



Cláudia Raquel Rodrigues Ferreira

Licenciatura em Engenharia Química e Biológica

validação dos procedimentos de higienização de linhas de produção de gelados

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Tecnologia e Segurança Alimentar

Orientadora: Doutora Maria Paula Amaro de Castilho Duarte,
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade NOVA de Lisboa

Co-orientadora: Eng^a. Helena Maria Neves Silva, Departamento de
Qualidade FIMA – OLÁ

Júri:

Presidente: Doutora Maria Margarida Boavida Pontes Gonçalves - FCTNOVA

Vogais: Doutora Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando - FCTNOVA

Doutora Maria Paula Amaro de Castilho Duarte - FCTNOVA



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro 2019



Cláudia Raquel Rodrigues Ferreira

Licenciatura em Engenharia Química e Biológica

Validação dos procedimentos de higienização de linhas de produção de gelados

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Tecnologia e Segurança Alimentar

Orientador: Maria Paula Amaro de Castilho Duarte, Professora
Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade
NOVA de Lisboa

Coorientador: Eng^a Helena Maria Neves Silva, Departamento
de Qualidade, FIMA – OLÁ

Júri:

Presidente: Doutora Maria Margarida Boavida Pontes Gonçalves - FCTNOVA

Vogais: Doutora Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando - FCTNOVA

Doutora Maria Paula Amaro de Castilho Duarte - FCTNOVA



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro 2019

Validação dos procedimentos de higienização de linhas de produção de gelados

Copyright © Cláudia Raquel Rodrigues Ferreira, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Para se ser bem sucedido em qualquer tipo de tarefa, podemos fazê-la sozinhos, mas se trabalharmos em equipa conseguimos obter muito melhores resultados, e as equipas não são apenas as que trabalham connosco em um determinado projecto, mas também aquelas que fizeram parte do nosso crescimento e nos ensinaram a trabalhar em equipa e a respeitar as opiniões dos outros.

Assim uma dissertação pode ser muito solitária, mas toda a ajuda recebida pelos nossos familiares e amigos é bastante importante, assim agradeço aos meus pais, José e Bernadete, ao meu irmão e minha cunhada, Hugo e Carla pela motivação dada durante o processo de estágio e escrita, agradeço também ao Filipe, que nos momentos em que não me encontrava motivada, não me deixou desistir e acreditou sempre nas minhas capacidades.

Outra parte da minha vida são os escuteiros, movimento que me ensinou a trabalhar em equipa, a respeitar as opiniões dos outros e a ajudar o outro sem esperar outra recompensa, ao Agrupamento 905 Sacavém, pela motivação e compreensão dos seus elementos e dirigentes e por tudo o que me ajudou no meu crescimento.

Agradeço a toda a equipa da FIMA OLÁ que me recebeu de braços abertos e todas as pessoas que me ajudaram a obter resultados durante o estágio, à Eng^a. Helena Maria por me ter orientado, à Mónica Oliveira e ao Gonçalo Marques por me terem acompanhado, ao departamento de Qualidade e aos responsáveis pela produção, às restantes estagiárias, com quem tive o prazer de trabalhar, mesmo que em fábricas diferentes, Sofia Santoalha e Ana Carina Sousa, e a todas as pessoas que trabalham na Olá e no laboratório da FIMA, pelos conhecimentos passados e pela ajuda recebida.

A unidade industrial da FIMA OLÁ tem colaboradores extremamente competentes que procuram a melhoria continua e a produção de gelados com qualidade e que foram uma mais-valia para os meus conhecimentos acerca da indústria, de boas práticas de segurança e higiene no trabalho e gestão de conflitos e de pessoas.

Finalmente agradeço à Professora Maria Paula Duarte, pela orientação durante o estágio e às minhas colegas de mestrado, pelos trabalhos em que tivemos de trabalhar em equipa, pelas conversas, pelos jantares, mas principalmente pela amizade, Joana Delgado, Raquel Costa e Filipa Capucho.

Resumo

Este trabalho teve início em fevereiro de 2018 e decorreu até ao final de julho de 2018, o seu objetivo foi a validação dos procedimentos de higienização dos maturadores e das linhas de produção de gelados na fábrica do gelado da FIMA OLÁ. A validação dos procedimentos de higienização foi efetuada com recurso à inspeção visual, análises microbiológicas das superfícies e das águas de enxaguamento, análises químicas (pH e condutividade) das águas de enxaguamento, e pesquisa de alergénios nas superfícies dos equipamentos de fabrico para garantir que não existem alergénios nas superfícies dos equipamentos sempre que se produzem gelados com alergénios na sua constituição.

Numa fase inicial foi necessário realizar uma revisão e verificação do processo produtivo bem como dos procedimentos de higienização, de forma a conhecer as especificidades dos vários processos. Os procedimentos de higienização foram atualizados, tendo em conta o equipamento e o modo de limpeza. Avaliou-se também o desenho higiénico dos equipamentos, com recurso a uma análise EWO (*Enterprise–Wide Optimization*), que permitiu conhecer quais os seus contaminantes e qual a razão do procedimento anterior não ser realizado conforme o descrito. Algumas das alterações implementadas foram a introdução de uma tanquinha de lavagem adequada às peças provenientes dos equipamentos e alteração do tipo de higienização, passando do processo COP (*Cleaning out of place*) para OPC (*Open Place Cleaning*) através da utilização de um satélite de espuma. Na higienização dos maturadores, a velocidade mínima do CIP (*Cleaning in Place*) foi aumentada, de forma a se encontrar em regime turbulento e consequentemente aplicar ação mecânica à higienização, que tem como função retirar resíduos e biofilme que eventualmente se encontrem nas superfícies das tubagens e equipamentos.

Apesar de todas as modificações introduzidas só foi possível validar os procedimentos de limpeza e desinfeção em parte dos maturadores e das linhas de produção.

Palavras-chave: Gelado; *Cleaning and Disinfection* (C&D); *Cleaning in Place* (CIP); *Cleaning out of Place* (COP); *Open Place Cleaning* (OPC).

Abstract

The Internship began in February 2018 and last until July 2018 with the objective of validating the hygiene procedures of hardening tanks and ice cream production lines at FIMA OLÁ's ice cream factory. The hygiene procedures validation was made using visual inspection, microbiological analysis of surfaces and rinsing waters, chemical analysis (pH and conductivity) of rinsing waters, and allergen analysis on the surfaces of the production lines to guarantee that doesn't exist any kind of allergen on the equipment surfaces when it is produced ice cream with allergens.

In order to know the specificities of the industrial process, initially it was necessary to review and verify the production process as the hygiene procedure. The hygiene procedures were updated considering the design of the machinery and the cleaning mode. The hygienic design was also evaluated using EWO (Enterprise-Wide Optimization analysis), that pointed us the contaminants and the way to perform the procedure as described. It was implemented some changes, as the using of a wash tank suitable for the parts of the production lines and changing the C&D (Cleaning and Desinfection) process from COP (Cleaning out of Place) to OPC (Open Place Cleaning) using a satellite foam. The hardening tanks CIP (Cleaning in Place) was changed to increase the minimum speed from laminar to turbulent flow and apply mechanical action, this change in the CIP removes effectively the residues and biofilm that may be found on the surfaces of pipes and equipment.

