal para enumeração de microrganismos – Parte 1: a 30°C, pela técnica de incorporação. O meio de suspensão escolhido foi a água peptonada tamponada e os meios de cultura foram o PCA e o *Reinforced Clostridial Agar* (RCM). Esta análise divide-se em duas fases, na primeira fase foi verificada a presença de bactérias formadoras de esporos em produtos alimentares estéreis; na segunda fase, foi observado se se deu a proliferação e germinação de esporos caso estes existam.

O primeiro passo foi transferir 50 g de produto acabado para 450 mL de água peptonada, junto ao bico de *Bunsen*, originando a suspensão-mãe que foi incubada durante 48 horas a 30°C. Quando o tempo de incubação terminou, começou-se por transferir 1 mL da suspensão-mãe para placas de Petri. De seguida o PCA e o RCM, liquefeitos, foram vertidos nas placas, e estas foram sujeitas a agitação, de forma a incorporarem o inóculo, após solidificação dos meios, as placas foram incubadas de forma invertida. Desta forma, a partir de cada suspensão-mãe foram preparadas 4 placas com PCA e outras 4 com RCM. Das 4 placas de PCA, duas foram incubadas a 30°C durante 4 dias e outras duas a 55°C por 3 dias. As 4 placas de RCM foram divididas da mesma maneira, mas foram colocadas em caixas de anaerobiose, contendo um indicador de anaerobiose (Figura 11).

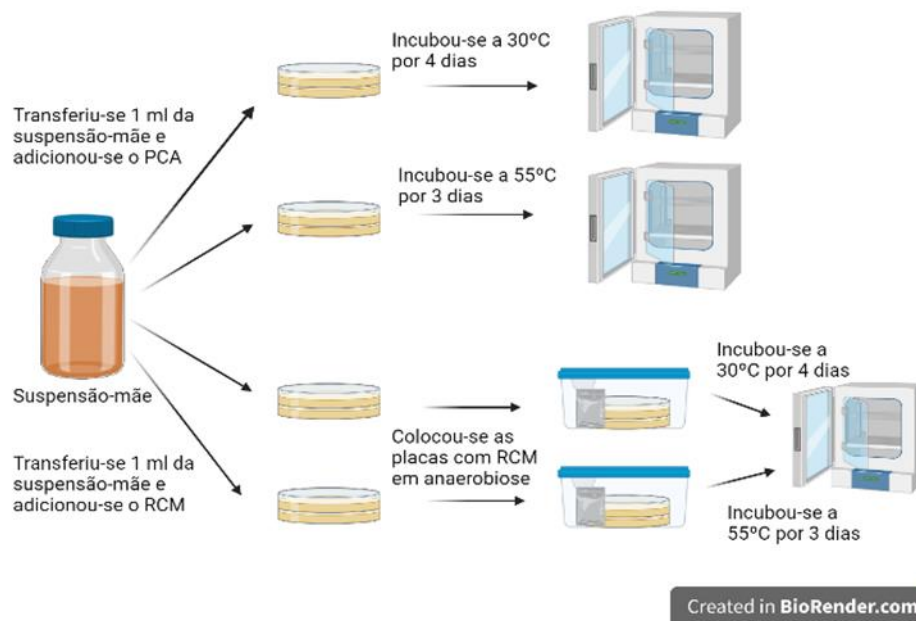


Figura 11: Ilustração da metodologia usada para quantificação de bactérias formadoras de esporos

Na segunda fase, foram transferidos 40 mL de cada suspensão-mãe para um tubo de plástico. O choque térmico concretizou-se através da preparação de um banho-maria, que teve de atingir a temperatura de 80°C. Quando esta foi alcançada, os tubos foram colocados em banho-maria, juntamente com um tubo que serviu de ponto de monitorização de temperatura, e aguardou-se 10 minutos. Passado o respetivo tempo, os tubos foram colocados imediatamente num banho de água fria e foram deixados a repousar. Logo depois, transferiu-se 1 mL da suspensão-mãe que passou por choque térmico para cada uma das 8 placas de Petri, tal como se procedeu na primeira fase e como na Figura 11.

Depois dos respetivos tempos de incubação, as placas foram verificadas quanto à presença/ ausência de microrganismos.

### 3.4.7 Análise Microbiológica à Água dos Condensados

A metodologia desenvolvida neste ponto foi concretizada de modo a verificar a eficácia do método de esterilização das embalagens retornáveis (contentores), semanalmente. Dessa forma, foram recolhidas amostras de 15 contentores na zona *Sterilization in Place* (SIP) e analisada, a nível microbiológico, a água presente nos mesmos. Esta análise respeita as normas ISO 4834-1: 2013 – Método horizontal para a enumeração de microrganismos – Parte 1: Contagem de colónias a 30°C pela técnica de incorporação; a ISO 21527: 2008 – Método horizontal para enumeração de leveduras e bolores.

Os meios de cultura PCA e DRBC foram os aplicados nesta metodologia e como meio de suspensão a água peptonada tamponada. A amostra da água dos condensados foi assumida como uma amostra alimentar.

O procedimento começou pela recolha da água dos condensados no contentor, para frascos assépticos. Depois da recolha, foram pesadas as águas dos condensados, se o contentor apresentar menos de 50 gramas de água vai ser aplicado em 90 mL de água peptonada, se apresentar um valor superior a 50 gramas vai ser colocada em 450 mL. Quando aplicadas em água peptonada foram incubadas durante 48 horas a 30°C. Após as 48 horas aplicaram-se as metodologias de quantificação de microrganismos a 30 °C e a de fungos a 25°C, já explicadas na secção 3.4.2. e 3.4.3.2. das Tarefas Desenvolvidas, respetivamente.

### **3.5 Verificação da Integridade dos Filtros**

Os filtros são colocados nos contentores com a finalidade de evitar a contaminação do preparado alimentar durante a utilização das embalagens, em especial, caso os clientes não utilizem um gás inerte. Este procedimento foi realizado com o objetivo de inspecionar a conformidade dos filtros.

Para verificar a integridade, começou-se por inserir os filtros que já foram utilizados no *sterilization in place*, numa solução de 60 % isopropanol após terem sido removidos da tampa do contentor, foram embebidos na solução durante 6 horas, no mínimo. Os filtros quando retirados da solução de 60% de isopropanol, foram sujeitos a uma verificação visual para averiguar se algum deles se encontrava danificado, com mudança de cor ou com odores desagradáveis. Quando se depara com um filtro fora da sua conformidade, estes devem ser rapidamente removidos e rejeitados.

Após ter sido observado que os filtros estavam conformes, foram inseridos no equipamento que tem o papel de inspecionar a integridade dos filtros. Inicialmente, abriu-se a válvula de ar comprimido e encheu-se o recipiente, sob o dispositivo, com água. A verificação foi feita a 5 filtros de cada vez, introduzidos nas ranhuras do medidor de pressão. Cada ranhura tem associado um tubo que termina no recipiente com água, por baixo do equipamento. Se for necessário avaliar menos de 5 filtros, fecham-se as torneiras correspondentes às ranhuras vazias (Figura 12A). A tampa foi selada com o anel de duas pinças e começou-se a operação (Figura 12B), sempre que a integridade estiver intacta os cinco filtros passarão, caso o contrário aconteça, os filtros não conformes terão de ser segregados. Para isso verificou-se qual dos tubos estava a

libertar bolhas no recipiente de água, enquanto o teste decorria. Quando o teste terminou, os que estavam conformes foram aprovados, e aos não conformes repetiu-se o processo. No caso de voltar a falhar, os filtros são rejeitados. Por último, os filtros são inseridos numa estufa a 50°C durante, pelo menos, 6 horas. Deste modo, quando o tempo de secagem terminava os filtros podiam ser novamente utilizados.



Figura 12: Medidor de integridade de filtros. A) Medidor aberto, é demonstrado as ranhuras onde se colocam os filtros para serem analisados; B) Medidor fechado com o teste a decorrer

### 3.6 Validação de Expedições

O controlo das expedições foi realizado com o intuito de assegurar que todas as embalagens são expedidas conformes e que os veículos que as transportam cumprem com as condições definidas em termos de higiene e temperatura.