Despite the changes made, it was only possible to validate the C&D on some hardening tanks and production lines.

Key-words: Ice cream; *Cleaning and disinfection (C&D)*; *Cleaning in Place (CIP)*; *Cleaning out of Place (COP)*; *Open Place Cleaning (OPC)*.

Índice

1.	Enquadramento Teórico	- 1 -
1.1.	O produto – Gelado	- 1 -
1.1.1.	Processo Produtivo	- 2 -
1.2.	Qualidade e Segurança Alimentar.....	- 7 -
1.2.1.	Perigos Biológicos	- 8 -
1.2.2.	Perigos Químicos	- 9 -
1.2.3.	Perigos Físicos	- 9 -
1.2.4.	Perigos Alergénios	- 10 -
1.3.	O Sistema de Análise de Perigos e Controlo de Pontos Críticos (HACCP)	- 11 -
1.3.1.	O HACCP na produção de gelados.....	- 14 -
1.4.	Certificação na Indústria Alimentar.....	- 15 -
1.4.1.	FSSC 22000	- 15 -
1.4.2.	WCM – <i>World Class Manufacturing</i>	- 16 -
1.4.3.	Certificação HALAL	- 17 -
1.5.	Desenho Higiénico	- 17 -
1.6.	<i>Cleaning and Disinfection</i> – C&D	- 19 -
1.6.1.	Limpeza	- 22 -
1.6.2.	Desinfecção.....	- 23 -
1.6.3.	<i>CIP – Cleaning in Place</i>	- 24 -
1.6.4.	<i>COP – Cleaning out of Place</i>	- 26 -
1.6.5.	<i>OPC – Open Place Cleaning</i>	- 27 -
1.7.	Validação do C&D	- 27 -
1.8.	Unilever – Fima	- 30 -
1.8.1.	A marca Olá®	- 32 -
1.8.2.	<i>Layout</i> da Fábrica do Gelado da Olá.....	- 32 -
1.8.3.	Objetivo do trabalho	- 34 -
2.	Metodologia	- 35 -
2.1.	Recolha de amostras.....	- 35 -
2.2.	Análises microbiológicas	- 36 -
2.3.	Deteção de alergénios.....	- 36 -
2.3.1.	Testes Neogen’s Reveal® 3-D para alergénios alimentares	- 36 -
2.3.2.	Testes para deteção de Proteína Total	- 37 -
2.3.3.	Ensaio ELISA.....	- 38 -
2.4.	Análises físico-químicas	- 38 -
2.5.	Deteção de perigos físicos	- 39 -
2.6.	Determinação do Limite de Aceitação.....	- 39 -
3.	Resultados e Discussão	- 41 -
3.1.	Revisão e verificação do Processo de Fabrico	- 41 -

3.2.	Revisão do Processo de Limpeza e Desinfecção.....	- 42 -
3.3.	Verificação do Processo de Limpeza e Desinfecção	- 44 -
3.4.	Validação do C&D	- 46 -
3.4.1.	Escolha dos produtos e dos locais de amostragem.....	- 46 -
3.4.2.	Amostragem e análise	- 48 -
3.4.2.1.	Sala dos Maturadores	- 48 -
3.4.2.2.	Produção	- 64 -
4.	Considerações Finais	- 83 -
5.	Bibliografia	- 87 -

Índice de Figuras

Figura 1.1 – Máquina de Produção de Gelados através de enchimento («BIG DRUM Engineering», 2019).....	- 3 -
Figura 1.2 – Representação de uma máquina de produção de gelados de pau (Tetra Pak, 2018)....	- 4 -
Figura 1.3 – Máquina de produção de gelados por extrusão («BIG DRUM Engineering», 2019).....	- 4 -
Figura 1.4 – Fluxograma de Formação do Gelado - Materiais de Embalagem, Matéria-Prima e Produção de Mistura Adaptado de documento interno.	- 5 -
Figura 1.5 – Fluxograma Geral de Produção de Gelado - Linhas de Produção e Expedição de Produto Acabado Adaptado de documento interno.	- 6 -
Figura 1.6 – Processo Produtivo Geral (Tetra Pak, 2018)	- 7 -
Figura 1.7 – Lista de substâncias ou produtos que provocam alergias ou intolerâncias (ASAE, 2017). .	- 10 -
Figura 1.8 – Potenciais origens da contaminação cruzada em alérgenos (Fine, 2006)	- 18 -
Figura 1.9 – Desenho Higiénico das Tubagens (Lelieved, Holah, & Napper, 2014)	- 18 -
Figura 1.10 – Desenho Higiénico de Depósitos. Nos dois primeiros tanques existe deposição de líquido e/ou matéria orgânica pois não foram construídos de forma higiénica (Moerman, 2013)	- 19 -
Figura 1.11 – Esquematização de dois tipos de tubagens: a) Tubagem sem Desenho Higiénico; b) Tubagem com Desenho Higiénico. Na tubagem a), as zonas em que poderá existir deposição de líquido ou matéria orgânica encontram-se com uma coloração verde (Soro, 2015)	- 11 -
Figura 1.12 – Etapas do C&D e alterações ocorridas na superfície dos equipamentos (AESBUC / UCP, 2018).....	- 20 -
Figura 1.13 – Circulo de Sinner (Gabric, Galic, & Timmerman, 2016)	- 20 -
Figura 1.14 – Exemplo de um tipo de Central CIP (Tetra Pak, 2018).....	- 22 -
Figura 1.15 – Logotipo atual da Unilever (Unilever, 2017).....	- 31 -
Figura 1.16 – Logotipo atual da Unilever – FIMA (Unilever FIMA, 2018b)	- 25 -
Figura 1.17 – Logotipo da Marca “Heartbrand” (Unilever, 2018)	- 31 -
Figura 1.18 – Layout da Fábrica dos Gelados. Adaptado de documento interno.....	- 31 -
Figura 2.1 – Testes imunocromatográficos de fluxo lateral. A- Resultado Negativo; B – Resultado Positivo; C-Resultado inválido (Mondelez International, 2015).....	- 37 -
Figura 2.2 – Fitas Indicadoras de pH a) Escala Indicadora do pH 0 ao 7 b) Escala Indicadora do pH 7 ao 14.....	- 32 -

Índice de Tabelas

Tabela 3.1 – Parâmetros de CIP com Tempo e Caudal mínimo.	- 44 -
Tabela 3.2 – Valores Alvo de temperatura para as diferentes fases de CIP.	- 44 -
Tabela 3.3 – Nº de análises microbiológicas efectuadas para validação do C&D da Sala dos Maturadores e nº de não conformidades.	- 48 -
Tabela 3.4 – Nº de análises químicas efectuadas para validação do C&D da Sala dos Maturadores.	- 49 -
Tabela 3.5 – Resultados conformes e não conformes dos parâmetros químicos analisados para validação do C&D da Sala dos Maturadores	- 49 -
Tabela 3.6 – Parâmetros microbiológicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 400 higienizados através do CIP A	- 50 -
Tabela 3.7 – Parâmetros químicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 400 higienizados através do CIP A	- 51 -
Tabela 3.8 – Parâmetros microbiológicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 500 higienizados através do CIP A	- 52 -
Tabela 3.9 – Parâmetros químicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 500 higienizados através do CIP A	- 53 -
Tabela 3.10 – Parâmetros microbiológicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 600 higienizados através do CIP A	- 54 -
Tabela 3.11 – Parâmetros químicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 600 higienizados através do CIP A	- 55 -
Tabela 3.12 – Validação dos Maturadores através da conjugação da validação dos parâmetros microbiológicos e químicos para o circuito A do processo CIP.	- 56 -
Tabela 3.13 – Parâmetros microbiológicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 100 higienizados através do CIP B.	- 57 -
Tabela 3.14 – Parâmetros químicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 100 higienizados através do CIP B	- 58 -
Tabela 3.15 – Parâmetros microbiológicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 200 higienizados através do CIP B	- 59 -
Tabela 3.16 – Parâmetros químicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 200 higienizados através do CIP B	- 60 -
Tabela 3.17 – Parâmetros microbiológicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 300 higienizados através do CIP B	- 61 -
Tabela 3.18 - Parâmetros químicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 300 higienizados através do CIP B	- 62 -

Tabela 3.19 – Validação dos Maturadores através da conjugação da validação dos parâmetros microbiológicos e químicos para o circuito B do processo CIP	- 63 -
Tabela 3.20 – Nº de análises microbiológicas efectuadas para validação do processo de C&D dos refrigeradores e nº de não conformidades.....	- 65 -
Tabela 3.21 – Nº de análises químicas efectuadas para validação do C&D da produção -	65 -
Tabela 3.22 – Número de resultados conformes e não conformes para os parâmetros químicos para validação do C&D da produção	- 65 -
Tabela 3.23 – Validação do C&D dos refrigeradores da linha de produção 1, higienizados através de CIP, para os parâmetros de Microbiologia.	- 66 -
Tabela 3.24 – Validação do C&D dos refrigeradores da linha de produção 1, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Química.	- 67 -
Tabela 3.25 – Validação do C&D dos refrigeradores da linha de produção 2, higienizados através de CIP, para os parâmetros de Microbiologia	- 68 -
Tabela 3.26 – Validação do C&D dos refrigeradores da linha de produção 2, higienizados através de CIP, para os parâmetros de Química.	- 68 -
Tabela 3.27 – Validação do C&D dos refrigeradores da linha de produção 3, higienizados através de CIP, para os parâmetros de Microbiologia	- 70 -
Tabela 3.28 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 3 higienizados através do CIP, para os parâmetros de Química.	- 71 -
Tabela 3.29 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 4, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Microbiologia.....	- 72 -
Tabela 3.30 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 4, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Química.	- 72 -
Tabela 3.31 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 5, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Microbiologia.....	- 73 -
Tabela 3.32 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 5, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Química.	- 74 -
Tabela 3.33 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 6, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Microbiologia.....	- 75 -
Tabela 3.34 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 6, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Química.	- 76 -
Tabela 3.35 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 7, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Microbiologia.....	- 77 -
Tabela 3.36 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 7, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Química.	- 77 -
Tabela 3.37 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 8, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Microbiologia.....	- 78 -

Tabela 3.38 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 8, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Química.	- 79 -
Tabela 3.39 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 9, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Microbiologia.....	- 80 -
Tabela 3.40 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 9, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Química.	- 80 -
Tabela 3.41 – Validação do C&D da produção através da conjugação da validação dos parâmetros microbiológicos e químicos para o circuito C, D e E do processo CIP	- 81 -

Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos

BRC – *British Retail Consortium*;

C&D – *Cleaning and Disinfection*;

CIP – *Cleaning in Place*;

COP – *Cleaning out of Place*;

CRQS – *Consumer Relevant Quality Standards*;

DL – Decreto-Lei;

EHEDG - *European Hygienic Engineering & Design Group*;

EPI – Equipamento de Protecção Individual;

EPTARI – Estação de Pré-tratamento de Águas Industriais;

EWO – *Enterprise-Wide Optimization*;

FIMA – Fábrica Imperial de Margarinas Alimentares;

FSSC – *Food Safety System Certification*;

GSFS – *Global Standard For Food Safety*;

HACCP – *Hazard Analysis and Critical Control Points*;

IFS – *International Featured Standards*;

ISO – *International Organization for Standardization*;

LPP – Lição Ponto a Ponto;

OPC – *Open Place Cleaning*;

PCA – *Plate Count Agar*;

PCC- Ponto Crítico de Controlo;

P&ID's – *Piping and Instrumentation Diagram*;

PRO – Pré-Requisitos Operacionais;

PPR – Programa de Pré-Requisitos;

SOP – *Standard Operation Procedure*;

STEC – *Escherichia coli* produtora de toxina Shiga;

T4 – Tanque da Água;

T5 – Tanque do Detergente;

TPM – *Total Productive Manufacturing*;

VRBD – *Violet Red Bile Dextrose*;

WCM – *World Class Manufacturing*;

1. Enquadramento Teórico

1.1. O produto – Gelado

Por definição o gelado é uma sobremesa com elevada palatibilidade (Rizzo *et al.*, 2016), uma mistura líquida que após agitação e arrefecimento forma uma pasta. No entanto, a definição de gelado varia de país para país, devido às suas regulamentações e tradições, no que diz respeito à sua composição (Fiol *et al.*, 2016).

Não existe conhecimento exacto de onde o gelado, como o conhecemos actualmente, terá sido fabricado pela primeira vez, no entanto, sabe-se que a produção industrial começou no final do séc. XIX, quando foi inventado o primeiro refrigerador mecânico (Tetra Pak, 2018). Mais tarde, foi inventado o refrigerador contínuo, com um cilindro horizontal em vez de vertical, para a produção contínua de gelado, em que a entrada da mistura ocorria por um lado e a saída do gelado pelo outro. O refrigerador contínuo constituiu, assim, uma alternativa à produção em *batch* (processo descontínuo). Estes desenvolvimentos da indústria foram acompanhados pela introdução da pasteurização, que diminuiu os problemas de segurança alimentar associados ao consumo de gelados (Clarke, 2004), sendo que grande parte desta evolução foi impulsionada através da Unilever (Goff, 2009).

Em termos de composição, o gelado é uma emulsão, em que a fase contínua é constituída por açúcares simples, proteínas, sais, polissacáridos e água, e a fase dispersa por cristais de gelo, bolhas de ar e glóbulos de gordura, sendo que os maiores componentes do gelado são a gordura, as proteínas do leite e o açúcar (Tsevdou *et al.*, 2015). Os gelados podem também conter outro tipo de componentes, como estabilizantes, emulsionantes e adoçantes, que são adicionados para aumentar a sua duração e/ou palatibilidade (Goff, 2009).

Existem diversos tipos de gelados, dependendo da quantidade de gordura da sua composição. Assim, gelado corresponde ao gelado formalmente conhecido à base de leite; sorvete correspondente a um produto gelado à base de sumo de fruta sem presença na sua composição de gordura, leite ou componentes do leite, como a caseína, lactose e alguns sais; *jelly* corresponde ao gelado de iogurte, que consiste tipicamente numa mistura de gelado com iogurte; e, finalmente, o gelado de água que corresponde a uma mistura de açúcar, concentrados de fruta, estabilizantes e corantes (Tetra Pak, 2018).