Antes do produto acabado ser enviado ao cliente, os lotes dos preparados já se encontravam aprovados em termos de análise físico-química, organoléptica e microbiológica, encontrando-se, portanto, o certificado de análise completo. A critério do cliente, também aconteceu em algumas situações o produto acabado ser enviado de forma condicional, isto é, este não apresentar todos os dados do certificado de análise. Neste tipo de situações, nos contentores foi indicado que se encontrava condicionado, e foi acompanhado por uma folha de controlo de expedição onde se descreveu quando iria o certificado de análise ficar completo. Contudo o contentor não foi expedido sem a verificação da pressão, do peso, a tara e a data de validade ter sido realizada.

Um desses parâmetros, a pressão, foi verificada com o auxílio de um manómetro digital. A pressão máxima (P) de um contentor tem de ser de 1,0 bar, se esta ultrapassar

esse valor, liberta-se pressão até estar abaixo. Os limites dos valores de pressão de um contentor são de  $0,5 \leq P \leq 1,0$ , logo se a pressão estivesse entre 0,1 e 0,5 bar, seria necessário pressurizar o contentor, usando a válvula *cocca* (válvula de azoto). Nestes casos, de forma a avaliar se a perda de pressão podia advir de uma fuga procedeu-se a um teste de pressão. Uma solução com sabão foi aplicada ao redor das válvulas de azoto e de segurança, da tampa, da válvula de descarga para determinar se existia alguma fuga. Em falta de evidência de vazamento, registou-se a pressão medida e fez-se novamente o controlo passado 12 horas. Após esse tempo, se a pressão permaneceu constante e o contentor pôde ser enviado.

Cada contentor é identificado com um código de barras e uma referência, permitindo a utilização de um leitor portátil para realizar a leitura do código de barras e inserir as pressões, inicial e final, no sistema. Seguidamente, quando todos os parâmetros se encontravam nos intervalões requeridos, a válvula de injeção de azoto e a válvula de segurança foram borrifadas com álcool isopropílico, antes de colocar a tampa da válvula *cocca*. Para além disso, verificou-se que a boca do contentor estava presa com um selo de segurança, modo de garantia que o contentor não foi manipulado. Em simultâneo, foi inspecionado cada contentor relativamente a fatores como: limpeza externa (não podia apresentar vestígios de sujidade na superfície); presença de mossas ou danos visíveis ou estruturais; selo da Frulact (tinha de estar intacto e firmemente apertado); tampa azul (fixa e selada termicamente); presença de almofadas de plástico nos pés do contentor (bem presas e não danificadas); e etiqueta do cliente impressa de forma legível e clara.

Depois dos resultados das pressões terem sido guardados no sistema, imprimiu-se a folha de controlo de expedição e confirmou-se o valor das pressões, inicial e final. Quanto ao peso, a tara e a data de validade, estes foram comparados entre essa folha e a etiqueta final que identifica o contentor e o seu conteúdo. Além da expedição de contentores, também foram controlados caixas e bidões que tiveram de ser inspecionados para garantir a sua integridade. Os aspetos analisados visualmente são as fugas de pressão ou danos da embalagem e as etiquetas (legíveis). Também as paletes que os transportam foram examinadas quanto à sua segurança, acomodação e paletização.

O transporte dos contentores teve de passar por uma inspeção, em que teve de ser verificado se o transporte: tinha sinais de infestação de pragas (fezes, ninhos, marcas de mordidas); existiam vazamentos, derramamentos ou condensação; continha danos ou deterioração das paredes internas ou externas; possuía suspeita de sabotagem, como

mecanismos de travagem adulterados; detinha itens não alimentares como produtos químicos, agentes de limpeza, animais mortos ou outros itens não próprios para consumo humano; apresentava limpeza; tinha odores fortes ou excessivos. Se estas indicações não fossem cumpridas existia a condição de o transporte ser rejeitado e retirado do perímetro da instalação para evitar possíveis contaminações.



## Capítulo 4: Estudos de Validade de preparados alimentares

Durante o estágio, para além das tarefas desenvolvidas no laboratório de Controlo de Qualidade, foram realizados Estudos de Validade a três preparados alimentares produzidos na empresa (Tabela 3). Os Estudos de Validade concretizados consistem na avaliação de preparados, através de uma análise físico-química, organoléptica e microbiológica, durante o tempo de estudo. Estes tiveram como objetivo acompanhar o comportamento dos produtos, em termos de segurança e de qualidade alimentar, considerando o potencial desenvolvimento de estudos para o aumento de validade dos produtos. Para isso, o presente estudo pretendia analisar se os preparados alimentares conservavam as suas características e a inocuidade, mantendo-se adequados e com qualidade para o seu consumo.

Tabela 3: Descrição dos preparados alimentares estudados

Preparados em Estudo	Aplicação final	Intervalos padrão estipulados para o produto	Data de Validade Estipulada (dias)	Tempo de estudo (dias)
Preparado de Chocolate	Cobertura	pH: 4,5 – 8,5 Teor de sólidos solúveis: 58,0-62,0 °Brix Consistência: 8,0-12,0 cm/60 s Microrganismos a 30°C: <10 <sup>4</sup> UFC/g Bolores e leveduras: Ausência	60	80
Preparado de Banana, Ananás e Côco	Iogurte	pH: 3,60 – 4,00 Teor de sólidos solúveis: 25,00-29,00 °Brix Consistência: 6,00-10,00 cm/60 s Microrganismos a 30°C: <100 UFC/g Bolores e leveduras: Ausência	120	180
Preparado de Pêssego e Aveia	Iogurte	pH: 3,70 – 4,10 Teor de sólidos solúveis: 33,00-37,00 °Brix Consistência: 4,00-8,00 cm/60 s Microrganismos a 30°C: <100 UFC/g Bolores e leveduras: Ausência	120	180

Para este estudo foi guardado um contentor de 200 kg, com a mesma tipologia que é enviada para um cliente, de cada preparado alimentar, armazenando-se o mesmo entre 0 e 5°C. Uma amostra de cada produto foi retirada nos períodos de amostragem, incluindo no dia da sua produção. A leitura do pH, do teor em sólidos solúveis e a avaliação da consistência foi realizada após deixar cada amostra atingir e estabilizar a

uma temperatura de 20°C. Para além destes parâmetros, foi também avaliado o Sabor de cada preparado e procedeu-se à deteção de bolores e leveduras a 25°C através do sistema D-count e a quantificação de microrganismos a 30°C em placa.

O preparado de chocolate foi o primeiro a ser testado, o estudo teve uma duração de 80 dias, sendo que o prazo de validade estipulado é de 60 dias. Os períodos de amostragem foram no dia seguinte à sua produção, 15, 30, 45, 55, 60 e 80 dias depois.

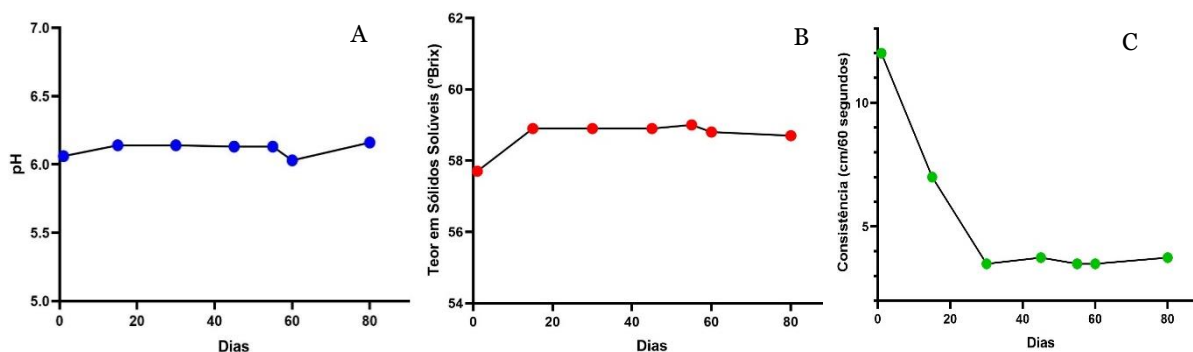


Figura 13: Propriedades físico-químicas do Preparado de Chocolate ao longo de 80 dias de armazenamento a 20°C. A) pH; B) teor em sólidos solúveis; C) consistência.