Todos estes tipos de gelados têm em comum o facto de serem doces, conterem gelo e serem consumidos sem terem de ser descongelados (Clarke, 2004).

Para além de poderem ser classificados de acordo com o seu tipo de composição, os gelados podem ser classificados pelo método de enchimento. Assim, o enchimento pode ser por molde, quando os gelados enchem os moldes e são geladas com um *stick*, podendo, após esta fase, ser aplicadas coberturas de chocolate ou de outro tipo; pode ser enchimento para cones, copos ou outros recipientes, que se enchem pelo gelado extrudido para o seu interior e poderão ser posteriormente decorados com xaropes ou matérias-primas secas; ou ainda enchimento por extrusão em que o gelado é extrudido de forma contínua e é cortado sistematicamente, podendo produzir produtos de *stick*, *sandwiches*, sobremesas, entre outros (Tetra Pak, 2018).

1.1.1. Processo Produtivo

O processo produtivo do gelado começa na recepção e armazenamento das matérias-primas. Todas as matérias-primas têm de se encontrar com uma boa qualidade, de modo a evitar problemas no produto final (Carvalho *et al.*, 2015).

As matérias-primas secas são entregues em sacos, as matérias-primas a granel, como o açúcar e leite em pó, podem ser entregues em grandes sacos, os xaropes e mel são entregues em *containers* e colocados em silos, os produtos líquidos são entregues em tanques e os aromas em *jerricans*. Determinadas matérias-primas, como a glucose, a gordura vegetal ou a manteiga, têm de ser aquecidas a uma temperatura entre os 30 e os 50 °C, de modo a baixar a sua viscosidade e a poderem ser bombeadas (Tetra Pak, 2018).

Após a recepção das matérias-primas é realizada a sua pesagem, e de acordo com a formulação do gelado é feita a respetiva mistura. Para efetuar a mistura utilizam-se misturadores, sendo incorporadas primeiramente no seu interior as matérias-primas líquidas e de seguida as matérias-primas em pó (Hung *et al.*, 2015). Nesta fase os ingredientes são misturados para a produção de um produto líquido uniforme (Carvalho *et al.*, 2015) que irá ser aquecido entre os 50 e 60 °C, de modo a facilitar a dissolução das matérias-primas em pó (Tetra Pak, 2018).

Seguidamente à etapa de pesagem e mistura das matérias-primas é realizada a etapa de homogeneização, cujo objetivo reside em quebrar e diminuir os glóbulos de gordura de forma a tornar a emulsão estável e uniforme. Após homogeneização, a mistura é pasteurizada de forma a garantir a sua segurança microbiológica (Hung *et al.*, 2015). Nos processos de homogeneização e pasteurização a mistura é bombeada para um permutador de calor de placas, onde é pré-aquecida a uma temperatura entre os 73 e 75 °C, sendo, seguidamente, homogeneizada a uma pressão entre os 14 e 20 MPa (140 e 200 bar), retornando ao permutador de calor de placas para ser pasteurizada a uma temperatura entre os 83 e 85 °C, durante 15 segundos. No final da pasteurização a mistura é arrefecida até aos 5 °C e transferida para um maturador (Tetra Pak, 2018).

A maturação é o último processo antes do molde do gelado. Esta fase é necessária para que a gordura que se encontra no estado líquido cristalize e para que ocorram outras reações entre os vários ingredientes que resultam num aumento da viscosidade, numa melhor incorporação de ar e numa maior resistência por parte do gelado ao descongelamento (Lu *et al.*, 2014; Tetra Pak, 2018). A maturação deve ocorrer à temperatura entre os 0 e os 4 °C durante 4 a 24 horas (Hung *et al.*, 2015).

Após a maturação, a mistura entra no refrigerador para formar o gelado. Neste processo, ocorre a incorporação de ar. No refrigerador parte da água que se encontra na mistura congela de modo a formar pequenos cristais de gelo (Lu *et al.*, 2014).

A mistura sai do refrigerador com uma temperatura entre os – 8 e os – 3 °C, e com 30 a 50% da água em forma cristais de gelo, dependendo da formulação do gelado. Esta cristalização da água, em conjunto com a incorporação de ar, leva a um aumento de volume, normalmente entre os 80 e 100%, que é chamado de *overrun*. Assim, as bolhas de ar são cobertas pelos glóbulos de gordura cristalizados, que suportam a sua estrutura. A fase que não se encontra congelada rodeia estas bolhas de ar e contém uma mistura concentrada de açúcar e estabilizadores com pequenos cristais de gelo (Tetra Pak, 2018).

Nesta fase são misturados outros ingredientes (Hung *et al.*, 2015), através de dispensadores, tremonhas ou contentores. Dentro dos ingredientes que podem ser adicionados nesta fase encontram-se ingredientes secos, como nozes, bolachas ou chocolate, ingredientes moles, como fruta e ingredientes líquidos como xaropes e caramelo, que podem ser incorporados na mistura ou utilizados como decoração (Tetra Pak, 2018).

Existem diversos tipos de máquinas de produção de gelado, dependendo do formato de gelado que se pretende. Assim, existem máquinas, para produção de cones, copos, embalagens com diferentes capacidades, produção de gelados em *stick*, tubos, entre outros. Os diversos tipos de gelados podem sair directamente do refrigerador para dentro dos copos, cones ou caixas com diferentes formas e tamanhos (produção por enchimento) (Figura 1.1). Neste caso, a embalagem primária é colocada no início da linha de produção, sendo, de seguida, realizado o seu enchimento e selagem.



Figura 1.1 – Máquina de Produção de Gelados através de enchimento («BIG DRUM Engineering», 2019)

Para a produção de gelados com *sticks* utiliza-se outro tipo de máquina (Figura 1.2). Neste caso, os gelados são inseridos em moldes que se encontram num prato sobre uma solução (salmoura) com uma temperatura de - 40 °C, de forma a ocorrer a congelação. Após este processo é colocado o *stick*, sendo o gelado retirado a uma temperatura mais elevada de forma permitir a sua remoção do molde. Finalmente, o gelado poderá ou não ser mergulhado numa *tanquinha* de chocolate para formar uma cobertura.

Este tipo de máquina produz uma grande variedade de gelados, que podem conter mais do que um sabor ou diferentes tipos de cobertura.



Figura 1.2 – Representação de uma máquina de produção de gelados com *sticks* (Tetra Pak, 2018)

Nas máquinas de extrusão (Figura 1.3), a mistura é extrudada a uma temperatura entre os -6 e -8 °C, podendo ser inserido um *stick* ou ser produzidas *sandwiches*, sobremesas de gelado, entre outros, uma vez que podem ser utilizados bicos de enchimento com formas distintas de modo a que os gelados possam ser extrudados com a forma pretendida (Tetra Pak, 2018).



Figura 1.3 – Máquina de produção de gelados por extrusão («BIG DRUM Engineering», 2019)

A fase de produção é seguida da etapa de endurecimento, que dependendo do tipo de máquina de produção de gelado, será realizada de diferentes formas. O processo de endurecimento permite que a água remanescente seja congelada, a forma do gelado não seja alterada e a textura do gelado seja melhorada (Carvalho *et al.*, 2015; Hung *et al.*, 2015). Os gelados produzidos por máquinas de produção de gelado por enchimento, já se encontram embalados numa embalagem primária, quando são encaminhados para os túneis de endurecimento a uma temperatura de -25 °C. Os gelados que são produzidos nas máquinas de produção de gelados com *sticks* realizam o processo de endurecimento na máquina, não sendo necessária a passagem pelo túnel de endurecimento. Os gelados produzidos por extrusão passam pelo processo de endurecimento, em que a temperatura irá diminuir até aos -20 °C no centro do produto, sendo posteriormente embalados (Tetra Pak, 2018).

O armazenamento é uma etapa importante da produção do gelado, uma vez que este tem de permanecer à temperatura adequada. Uma quebra na cadeia de frio pode originar uma alteração dos cristais de gelo que se encontram no gelado e que contribuem para a sua textura e palatabilidade. Se esta alteração se verificar, mesmo que o gelado seja novamente colocado à temperatura de congelação, a microestrutura e textura do gelado fica negativamente alteradas devido aos cristais de gelo formados terem diferente tamanho, forma e orientação (Mercier *et al.*, 2016; Ndoye & Alvarez, 2015; Tsevdou *et al.*, 2015).

Nas Figuras 1.4 e 1.5 apresenta-se o fluxograma de produção do gelado, desde a recepção das matérias-primas até ao armazenamento do produto final.

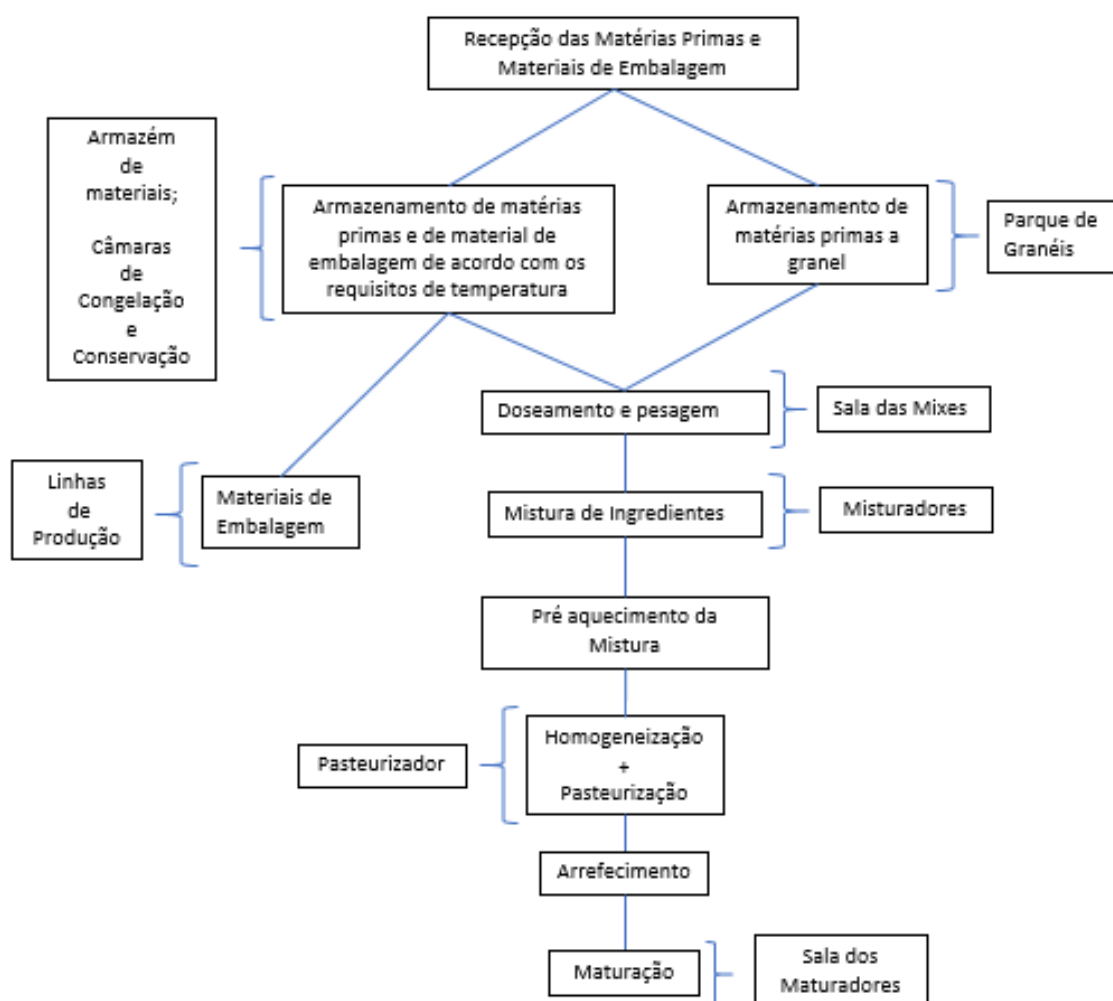


Figura 1.4 – Fluxograma de Produção do Gelado - Materiais de Embalagem, Matéria-Prima e Produção de Mistura (Adaptado de Unilever, documento interno).