Na Figura 13A é possível observar que não existe uma variação relevante no valor de pH durante os 80 dias em que esteve armazenado, com o intervalo de valores de pH variando entre 6,03 – 6,16. Os valores padrões estão estipulados entre 4,50 e 8,50, logo o preparado de chocolate mostrou-se conforme para este parâmetro.

Em linha com esta observação, o teor em sólidos solúveis também não revelou alterações expressivas ao longo dos 80 dias, variando entre valores de 57,70-59,00° Brix (Figura 13B). Em relação aos limites padrões, o teor em sólidos solúveis, eram de 58 -62 °Brix, validando a conformidade do produto.

No entanto, o preparado de chocolate apresentou uma variabilidade relevante a nível da consistência, verificando-se uma redução após os 15 e 30 dias da sua produção, estabilizando a partir desse momento. Os valores de consistência variaram entre 12,00-3,50 cm/60 s (Figura 13C), sendo o valor estabelecido para este produto entre 12,00 e 8,00 cm/60 s.

Os produtos de chocolate são, no geral, muito sensíveis a variações de temperatura. Assim, é possível concluir que o facto de o produto ser produzido a altas temperaturas; passar por um processo de arrefecimento (quando se retira uma amostra, avaliada a 20°C); de seguida, passar para um local onde a temperatura se encontra entre 0 a 5°C e lá permanecer até ao final do estudo, pode influenciar a estrutura do produto de

chocolate, alterando desta forma a sua consistência. Para se validar esta possível causa, seriam necessários a realização de testes com diferentes temperaturas, para assim se perceber se estas iriam afetar a consistência de produtos de chocolate.

Tabela 4: Resultados Microbiológicos do Preparado de Chocolate

<b>Dias</b>	<b>Quantificação de Microrganismos a 30°C (UFC/g)</b>	<b>Deteção de Bolores e Leveduras a 25°C</b>
<b>1</b>	< 10	Ausência
<b>15</b>	< 10	Ausência
<b>30</b>	< 10	Ausência
<b>45</b>	< 10	Ausência
<b>55</b>	< 10	Ausência
<b>60</b>	< 10	Ausência
<b>80</b>	< 10	Ausência

Através da observação dos dados na tabela 4, ao longo dos 80 dias, os microrganismos a 30°C como os bolores e leveduras detetados estavam abaixo do estipulado nos Valores-Guia INSA (Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2019), que se devem apresentar abaixo de  $10^4$  UFC/g e os bolores e leveduras têm de ser ausentes.

Tabela 5: Resultados da avaliação de Sabor do Preparado de Chocolate feita por um painel especializado de 30 elementos.

<b>Dias</b>	<b>Diferença no Sabor</b>	
<b>15</b>	N.D.	N.D.
<b>30</b>	12 Sim	18 Não
<b>45</b>	4 Sim	26 Não
<b>55</b>	9 Sim	21 Não
<b>60</b>	7 Sim	23 Não
<b>80</b>	4 Sim	26 Não

N.D. – Não Determinado

Outro dos parâmetros que se analisou foi o sabor do preparado de chocolate, em que foi realizado um teste triangular. No teste triangular, os painelistas são solicitados a identificar se há diferença entre a amostra e o padrão, em que são dispostos em 3, podem estar presentes duas amostras e um padrão ou dois padrões e uma amostra (Nel, du Toit, & van Jaarsveld, 2021). No dia da produção dos preparados, foram retiradas amostras correspondentes ao número de tempos de amostragem, para serem utilizadas como padrão. O padrão corresponde a uma amostra congelada até se fazer a prova, que foi descongelada de forma lenta, num frigorífico. A amostra foi enviada nos

tempos de amostragem definidos. A prova foi concretizada por 30 provadores, que no decorrer dos 80 dias não detetaram diferença de sabor entre o padrão e a amostra. A partir dos resultados do Sabor presentes na tabela 5 é possível assumir que ao longo do tempo maioria dos 30 provadores não detetou diferenças significativas no preparado de chocolate.

O preparado de banana, ananás e côco foi avaliado por um período de 180 dias, já apresentando um prazo de validade de 120 dias. Os dias de amostragem foram o dia seguinte à produção, 90, 120, 150, 170 180 dias. E tal como o anterior, iniciou-se pela leitura do pH e do teor em sólidos solúveis.

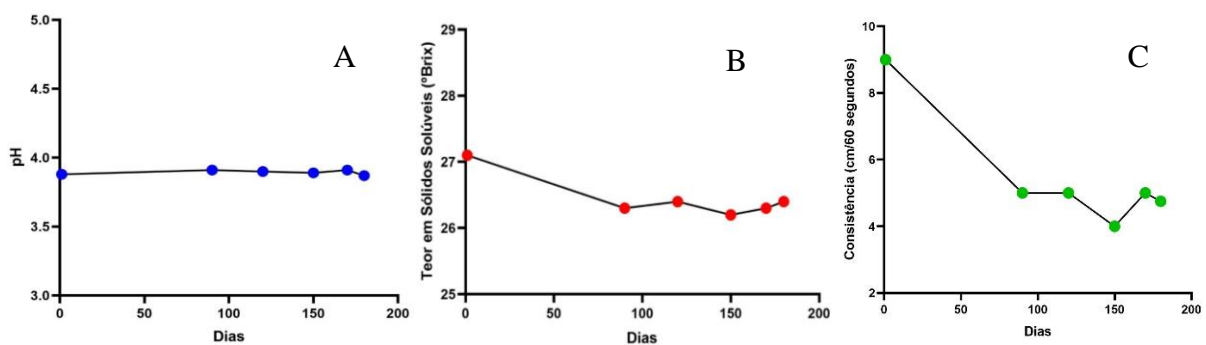


Figura 14: Propriedades físico-químicas do Preparado de Banana, Ananás e Côco ao longo de 180 dias de armazenamento a 20°C. A) pH; B) teor em sólidos solúveis; C) consistência.

No caso do preparado de banana, ananás e côco, o valor do pH foi estável ao longo do tempo, não existindo grandes oscilações, entre 3,87-3,91 (Figura 14A). Estes valores permaneceram dentro do intervalo dos valores padrão, 3,60 a 4,00, portanto seguem as limitações definidas. Também o teor em sólidos solúveis não variou de forma significativa, durante os 180 dias e os seus valores encontravam-se num intervalo de 26,20 – 27,10 cm/60 s (Figura 14B) que está incluído nos valores padrão.

Também no preparado de banana, ananás e coco (Figura 14C), é notável o decréscimo de consistência no decorrer do tempo, em especial passado 90 dias da produção do mesmo, passando de um valor inicial de consistência de 9,00 cm/60 segundos para estabilizar em valores entre 4,00 e 5,00 cm/60 segundos, afastando-se dos valores limites, de 6,00 a 10,00 cm/60 segundos. A variação da consistência do preparado alimentar em estudo pode estar associada à composição do mesmo, sendo que a banana e o ananás apresentam na sua constituição amido. Em suma, o preparado foi sujeito a temperaturas de pasteurização (60°C- 90°C) durante a sua produção, passando por um processo de arrefecimento onde é retirada uma amostra, para ser avaliada a 20°C, e foi guardado na câmara de produtos acabados entre 0-5°C. Depois do preparado passar por todas estas alterações de temperatura, o amido presente, sofre destruição da sua

estrutura e retrogradação, que corresponde a uma reestruturação da estrutura do amido da banana e do ananás, neste caso. Isto faz com que o produto altere a sua estrutura, influenciando a consistência (Xu, Wang, Ren, Ni, & Liao, 2016). Para se poder perceber melhor a influência da temperatura no preparado de banana, ananás e côco, este teria de ser avaliado a diferentes temperaturas. Isto é, teriam de ser retiradas duas amostras do contentor guardado entre 0-5°C, em que uma seria sujeita às mesmas condições do estudo realizado neste trabalho e a outra, antes da avaliação da consistência, seria submetida a alterações de temperaturas. A consistência, de ambas as amostras, seria analisada à mesma temperatura. Também poderia ser avaliada a retrogradação do amido através da Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR, do inglês *Fourier-transform infrared spectroscopy*), para se poder analisar a estrutura do amido e verificar se deram mudanças conformacionais (Lu, Ma, Chang, & Tian, 2021).