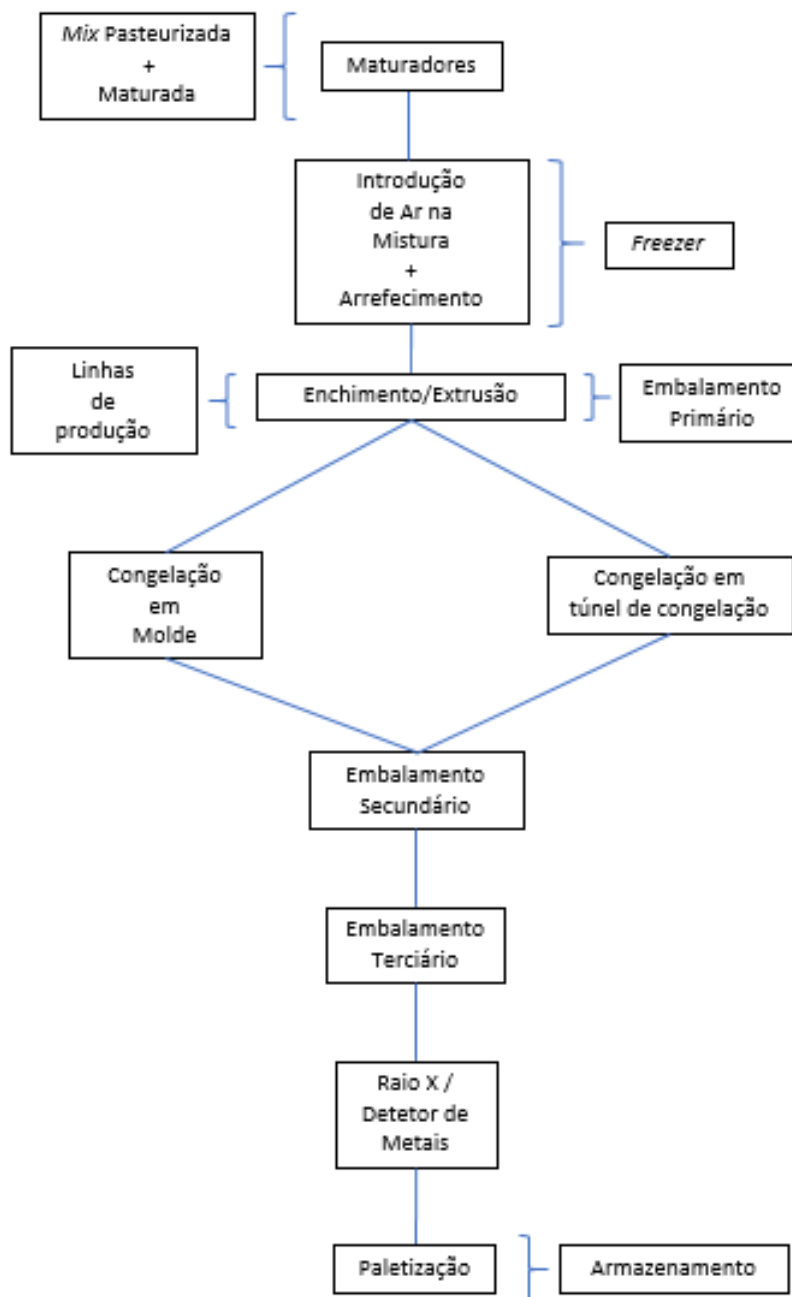


Figura 1.5 – Fluxograma Geral de Produção de Gelado - Linhas de Produção e Expedição de Produto Acabado
(Adaptado de Unilever, documento interno).

Um exemplo de uma unidade industrial típica de produção de gelado encontra-se na Figura 1.6, sendo que, estas unidades diferem consoante a sua capacidade de produção. Assim, no caso de uma produção a uma escala mais artesanal, as zonas poderão encontrar-se próximas umas das outras em apenas um piso. Por outro lado, no caso de uma escala altamente industrializada, em que parte dos equipamentos é robotizada, é necessária uma planta maior, com segregação das áreas e com mais que um piso.

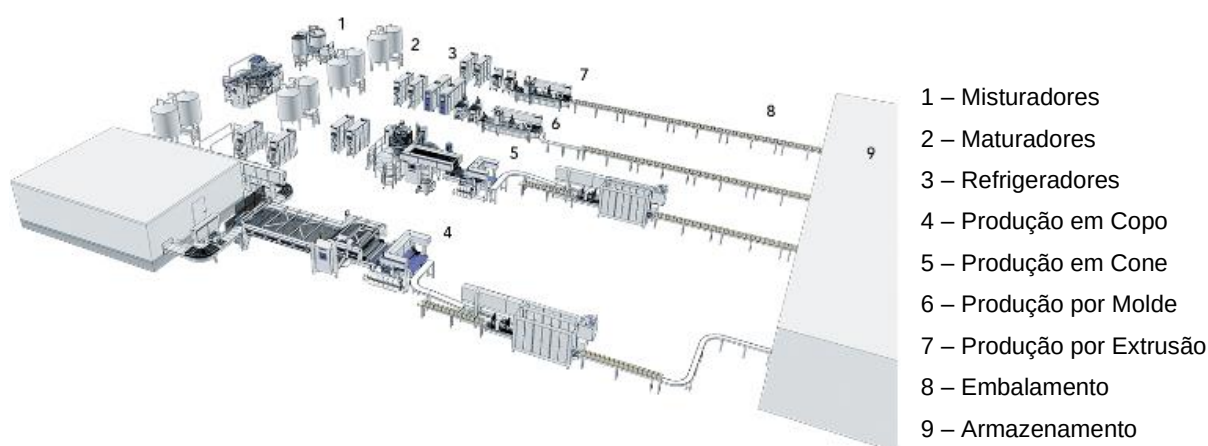


Figura 1.6 – Exemplo da planta de uma unidade de produção de vários tipos de gelado (Tetra Pak, 2018)

1.2. Qualidade e Segurança Alimentar

Devido, em grande parte, à alteração do estilo de vida e à globalização do mercado, os hábitos alimentares dos consumidores estão em constante alteração. Da mesma forma, existe mais informação acerca das doenças que podem ser transmitidas através dos alimentos, fazendo com que os consumidores estejam mais atentos à segurança alimentar (Psomas & Kafetzopoulos, 2015).

A qualidade e segurança alimentar são cada vez mais importantes, pois os consumidores tornaram-se mais perspicazes nas suas escolhas de consumo, sendo que estas temáticas se tornaram não só preocupações dos consumidores, como das indústrias e, em determinados casos, das políticas dos governos de diversos países (Hobbs, 2003).

A qualidade alimentar resulta de atributos intrínsecos e extrínsecos dos alimentos. Assim, a qualidade intrínseca de um alimento diz respeito a atributos como a sua palatibilidade, valor nutritivo ou propriedades funcionais. Por outro lado, a qualidade extrínseca inclui atributos como o modo de produção, o bem-estar animal ou a gestão ambiental. As qualidades intrínsecas e extrínsecas podem ser explicitadas nas embalagens, através de *claims*, não sendo muitas vezes possível a sua deteção por observação do produto (Hobbs, 2003).

A segurança alimentar visa garantir que o consumo de um determinado alimento não pode causar nenhum dano para a saúde dos consumidores. Este conceito é baseado no conhecimento científico sobre os efeitos para a saúde da exposição a perigos que possam ser introduzido nos alimentos em alguma fase da cadeia alimentar, desde a produção primária até ao consumidor final (Soman & Raman, 2016).

Actualmente a segurança alimentar está focada numa gestão pró-ativa, enquanto que, anteriormente, estava focada na análise do produto final. Assim, um sistema de gestão de segurança alimentar inclui medidas preventivas e análise do produto final. Por medidas preventivas entendem-se as medidas que se forem corretamente implementadas garantem a impossibilidade de introdução ou de persistência de perigos nos alimentos. Estas medidas incluem procedimentos de limpeza e

desinfecção, controlo de temperatura, controlo do ambiente de produção, higiene dos operadores, entre outras (Zwietering *et al.*, 2016).

Os perigos alimentares podem ser perigos biológicos, químicos ou físicos, podendo também incluir a categoria dos perigos alergénios (Soman & Raman, 2016). Todos estes perigos podem ser reduzidos ou eliminados através de Boas Práticas de Fabrico, que são adoptadas pelas indústrias alimentares de modo a potenciar a segurança alimentar e produzir alimentos seguros (Njage *et al.*, 2018).

As falhas na segurança alimentar podem originar o aparecimento de doenças de origem alimentar. Estas doenças podem ser crónicas ou agudas, podem originar efeitos adversos na saúde do consumidor, desde gastroenterites até à morte, tendo um impacto económico na sociedade (Soman & Raman, 2016).

1.2.1. Perigos Biológicos

Em termos da microbiologia alimentar, existem dois grandes tipos de microrganismos, os patogénicos e os indicadores da higiene. Os microrganismos patogénicos são aqueles que provocam o desenvolvimento de doenças, mais ou menos severas, após a sua ingestão ou das toxinas por eles produzidos. Nesta classe de microrganismos encontram-se, por exemplo, as bactérias do género *Salmonella*, a *Listeria monocytogenes*, a *Escherichia coli* produtora de toxina Shiga (STEC), o *Bacillus cereus* ou o *Staphylococcus aureus* (Jay *et al.*, 2005). Os microrganismos indicadores da higiene são microrganismos que são utilizados como indicadores de que os tratamentos térmicos, como a pasteurização, estão a ser corretamente realizados, ou que as boas práticas de fabrico se encontram a ser respeitadas. Estes microrganismos poderão ser as bactérias da família *Enterobacteriaceae* ou os microrganismos mesófilos a 22 °C ou a 37 °C (NESTLE, 2014).

O gelado é uma matriz à base de leite, sendo, deste modo, bastante vulnerável ao desenvolvimento de microrganismos, podendo ser contaminado durante as diversas fases da sua produção (Njage *et al.*, 2018). A contaminação pode ocorrer por múltiplas vias, desde a contaminação das matérias-primas à contaminação através da água ou dos operadores (Kokkinakis *et al.*, 2011; Pal *et al.*, 2016). Para além da composição do gelado, também a temperatura e o pH são fatores diferenciadores dos microrganismos que poderão contaminar este alimento. O pH do gelado é inferior a 4 unidades de pH, o que apesar de não ser ideal para o crescimento microbiano, é suficiente para a sua sobrevivência (Unilever, 2017b).

Existem alguns casos reportados de incidentes na Europa com microrganismos patogénicos em gelado, como *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus*. (Lu *et al.*, 2014).

A *Listeria monocytogenes* é uma bactéria patogénica capaz de sobreviver em alimentos à base de leite pasteurizado a uma temperatura de 4 °C (Pal *et al.*, 2016). Esta bactéria pode estar presente e persistir em caleiras e ralos, indicando uma sanitização inadequada das instalações (NESTLE, 2014). A presença deste microrganismo coloca em risco os grupos mais vulneráveis da população, nomeadamente idosos, crianças, grávidas e imuno-suprimidos (Lawley *et al.*, 2007).

A intoxicação alimentar por bactérias do género *Salmonella* resulta da ingestão de alimentos contendo determinadas estirpes desse género em quantidade significativa (Jay *et al.*, 2005). A *Salmonella* spp. foi o agente que mais surtos de origem alimentar provocou na União Europeia no ano de 2017, sendo responsável pelo maior número de hospitalizações e de mortes (EFSA, 2018).

O Regulamento Nº 1441/2007 da Comissão de 5 de Dezembro de 2007, relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios, fixa valores limite para *L. monocytogenes* em alimentos prontos para consumo, susceptíveis ou não de permitir o crescimento de *L. monocytogenes*, e para *Salmonella* spp. em gelados à base de leite, excluindo aqueles em que o processo de fabrico ou a composição do próprio produto eliminarão o risco relativamente à *Salmonella* spp. Para além destas análises, os fungos têm igualmente de ser monitorizados em frutos secos ou cereais adicionados ao gelado no final da produção, devido ao risco de produção de micotoxinas (Unilever, 2017b). A garantia da segurança microbiológica dos gelados implica assim que tanto as matérias-primas, como o produto final sofram amostragem e sejam inspecionados.

1.2.2.Perigos Químicos

Os perigos químicos presentes nos alimentos podem dar lugar ao aparecimento de doenças, normalmente por exposição a doses baixas, mas continuadas no tempo (exposição crónica). O cancro e diversas doenças crónicas têm sido associados à exposição a diversos perigos químicos (Andrews *et al.*, 2001).

Entre os perigos químicos que podem ocorrer no gelado encontram-se resíduos de pesticidas provenientes da agricultura, contaminantes ambientais (metais pesados, dioxinas, etc.) ou micotoxinas que se encontrem nas matérias-primas, contaminantes introduzidos durante o processo de produção, como resíduos dos agentes químicos (detergentes, desinfetantes ou lubrificantes) utilizados durante a higienização ou manutenção dos equipamentos, ou ainda resíduos provenientes dos materiais de embalagem que possam migrar para os alimentos (Arvanitoyannis & Kassaveti, 2009). Estes perigos podem ser controlados através de um apertado controlo de matérias-primas e de materiais de embalagem, bem como de um correto controlo das operações de limpeza e manutenção.

1.2.3.Perigos Físicos

Os perigos físicos incluem diversos tipos de materiais como vidro, metal, pedras, madeira, plástico e borracha. Este tipo de perigos resulta normalmente de uma contaminação acidental ou de más práticas de fabrico, onde se inclui um desadequado desenho higiénico dos equipamentos. Os perigos físicos podem ocorrer nas diversas fases do processo, desde as matérias-primas até ao produto final (Arvanitoyannis & Kassaveti, 2009).

Ao contrário dos perigos químicos e biológicos, a existência de um perigo físico num alimento não irá afetar um grande número de indivíduos numa população, no entanto, a presença destes perigos poderá causar danos físicos aos indivíduos que consumam os alimentos contaminados, podendo, em circunstâncias extremas, levar à sua morte.

1.2.4. Perigos Alergénios

Atualmente a quantidade de pessoas com sintomas de intolerância alimentar ou reações alérgicas encontra-se em crescimento. Uma alergia é uma reação imunitária do organismo à presença de um ingrediente (alergénio), na sua maior parte a proteínas específicas que se encontram nesse ingrediente. Os sintomas provocados por uma reação alérgica podem ser de diversos tipos, como problemas dermatológicos, respiratórios e gastrointestinais, nos casos mais severos, podem levar a uma queda abrupta de pressão sanguínea, entupimento das vias respiratórias e falha dos órgãos vitais, podendo levar à morte (Gojkovic *et al.*, 2015).

Os indivíduos alérgicos a um determinado ingrediente num alimento produzem reação mesmo quando expostos a quantidades muito pequenas desse ingrediente, pelo que, mesmo que os alimentos não o tenham na sua composição em grandes quantidades, o alergénio tem de aparecer na lista de ingredientes no rótulo alimento (Gojkovic *et al.*, 2015).

Os alergénios devem estar listados segundo o Anexo II do Regulamento da (CE) 1169/2011 – Substâncias ou Produtos que provocam Alergias ou Intolerâncias, como cereais contendo glúten, crustáceos e produtos à base de crustáceos, ovos e produtos à base de ovos, peixes e produtos à base de peixe, amendoins e produtos à base de amendoins, soja e produtos à base de soja, leite e produtos à base de leite, frutos de casca rija e produtos à base destes frutos, aipo e produtos à base aipo, mostarda e produtos à base de mostarda, sementes de sésamo e produtos à base destas sementes, dióxido de enxofre e sulfitos, tremoços e produtos à base de tremoço e moluscos e produtos à base de moluscos (Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, 2011) (Figura 1.7).



Figura 1.7 – Lista de substâncias ou produtos que provocam alergias ou intolerâncias (ASAE, 2017).