Tabela 6: Resultados Microbiológicos da análise do Preparado de Banana, Ananás e Côco

<b>Dias</b>	<b>Quantificação de Microrganismos a 30°C (UFC/g)</b>	<b>Deteção de Bolores e Leveduras a 25°C</b>
<b>1</b>	< 10	Ausência
<b>90</b>	< 10	Ausência
<b>120</b>	< 10	Ausência
<b>150</b>	< 10	Ausência
<b>170</b>	< 10	Ausência
<b>180</b>	< 10	Ausência

Os resultados microbiológicos da Tabela 6, demonstram que não houve crescimento de microrganismos, fora dos níveis de segurança alimentar estabelecidos na Frulact que são abaixo de 100 UFC/g de produto, ao longo do tempo.

Tabela 7: Resultados de Sabor do Preparado de Banana, Ananás e Côco

<b>Dias</b>	<b>Diferença no Sabor</b>	
<b>90</b>	N.D.	N.D.
<b>120</b>	8 Sim	22 Não
<b>150</b>	N.D.	N.D.
<b>170</b>	10 Sim	20 Não
<b>180</b>	N.D.	N.D.

Dos resultados de Sabor do preparado de banana, ananás e côco (Tabela 7) é possível observar que não se deu alteração de sabor nos tempos de amostragem em que houve avaliação de sabor.

Por último, avaliou-se o preparado de pêsego e aveia durante 180 dias, com um tempo de vida útil de 120 dias.

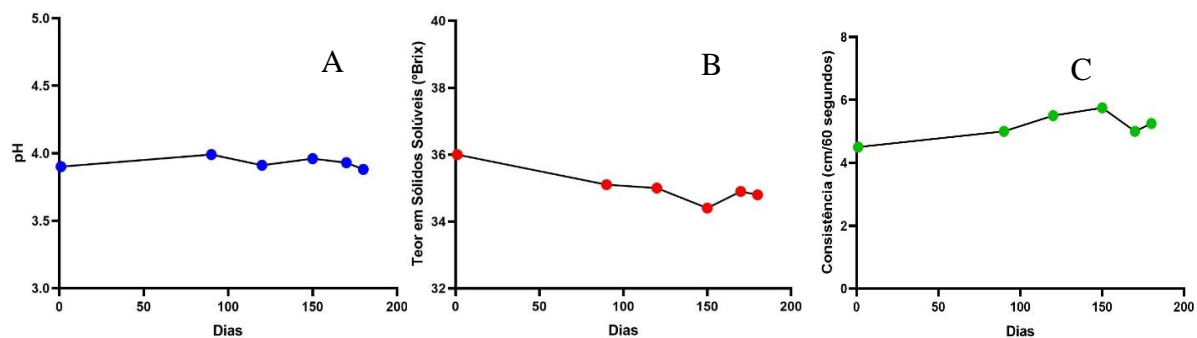


Figura 15: Propriedades físico-químicas do Preparado de Pêssego e Aveia ao longo de 180 dias de armazenamento a 20 °C. A) pH; B) teor em sólidos solúveis; C) consistência.

Através da observação dos gráficos correspondentes, nem os valores de pH nem os de teor em sólidos solúveis variaram de forma considerável. Os valores de pH variaram de 3,88 a 3,99 (Figura 15A) e os de teor em sólidos solúveis (Figura 15B) de 34,40 a 36,00° Brix., olhando para os valores tanto do pH e do teor em sólidos solúveis, estes estão dentro dos limites padrão, que são 3,70 – 4,10 e 33,00- 37,00° Brix, respectivamente.

O preparado de pêsego e aveia é o que evidencia maior estabilidade a nível de consistência, não apresentando uma variação relevante. O valor mais baixo obtido foi de 4,50 e o máximo foi de 5,80 cm/60 s (Figura 15C), respeitando os valores padrão que são entre 4,00 e 8, 00.

Tabela 8: Resultados Microbiológicos do Preparado de Pêssego e Aveia

Dias	Quantificação de Microrganismos a 30°C (UFC/mL)	Deteção de Bolores e Leveduras a 25°C
1	<10	Ausência
90	<10	Ausência
120	<10	Ausência
150	<10	Ausência
170	<10	Ausência
180	<10	Ausência

No passar dos 6 meses, foi possível denotar que os microrganismos se encontram dentro dos limites de segurança alimentar definidos internamente, abaixo de 100 UFC/g de produto, em todos os tempos de amostragem.

Tabela 9: Resultados de Sabor do Preparado de Pêssego e Aveia

<b>Dias</b>	<b>Diferença no Sabor</b>	
<b>90</b>	20 Sim	10 Não
<b>120</b>	11 Sim	19 Não
<b>150</b>	14 Sim	16 Não
<b>170</b>	16 Sim	14 Não
<b>180</b>	10 Sim	20 Não

Em termos de sabor, como é possível notar, ao longo do tempo, a maioria dos provadores sentiu diferença de sabor entre o padrão e a amostra, aos 90 e 170 dias. Quando os provadores sentem diferença de sabor, estes correlacionam com alteração no seu aspeto visual da aveia, devido à congelação do padrão. Para contrariar esta situação, deveria ter sido preparado um padrão fresco ao nível de laboratório de forma a não serem detetadas alterações no padrão. Para conseguir uma maior validação dos resultados, deste preparado, seria vantajoso realizar uma caracterização do sabor mais descritiva, comparando o padrão com a amostra, em relação à textura, intensidade, doçura, cor e aroma.

Através do estudo realizado e dos resultados obtidos, é possível concluir que os preparados são seguros, mas em termos de qualidade estes foram mostrando algumas variações ao longo do tempo. De facto, neste estudo foram observadas alterações de qualidade ao longo do tempo e tentou-se perceber as possíveis causas, no entanto para tal sugere-se a realização de outras análises. Os Estudos de Validade foram concretizados com o objetivo de aumentar a validade dos três preparados alimentares, que seria vantajoso tanto para o cliente como para a Frulact. Pois é do interesse do cliente poder contar com que o produto que adquiriu, consegue manter-se seguro e também com as suas qualidades específicas para além do tempo de validade como também é benéfico para a empresa porque mantém o cliente satisfeito.



## Capítulo 5: Conclusão

Este estágio teve como principal objetivo integrar a estagiária num laboratório de controlo de qualidade de uma Indústria Alimentar, detendo como principais funções executar análises físico-químicas, sensoriais e microbiológicas dos preparados alimentares produzidos e também da matéria-prima rececionada na Unidade em Tortosendo.

O presente estágio revelou-se extremamente importante para o enriquecimento pessoal e profissional da estagiária, dado que permitiu um contacto mais próximo com a realidade e uma melhor compreensão acerca da necessidade notória em articular a teoria apreendida ao longo de toda a formação académica e a prática profissional. O curso frequentado pela estagiária forneceu a capacidade de, no mercado de trabalho, ao ter acesso aos termos técnicos conhecer o seu significado e podê-los praticar no dia-a-dia. Nomeadamente, este estágio ofereceu uma aprendizagem a nível de criação de espírito de equipa, competência crítica e motivação para resolução de problemas.

De modo geral, considera-se que os objetivos deste estágio foram atingidos, dentro do período disponível executaram-se todas as tarefas e desenvolveu-se ainda um estudo em relação à validade de três produtos, com a finalidade de possibilitar o aumento de validade dos mesmos. Através dos resultados obtidos, é possível inferir que os três produtos são seguros, mas apresentam variações durante o tempo do estudo. No preparado de chocolate e no de banana, ananás e côco abordou-se a temperatura como causa provável do aumento da consistência, precisando de ser efetuados outros ensaios para corroborar. É sugerida a avaliação dos produtos alimentares a diferentes temperaturas e no caso do preparado de banana, ananás e côco a utilização de técnicas de espectroscopia para avaliação do produto. No preparado de pêsego e aveia foi notável a alteração, mas mais a nível visual devido ao padrão ter sido congelado, e é proposta a realização de uma prova de sabor mais descritiva, entre o padrão e a amostra, relacionada à intensidade, textura, aroma, doçura e cor. Para que fosse possível perceber de forma mais aprofundada o porquê das variações de qualidade de alguns produtos seria necessário recorrer a outro tipo de análises. Contudo, os ensaios executados permitiram uma verificação do comportamento dos alimentos, como era igualmente pretendido.

Sucintamente, este estágio proporcionou conhecimento sobre como funciona a base da Frulact, em Tortosendo, das matérias-primas até à transformação das mesmas no produto final. Para além disso, foi relevante ter a oportunidade de pertencer à estrutura de um laboratório de controlo de qualidade, viabilizando a compreensão das metodologias que permitem a caracterização das matérias-primas e alimentos finais.

## Capítulo 6: Bibliografía

- Abadias, M., Usall, J., Anguera, M., Solsona, C., & Viñas, I. (2008). Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. *International Journal of Food Microbiology*, *123*(1-2), 121-129. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2007.12.013
- Abbas, K. A., Mohammed, A., Saleh, A. M., & Ebrahimian, M. (2010). Suitability of viscosity measurement methods for liquid food variety and applicability in food industry - A review. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, *8*(3), 100-107.
- Adan, A., Alizada, G., Kiraz, Y., Baran, Y., & Nalbant, A. (2017). Flow cytometry: basic principles and applications. *Critical Reviews in Biotechnology*, *37*(2), 163-176. doi:10.3109/07388551.2015.1128876
- Aider, M., & de Halleux, D. (2008). Production of concentrated cherry and apricot juices by cryoconcentration technology. *LWT - Food Science and Technology*, *41*(10), 1768-1775. doi:10.1016/j.lwt.2008.02.008
- Akbarian, M., Ghasemkhani, N., & Moayedi, F. (2014). Osmotic dehydration of fruits in food industrial: A review. *International Journal of Biosciences (IJB)*, *4*(1), 42-57. doi:10.12692/ijb/4.1.42-57
- Alabi, K. P., Zhu, Z., & Sun, D.W. (2020). Transport phenomena and their effect on microstructure of frozen fruits and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, *101*, 63-72. doi:10.1016/j.tifs.2020.04.016
- Alves, R. M. V., Sarantópoulos, C. I. G. L., Saron, E. S., & Bordin, M. R. (2001). Stability of fruit juice drinks in aseptic packages. *Packaging Technology and Science*, *14*(2), 79-86. doi:10.1002/pts.538
- Anklam, E. (2016). Safe Food and Healthy Diets. In: Nedović, V., Raspor, P., Lević, J., Tumbas Šaponjac, V., Barbosa-Cánovas, G. (Eds.), *Emerging and Traditional Technologies for Safe, Health and Quality Food*(pp. 3-8). Food Engineering Series, Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-319-24040-4\_1
- Arfini, F., Mancini, M. C., Schiefer, G., & Rickert, U. (2003, May). British Retail Consortium (BRC) standard: a new challenge for firms involved in the food chain. Analysis of economic and managerial aspects. Apresentação em 82th EAAE Seminar, Bonn, ILB Press, Bonn.
- Arvanitoyannis, I. S., & Kassaveti, A. (2009). HACCP and ISO 22000 – A Comparison of the Two Systems. In I. S. Arvanitoyannis (Ed.), *HACCP and ISO 22000: Application to Foods of Animal Origin*(pp. 1-45). Oxford: Wiley-Blackwell Limited.

- Barberis, S., Quiroga, H. G., Barcia, C., Talia, J. M., & Debattista, N. (2018). Natural Food Preservatives Against Microorganisms. In A. M. Grumezescu & A. M. Holban (Eds.), *Food Safety and Preservation* (pp. 621-658). Academic Press.
- Barrett, D. M., & Lloyd, B. (2012). Advanced preservation methods and nutrient retention in fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(1), 7-22. doi:10.1002/jsfa.4718
- Bensid, A., El Abed, N., Houicher, A., Regenstein, J. M., & Ozogul, F. (2022). Antioxidant and antimicrobial preservatives: Properties, mechanism of action and applications in food - a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(11), 2985-3001. doi:10.1080/10408398.2020.1862046
- BioMérieux Industrial Microbiology. (2022). CHEMUNEX® D-COUNT® Ultra-Rapid Microbiology Detection Rapid Microbiology Analyzer. Acessado 20 de Abril de 2022 em <https://www.biomerieux-industry.com/products/chemunex-d-count-ultra-rapid-microbiology-detection>
- BioMérieux S.A. (2018). CHEMUNEX® Ultra Rapid Microbial Analysers. Acessado 20 de Abril de 2022 em [https://www.biomerieux-industry.com/sites/default/files/2019-06/CHEMUNEX-FICHE%20TECHNO-NB-SHOWPAD\\_o.pdf](https://www.biomerieux-industry.com/sites/default/files/2019-06/CHEMUNEX-FICHE%20TECHNO-NB-SHOWPAD_o.pdf)
- Blandino, A., Al-Aseeri, M. E., Pandiella, S. S., Cantero, D., & Webb, C. (2003). Cereal-based fermented foods and beverages. *Food Research International*, 36(6), 527-543. doi:10.1016/s0963-9969(03)00009-7
- BRC Global Standards. (2018). *Global Standard Food Safety Issue 8 - Interpretation Guideline*. London: British Retail Consortium (BRC) Global Standards, [www.brcglobalstandards.com](http://www.brcglobalstandards.com).
- BRCGS. (2022). Discover BRCGS. Acessado 15 de Março de 2022 em <https://www.brcgs.com/about-brcgs/why-brcgs/>
- Brooks, C., Parr, L., Smith, J. M., Buchanan, D., Snioch, D., & Hebishy, E. (2021). A review of food fraud and food authenticity across the food supply chain, with an examination of the impact of the COVID-19 pandemic and Brexit on food industry. *Food Control*, 130, 108171. doi:10.1016/j.foodcont.2021.108171
- Buttriss, J. L., & Stokes, C. S. (2008). Dietary fibre and health: an overview. *Nutrition Bulletin*, 33(3), 186-200. doi:10.1111/j.1467-3010.2008.00705.x
- Carle, R. (1997). Fruit Preparations-Possibilities and Limitations of Diversification for the Fruit Juice Industry. *Fruit Processing*, 7, 299-306.
- Carniel Beltrami, M., DÖring, T., & De Dea Lindner, J. (2018). Sweeteners and sweet taste enhancers in the food industry. *Food Science and Technology*, 38(2), 181-187. doi:10.1590/fst.31117

- Chaloupkova, V., Ivanova, T., & Havrland, B. (2016, May). *Sieve analysis of biomass: accurate method for determination of particle size distribution*. Apresentação em 15<sup>th</sup> International Scientific Conference on Engineering for Rural Development, Jelgava.
- Chattopadhyay, S., Raychaudhuri, U., & Chakraborty, R. (2014). Artificial sweeteners - a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(4), 611-621. doi:10.1007/s13197-011-0571-1
- Chavan, J. K., & Kadam, S. S. (1989). Nutritional improvement of cereals by fermentation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28(5), 401-437. doi:10.1080/10408398909527507
- Chung, C. C., Chen, H. H., & Ting, C.-H. (2010). Grey prediction fuzzy control for pH processes in the food industry. *Journal of Food Engineering*, 96(4), 575-582. doi:10.1016/j.jfoodeng.2009.09.004
- Costa, M. V. A. d., Fontes, C. H., Carvalho, G., & Júnior, E. C. d. M. (2021). UltraBrix: A Device for Measuring the Soluble Solids Content in Sugarcane. *Sustainability*, 13(3), 1227. doi:10.3390/su13031227
- Cucu, T., Jacxsens, L., & De Meulenaer, B. (2013). Analysis to support allergen risk management: Which way to go? *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(24), 5624-5633. doi:10.1021/jf303337z
- Da Cruz, A. G., Cenci, S. A., & Maia, M. C. A. (2006). Quality assurance requirements in produce processing. *Trends in Food Science & Technology*, 17(8), 406-411. doi:10.1016/j.tifs.2006.03.003
- Dauthy, M. E. (1995). *Fruit and vegetable processing*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Dimara, E., & Skuras, D. (2005). Consumer demand for informative labeling of quality food and drink products: a European Union case study. *Journal of Consumer Marketing*, 22(2), 90-100. doi:10.1108/07363760510589253
- Efsa Panel on Biological Hazards, Ricci, A., Chemaly, M., Davies, R., Fernandez Escamez, P. S., Girones, R., Herman, L., Lidqvist, R., Norrung, B., Robertson, L., Ru, G., Simmons, M., Skandamis, P., Snary, E., Speybroeck, N., TerKuile, N., Threlfall, J., Wahlstrom, H., Allende, A., Barregard, L., Jacxsens, L., Koutsoumanis, K., Sanaa, M., Varkazas, T., Baert, K., Kempen, M., Rizzi, V., Van der Stede & Y. Bolton, D. (2017). Hazard analysis approaches for certain small retail establishments in view of the application of their food safety management systems. *EFSA Journal*, 15(3), 4697. doi:10.2903/j.efsa.2017.4697

- Ferreira, M. S. L., Santos, M. C. P., Moro, T. M. A., Basto, G. J., Andrade, R. M. S., & Goncalves, E. C. B. A. (2015). Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 822-830. doi:10.1007/s13197-013-1061-4
- Food and Agriculture Organization, & World Health Organization. (2020). Codex Alimentarius - General Principles of Food Hygiene CXC 1-1969.
- Frulact. (2020). Procedimento Interno: Validação e Verificação do Prazo de Validade.
- Frulact. (2021a). Documento interno: HACCP - Contaminação Física/ Contaminação por Corpos Estranhos.
- Frulact. (2021b). Documento Interno: HACCP - Contaminação Química.
- Frulact. (2021c). Documento Interno: Organograma Organizacional da Frulact, S.A., Tortosendo.
- Frulact. (2022a). Frulact - Who We Are. Acessado 15 de Novembro de 2021 em <https://frulact.com/frulact/who-we-are/>
- Frulact. (2022b). Homepage. Acessado 3 de Novembro de 2021 <https://frulact.com/>
- Frulact. (2022c). Integrated Management System Policy - Certifications. Acessado 19 de Dezembro de 2022 em <https://frulact.com/certifications/>
- Frulact. (2022d). Our History. Acessado 3 de Novembro de 2021 em <https://frulact.com/frulact/our-history/>
- Fügel, R., Carle, R., & Schieber, A. (2005). Quality and authenticity control of fruit purées, fruit preparations and jams - A review. *Trends in Food Science & Technology*, 16(10), 433-441. doi:10.1016/j.tifs.2005.07.001
- Gama, T., Wallace, H. M., Trueman, S. J., & Hosseini-Bai, S. (2018). Quality and shelf life of tree nuts: A review. *Scientia Horticulturae*, 242, 116-126. doi:10.1016/j.scienta.2018.07.036
- Goldfein, K. R., & Slavin, J. L. (2015). Why Sugar Is Added to Food: Food Science 101. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(5), 644-656. doi:10.1111/1541-4337.12151
- Gouseti, O., Lovegrove, A., Kosik, O., Fryer, P. J., Mills, C., Gates, F., Tucker, G., Latty, C., Shewry, P. & Bakalis, S. (2019). Exploring the Role of Cereal Dietary Fiber in Digestion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(30), 8419-8424. doi:10.1021/acs.jafc.9b01847
- Grujić, S., Grujić, R., Petrović, Đ., & Gajić, J. (2013). The Importance of Consumers' Knowledge About Food Quality, Labeling and Safety in Food Choice. *Journal of Food Research*, 2(5), 57-65. doi:10.5539/jfr.v2n5p57

- Grunert, K. G. (2005). Food quality and safety: Consumer perception and demand. *European Review of Agricultural Economics*, 32(3), 369-391. doi:10.1093/eurrag/jbio11
- Henson, S. (2008). The Role Of Public And Private Standards In Regulating International Food Markets. *Journal of International Agricultural Trade and Developments*, 4(1), 63-81.
- Henson, S., & Northen, J. (1998). Economic determinants of food safety controls in supply of retailer own-branded products in United Kingdom. *Agribusiness: An International Journal*, 14(2), 113-126. doi:10.1002/(SICI)1520-6297(199803/04)14:2<113::AID-AGR4>3.0.CO;2-5
- Herbst, S. T., & Herbst, R. (2007). *New food lover's companion*. New York, NY: Barron's Educational Series, Inc.
- Hounsome, N., Hounsome, B., Tomos, D., & Edwards-Jones, G. (2008). Plant metabolites and nutritional quality of vegetables. *Journal of Food Science*, 73(4), R48-65. doi:10.1111/j.1750-3841.2008.00716.x
- Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge. (2019). Interpretação de resultados de ensaios microbiológicos em alimentos prontos para consumo e em superfícies do ambiente de preparação e distribuição alimentar: valores-guia. Lisboa: INSA IP. Acessado 4 de Maio de 2022 em <http://repositorio.insa.pt//handle/10400.18/5610>
- ISO. (2022). ISO 14001:2015 Environmental management systems – Requirements with guidance for use. Acessado 2 de Junho de 2022 em <https://www.iso.org/standard/60857.html#:~:text=ISO%2014001%3A2015%20specifies%20the,to%20enhance%20its%20environmental%20performance>
- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1998). *Juran's Quality Handbook*. (Fifth Edition ed.): The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Kamboj, S., Gupta, N., Bandral, J. D., Gandotra, G., & Anjum, N. (2020). Food safety and hygiene: A review. *International Journal of Chemical Studies*, 8(2), 358-368. doi:10.22271/chemi.2020.v8.i2f.8794
- Karaca, H., Velioglu, Y. S., & Nas, S. (2010). Mycotoxins: Contamination of dried fruits and degradation by ozone. *Toxin Reviews*, 29(2), 51-59. doi:10.3109/15569543.2010.485714
- Kilcast, D., & Subramaniam, P. (2000). *The stability and shelf-life of food*. Boca Raton, Washington DC: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Kitts, D. D. (2010). Sucrose: From Field to Table. *Carbohydrate News*, 1-4.
- Knight J, & Nigam Y. (2021). The lymphatic system 4: Allergies, anaphylaxis and anaphylactic shock. *Nursing Times*, 117(1), 54-58.

- Kong, F., & Singh, R. P. (2016). Chemical Deterioration and Physical Instability of Foods and Beverages. In P. Subramaniam (Ed.), *The Stability and Shelf Life of Food* (2nd ed., pp. 43-76). Woodhead Publishing Series Food Science, Technology and Nutrition.
- Kortei, N. K., Odamtten, G. T., Obodai, M., Appiah, V., & Toah Akonor, P. (2015). Determination of color parameters of gamma irradiated fresh and dried mushrooms during storage. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition*, 10(1-2), 66-71.
- Koss-Mikołajczyk, I., Kusznierevich, B., Namieśnik, J., & Bartoszek, A. (2015). Juices from non-typical edible fruits as health-promoting acidity regulators for food industry. *LWT - Food Science and Technology*, 64(2), 845-852. doi:10.1016/j.lwt.2015.06.072
- Kumar, S. A., & Suresh, N. (2008). *Production and Operation Management* (2nd ed.). New Delhi, India: New Age International (P) Ltd., Publishers.
- Leja, K. B., & Czaczyk, K. (2016). The industrial potential of herbs and spices - a mini review. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 15(4), 353-365. doi:10.17306/J.AFS.2016.4.34
- Li, D., Zhu, Z., & Sun, D. W. (2018). Effects of freezing on cell structure of fresh cellular food materials: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 75, 46-55. doi:10.1016/j.tifs.2018.02.019
- Li, J. L., Sun, D. W., & Cheng, J. H. (2016). Recent Advances in Nondestructive Analytical Techniques for Determining the Total Soluble Solids in Fruits: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(5), 897-911. doi:10.1111/1541-4337.12217
- Lipnizki, F., Olsson, J., & Trägårdh, G. (2002). Scale-up of pervaporation for the recovery of natural aroma compounds in the food industry Part 2: Optimisation and integration. *Journal of Food Engineering*, 54(3), 197-205. doi:10.1016/S0260-8774(01)00201-1
- Liu, F., Rhim, H., Park, K., Xu, J., & Lo, C. K. Y. (2021). HACCP certification in food industry: Trade-offs in product safety and firm performance. *International Journal of Production Economics*, 231(107838). doi:10.1016/j.ijpe.2020.107838
- Lu, H., Ma, R., Chang, R., & Tian, Y. (2021). Evaluation of starch retrogradation by infrared spectroscopy. *Food Hydrocolloids*, 120(106975). doi:10.1016/j.foodhyd.2021.106975

- Lucera, A., Costa, C., Conte, A., & Del Nobile, M. A. (2012). Food applications of natural antimicrobial compounds. *Frontiers in Microbiology*, 3, 287. doi:10.3389/fmicb.2012.00287
- Manning, L., & Soon, J. M. (2016). Food Safety, Food Fraud, and Food Defense: A Fast Evolving Literature. *Journal of Food Science*, 81(4), 823-834. doi:10.1111/1750-3841.13256
- Marire, M. I., Nwankwo, B. E., & Sydney-Agbor, N. (2014). The Problems Of Quality Control In The Manufacturing Sector A Study Of Nigeria Breweries Plc, Enugu. *Iosr Journal Of Business And Management*, 16(12), 96-107.
- Menis-Henrique, M. E. C., Scarton, M., Piran, M. V. F., & Clerici, M. T. P. S. (2020). Cereal fiber: Extrusion modifications for food industry. *Current Opinion in Food Science*, 33, 141-148. doi:10.1016/j.cofs.2020.05.001
- Mihafu, F. D., Issa, J. Y., & Kamiyango, M. W. (2020). Implication of Sensory Evaluation and Quality Assessment in Food Product Development: A Review. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 8(3), 690-702. doi:10.12944/CRNFSJ.8.3.03
- Miller, S. R., & Knudson, W. A. (2014). Nutrition and Cost Comparisons of Select Canned, Frozen, and Fresh Fruits and Vegetables. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 8(6), 430-437. doi:10.1177/1559827614522942
- Mouquet, C., Greffeuille, V., & Treche, S. (2006). Characterization of the consistency of gruels consumed by infants in developing countries: assessment of the Bostwick consistometer and comparison with viscosity measurements and sensory perception. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 57(7-8), 459-469. doi:10.1080/09637480600931618
- Nel, A. P., du Toit, W. J., & van Jaarsveld, F. P. (2021). Sensory Evaluation of Pinked Sauvignon Blanc Wines. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 42(2), 175-183. doi:10.21548/42-2-4316
- O'Shea, N., Arendt, E. K., & Gallagher, E. (2012). Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 16, 1-10. doi:10.1016/j.ifset.2012.06.002
- Osorio-Tobón, J. F., Silva, E. K., & Meireles, M. A. A. (2016). Nanoencapsulation of flavors and aromas by emerging technologies. In A. M. Grumezescu (Ed.), *Encapsulations* (pp. 89-126). Academic Press.

- Ouyang, Y., Behnke, C., Almanza, B., & Ghiselli, R. (2018). The Influence of Food Aromas on Restaurant Consumer Emotions, Perceptions, and Purchases. *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 27(4), 405-423. doi:10.1080/19368623.2017.1374225
- Peter, K. V., & Shylaja, M. R. (2012). Introduction to herbs and spices: definitions, trade and applications. In K. V. Peter (Ed.), *Handbook of Herbs and Spices* (2nd ed., Vol. 1, pp. 1-24). Cambridge, UK: Woodhead Publishing Series. doi: 10.1533/9780857095671.1
- Pistón, F., Pérez, A. G., Sanz, C., & Refoyo, A. (2016). Relationship between sugar content and °Brix as influenced by cultivar and ripening stages of strawberry. *Acta Horticulturae*(1156), 491-496. doi:10.17660/ActaHortic.2017.1156.72
- Raben, A., Vasilaras, T. H., Møller, A. C., & Astrup, A. (2002). Sucrose compared with artificial sweeteners: different effects on ad libitum food intake and body weight after 10 wk of supplementation in overweight subjects. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 76(4), 721-729. doi:10.1093/ajcn/76.4.721
- Rahmat, S., Cheong, C. B., & Hamid, M. S. R. B. A. (2016). Challenges of Developing Countries in Complying Quality and Enhancing Standards in Food Industries. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 224, 445-451. doi:10.1016/j.sbspro.2016.05.418
- Ramos, B., Miller, F. A., Brandão, T. R. S., Teixeira, P., & Silva, C. L. M. (2013). Fresh fruits and vegetables—An overview on applied methodologies to improve its quality and safety. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 20, 1-15. doi:10.1016/j.ifset.2013.07.002
- Regulamento (EU) N.º 1169/2011 ("Regulamento (UE) N.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de Outubro de 2011 relativo à prestação de informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios, que altera os Regulamentos (CE) n.º 1924/2006 e (CE) n.º 1925/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho e revoga as Directivas 87/250/CEE da Comissão, 90/496/CEE do Conselho, 1999/10/CE da Comissão, 2000/13/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, 2002/67/CE e 2008/5/CE da Comissão e o Regulamento (CE) n.º 608/2004 da Comissão," 2011.
- Regulamento (CE) n.º 852/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril de 2004 relativo à higiene dos géneros alimentícios. Jornal Oficial da União Europeia n.º L 139/1 de 30.04.2004
- Rossignoli, C. M., & Moruzzo, R. (2014). Retail Power and Private Standards in the Agri-Food Chain. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 38(9), 1108-1124. doi:10.1080/21683565.2014.925530

- Sadler, G. D., & Murphy, P. A. (2010). pH and Titratable Acidity. In Nielsen S.S. (ed.) *Food Analysis*. (pp. 219-238). doi: 10.1007/978-1-4419-1478-1\_13
- Saleh, A. S. M., Wang, P., Wang, N., Yang, S., & Xiao, Z. (2019). Technologies for enhancement of bioactive components and potential health benefits of cereal and cereal-based foods: Research advances and application challenges. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(2), 207-227. doi:10.1080/10408398.2017.1363711
- Samaranayake, C. P., & Sastry, S. K. (2013). In-situ pH measurement of selected liquid foods under high pressure. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 17, 22-26. doi:10.1016/j.ifset.2012.09.006
- Sampson, H. A. (1999). Food allergy. Part 1: Immunopathogenesis and clinical disorders. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 103(5), 717-728. doi:10.1016/s0091-6749(99)70411-2
- Sato, A. C. K., & Cunha, R. L. (2009). Effect of particle size on rheological properties of jaboticaba pulp. *Journal of Food Engineering*, 91(4), 566-570. doi:10.1016/j.jfoodeng.2008.10.005
- Schirone, M., Visciano, P., Tofalo, R., & Suzzi, G. (2016). Editorial: Biological Hazards in Food. *Frontiers in Microbiology*, 7(2154). doi:10.3389/fmicb.2016.02154
- Ścibisz, I., Ziarno, M., & Mitek, M. (2019). Color stability of fruit yogurt during storage. *Journal Food Science and Technology*, 56(4), 1997-2009. doi:10.1007/s13197-019-03668-y
- Şengül, M., Erkaya, T., Şengül, M., & Yildiz, H. (2012). The effect of adding sour cherry pulp into yoghurt on the physicochemical properties, phenolic content and antioxidant activity during storage. *International Journal of Dairy Technology*, 65(3), 429-436. doi:10.1111/j.1471-0307.2012.00838.x
- Servais, C., Jones, R., & Roberts, I. (2002). The influence of particle size distribution on the processing of food. *Journal of Food Engineering*, 51(3), 201-208. doi:10.1016/s0260-8774(01)00056-5
- Sewald, M., & DeVries, J. (2003). Food product shelf life. *Medallion Laboratories Analytical Progress*, 1-10. Acessado a 23 de Março de 2022 em [www.medlabs.com/Downloads/food\\_product\\_shelf\\_life\\_web.pdf](http://www.medlabs.com/Downloads/food_product_shelf_life_web.pdf).
- Sicherer, S. H., & Sampson, H. A. (2006). 9. Food allergy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 117(2), S470-475. doi:10.1016/j.jaci.2005.05.048
- Sinaga, A. S. (2019). Color-based Segmentation of Batik Using the L\*a\*b Color Space. *Journal Publications & Informatics Engineering Research*, 3(2), 175-179. doi:10.33395/sinkron.v3i2.10102

- Singh, P. K., Singh, R. P., Singh, P., & Singh, R. L. (2019). Food Hazards: Physical, Chemical, and Biological. In R. L. Singh & S. Mondal (Eds.), *Food Safety and Human Health* (pp. 15-65). London, UK: Academic Press.
- Singh, S. P., Tegegne, F., & Ekanem, E. P. (2012). The Food Processing Industry in India: Challenges and Opportunities. *Journal of Food Distribution Research*, 43(1), 81-89. doi:10.22004/ag.econ.139457
- Singham, P., Birwal, P., & Yadav, B. (2015). Importance of Objective and Subjective Measurement of Food Quality and their Inter-relationship. *Journal of Food Processing & Technology*, 6(9), 1-7. doi:10.4172/2157-7110.1000488
- Slavin, J. L., & Lloyd, B. (2012). Health benefits of fruits and vegetables. *Advances in Nutrition*, 3(4), 506-516. doi:10.3945/an.112.002154
- Spink, J., & Moyer, D. C. (2011). Defining the public health threat of food fraud. *Journal of Food Science*, 76(9), R157-163. doi:10.1111/j.1750-3841.2011.02417.x
- Sravan, T., Alam, M., & Sharma, S. R. (2021). Rheology Applications in Food Products. *Vigyan Varta*, 2(1), 1-3.
- Tehrani, M. M., & Ghandi, A. (2007). Modification of Bostwick method to determine tomato concentrate consistency. *Journal of Food Engineering*, 79(4), 1483-1486. doi:10.1016/j.jfoodeng.2006.01.093
- Thermo Fisher Scientific. (2022a). Dehydrated Culture Media - Buffered Peptone Water (ISO). Acessado 13 de Janeiro de 2022 em [http://www.oxoid.com/UK/blue/prod\\_detail/prod\\_detail.asp?pr=CM1049&c=UK&lang=EN](http://www.oxoid.com/UK/blue/prod_detail/prod_detail.asp?pr=CM1049&c=UK&lang=EN)
- Thermo Fisher Scientific. (2022b). Dehydrated Culture Media - Dichloran- Glycerol (DG18) Agar Base. Acessado 13 de Janeiro de 2022 em [http://www.oxoid.com/UK/blue/prod\\_detail/prod\\_detail.asp?pr=CM0729&c=UK&lang=EN](http://www.oxoid.com/UK/blue/prod_detail/prod_detail.asp?pr=CM0729&c=UK&lang=EN)
- Thermo Fisher Scientific. (2022c). Dehydrated Culture Media - Dichloran Rose-Bengal Chloramphenicol (DRBC) (ISO) Agar Base. Acessado 13 de Janeiro de 2022 em [http://www.oxoid.com/UK/blue/prod\\_detail/prod\\_detail.asp?pr=CM1148&c=UK&lang=EN](http://www.oxoid.com/UK/blue/prod_detail/prod_detail.asp?pr=CM1148&c=UK&lang=EN)
- Thermo Fisher Scientific. (2022d). Dehydrated Culture Media - Malt Extract Broth Acessado 13 de Janeiro de 2022 em [http://www.oxoid.com/UK/blue/prod\\_detail/prod\\_detail.asp?pr=CM0057&c=UK&lang=EN](http://www.oxoid.com/UK/blue/prod_detail/prod_detail.asp?pr=CM0057&c=UK&lang=EN)

- Thermo Fisher Scientific. (2022e). Dehydrated Culture Media - Plate Count Agar  
Acessado 13 de Janeiro de 2022 em  
[http://www.oxid.com/UK/blue/prod\\_detail/prod\\_detail.asp?pr=CM0325&c=UK&lang=EN](http://www.oxid.com/UK/blue/prod_detail/prod_detail.asp?pr=CM0325&c=UK&lang=EN)
- Thermo Fisher Scientific. (2022f). Dehydrated Culture Media - Reinforced Clostridial Agar (RCM AGAR). Acessado 13 de Janeiro de 2022 em  
[http://www.oxid.com/UK/blue/prod\\_detail/prod\\_detail.asp?pr=CM0151&c=UK&lang=EN](http://www.oxid.com/UK/blue/prod_detail/prod_detail.asp?pr=CM0151&c=UK&lang=EN)
- Trienekens, J., & Zuurbier, P. (2008). Quality and safety standards in the food industry, developments and challenges. *International Journal of Production Economics*, *113*(1), 107-122. doi:10.1016/j.ijpe.2007.02.050
- Tsen, J.-H., & King, V. A.-E. (2002). Density of banana puree as a function of soluble solids concentration and temperature. *Journal of Food Engineering*, *55*(4), 305-308. doi:10.1016/S0260-8774(02)00105-X
- U.S. Food & Drug. (2022). Food Defense. Acessado 20 de Fevereiro de 2022  
<https://www.fda.gov/food/food-defense>
- Vaezi, M., Pandey, V., Kumar, A., & Bhattacharyya, S. (2013). Lignocellulosic biomass particle shape and size distribution analysis using digital image processing for pipeline hydro-transportation. *Biosystems Engineering*, *114*(2), 97-112. doi:10.1016/j.biosystemseng.2012.11.007
- Varzakas, T., Labropoulos, A., & Anestis, S. (2012). *Sweeteners: nutritional aspects, applications, and production technology*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Vellema, S., & Boselie, D. M. (2003). *Cooperation and competence in global food chains: perspectives on food quality and safety*. Maastricht: Shaker.
- Verni, M., Rizzello, C. G., & Coda, R. (2019). Fermentation Biotechnology Applied to Cereal Industry By-Products: Nutritional and Functional Insights. *Frontiers in Nutrition*, *6*, 42. doi:10.3389/fnut.2019.00042
- Vijayaragavan, V., Vivek, S., Aarthi, S. A., Raagavi, S., & Saranya, N. (2015). pH automation in sugar industries. Apresentação em *International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI)*, Coimbatore, India.
- Wilcock, A., Pun, M., Khanona, J., & Aung, M. (2004). Consumer attitudes, knowledge and behaviour: A review of food safety issues. *Trends in Food Science & Technology*, *15*, 56-66. doi:10.1016/j.tifs.2003.08.004
- Woodfolk, J. A., Commins, S. P., Schuyler, A. J., Erwin, E. A., & Platts-Mills, T. A. (2015). Allergens, sources, particles, and molecules: Why do we make IgE responses? *Allergology International*, *64*(4), 295-303. doi:10.1016/j.alit.2015.06.001

- Wu, J., Zhang, M., Bhandari, B., & Yang, C.-H. (2021). Drip Loss Control Technology of Frozen Fruits and Vegetables During Thawing: a Review. *International Agrophysics*, 35(3), 235-250. doi:10.31545/intagr/142289
- Wylock, C., Mballa, E. P. P., Heilporn, C., Debaste, F., & Fauconnier, M. L. (2015). Review on the potential technologies for aromas recovery from food industry flue gas. *Trends in Food Science & Technology*, 46(1), 68-74. doi:10.1016/j.tifs.2015.08.002
- Xu, Z., Wang, Y., Ren, P., Ni, Y., & Liao, X. (2016). Quality of Banana Puree During Storage: a Comparison of High Pressure Processing and Thermal Pasteurization Methods. *Food and Bioprocess Technology*, 9(3), 407-420. doi:10.1007/s11947-015-1635-4
- Yahia, E. M., García-Solís, P., & Celis, M. E. M. (2019). Contribution of Fruits and Vegetables to Human Nutrition and Health. In E. M., Yahia (Ed.), *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables* (pp. 19-45). Cambridge: Woodhead Publishing.
- Yamjala, K., Nainar, M. S., & Ramiseti, N. R. (2016). Methods for the analysis of azo dyes employed in food industry-A review. *Food Chemistry*, 192, 813-824. doi:10.1016/j.foodchem.2015.07.085
- Zamora, M., Rolando, W., Berru, C., Mayra, E., Mendoza, F., Carolina, L., Pulache, I., Daly, M, Burgos, L., Vidal, L., Chero, S., Jesús, M., Chero, S., & Antonio, J. (2020). Bostwick Consistometer as a visual quality control tool for thickened foods. *Revista de Investigación y Cultura*, 9(1), 29-34.
- Zhu, C., Sanahuja, G., Yuan, D., Farré, G., Arjó, G., Berman, J., Zorrilla-Lopez, U., Banakar, R., Bai, C., Perez-Massot, E., Bassie, L., Capell, T. & Christou, P. (2013). Biofortification of plants with altered antioxidant content and composition: genetic engineering strategies. *Plant Biotechnology Journal*, 11(2), 129-141. doi:10.1111/j.1467-7652.2012.00740.x