No caso do gelado, os alérgenos mais frequentemente encontrados incluem o amendoim, os frutos de casca rija, a proteína do ovo e a proteína do leite (Goff, 2009). Na cadeia de produção pode existir uma contaminação cruzada entre um produto com alérgeno e outro sem alérgeno, daí que se tenha de pensar quais as potenciais origens deste tipo de contaminação (Figura 1.8), por forma a criar procedimentos que diminuam a sua probabilidade de ocorrência (Fine, 2006)



Figura 1.8 – Potenciais origens da contaminação cruzada com alérgenos (Fine, 2006)

1.3. O Sistema de Análise de Perigos e Controlo de Pontos Críticos (HACCP)

O sistema HACCP é aplicado para garantir a segurança alimentar, evitar reclamações, e construir e manter a confiança dos consumidores nos produtos (Wallace *et al.*, 2014), sendo uma forma de identificação e controlo de perigos na indústria alimentar (Hung *et al.*, 2015). Com efeito, a maior parte dos perigos existentes numa indústria alimentar pode ser reduzida ou eliminada se foram tomadas medidas preventivas.

A aplicação efetiva do sistema HACCP só é possível quando se encontra estabelecido um conjunto de pré-requisitos (PPR). Os PPR controlam os perigos associados ao meio envolvente ao processo de produção, enquanto o HACCP controla os perigos associados às etapas do processo produtivo. Os pré-requisitos relacionam-se com os seguintes pontos (ASAE, 2007):

- Instalações e Equipamentos;
- Abastecimento de água, ar e energia;
- Gestão de fornecedores;
- Gestão de Armazém;
- Gestão de Alérgenos;
- Contaminação Cruzada;
- Materiais em contacto com alimentos;
- Plano de Limpeza e Desinfecção;
- Plano de Controlo de pragas;
- Plano de Gestão de Resíduos;
- Higiene Pessoal;
- Plano de Formação de Manipuladores.

No caso das **Instalações**, existem regras de construção dos edifícios que têm por finalidade a indústria alimentar. Assim, as instalações devem ser construídas de modo a permitir a correta manutenção e a limpeza e/ou desinfecção, evitar as contaminações e facultar um espaço de trabalho adequado para permitir a execução higiénica de todas as operações (Regulamento (CE) nº852/2004). As instalações industriais deverão possuir caleiras e drenos, de forma a não haver acumulação de água no chão, devendo os mesmos estar referenciados para fazer cumprir a política do chão seco.

Os **Equipamentos** devem ser desenhados de acordo com o seu propósito, para que se reduza ao mínimo o risco de contaminação dos produtos, tendo um desenho higiénico.

Em relação ao **Abastecimento de Água, Ar e Energia**, estes devem ser próprios para utilização alimentar. Assim, a água deverá respeitar o DL nº 152/2017, 7 de dezembro, procedente da segunda alteração ao DL nº 306/2007 de 27 de dezembro, que estabelece o regime da qualidade da água para consumo humano, entendendo-se como água destinada ao consumo humano toda a água utilizada numa empresa da indústria alimentar para fabrico, transformação, conservação ou comercialização de produtos ou substâncias destinados ao consumo humano, assim como a utilizada na limpeza de superfícies, objetos e materiais que podem estar em contacto com os alimentos, exceto quando a utilização dessa água não afeta a salubridade do género alimentício na sua forma acabada (ERSAR, 2017). Em relação ao ar, este deve ser filtrado para que não haja contaminação do ambiente de produção, nem dos alimentos, se houver contacto.

A **Gestão de Fornecedores** inclui os fornecedores de matérias-primas e também dos materiais de embalagem. Este processo é realizado através de avaliações, auditorias e visitas aos fornecedores, bem como de pedidos de certificados de conformidade que comprovem que as boas práticas de fabrico se encontram em prática. Boletins de análise das matérias-primas, certificados da limpeza de cisterna ou da limpeza e integridade das paletes, constituem exemplos de documentos que podem ser pedidos aos fornecedores (Gojkovic *et al.*, 2015).

A **Gestão do Armazém** diz respeito à forma como as matérias-primas e o produto final estão acondicionados. Assim, as matérias-primas deverão estar segregadas do produto final, com um fluxo de entrada e saída, nas condições adequadas à sua conservação.

A **Gestão de Alergénios** deverá passar por uma correta segregação das matérias-primas que contêm alergénios das que não os contêm, para não ocorrer contaminação cruzada. Esta gestão implica ainda a identificação dos ingredientes que se são alergénios e uma correta ordem de produção (Gojkovic *et al.*, 2015).

A **Prevenção da Contaminação Cruzada** é outro dos pré-requisitos. Esta prevenção passa, entre outras coisas, pela total separação entre ingredientes e matérias-primas e produto acabado.

Os **materiais em contacto com os alimentos** deverão estar de acordo com a legislação aplicável ao material em contacto com os alimentos, nomeadamente o Regulamento (CE) nº 1935/2004, de 27 de Outubro de 2004; o Decreto-Lei nº 62/2008, de 31 de Março e ainda com o Regulamento (CE) n.º 1935/2004. Qualquer material ou objeto destinado a entrar em contacto direto ou indireto com os alimentos, deve ser suficientemente inerte para excluir a transferência de substâncias para os alimentos em quantidades suscetíveis de representar um risco para a saúde humana ou de provocar uma alteração inaceitável na composição dos alimentos ou uma deterioração

das suas propriedades organoléticas. Conforme disposto no capítulo X do Anexo II do Regulamento (CE) nº 852/2004, os materiais de acondicionamento e embalagem não devem constituir fonte de contaminação, devem ser armazenados de forma a não ficarem expostos a risco de contaminação e deverá ser garantida a sua integridade e higienização antes de utilização para as operações de acondicionamento e embalagem.

O **Plano de Limpeza e Desinfecção** deve ser aplicável a todas as etapas. No caso da produção de gelados, durante a produção todos os equipamentos que sejam posteriores à pasteurização devem estar higienizados para não haver recontaminações. A validação da correta higienização das linhas de produção implica a posterior utilização de zaragatoas, tiras de pH e de *kits* de deteção de alergénios (Gojkovic *et al.*, 2015).

O **controlo de pragas** é realizado através de empresas específicas para esse efeito e implica a utilização de equipamentos de prevenção e controlo, de modo a prevenir a sua entrada no ambiente fabril e a garantir a sua eliminação (Federación Nacional de Industrias Lácteas, 2016).

O **Tratamento de Resíduos** é realizado de diversas formas, isto é, numa indústria alimentar existem alguns tipos de resíduos, podendo ser embalagens provenientes das matérias-primas, resíduos sólidos e resíduos líquidos, tendo diferentes tipos de tratamento. Os resíduos de embalagens das matérias-primas deverão ser reciclados, já os resíduos industriais, resultantes da atividade industrial, de águas de lavagem, arrefecimento, e matéria orgânica proveniente dos alimentos que são rejeitados deverão ser tratados numa Estação de Pré-tratamento de Águas de Resíduos Industriais (EPTARI).

Outro dos pré-requisitos importantes para uma indústria alimentar é o da **higiene pessoal** dos manipuladores de alimentos, para que não exista a possibilidade de serem estes a contaminar o produto alimentar e, conseqüente, a provocar a sua deterioração ou a ocorrência de efeitos nocivos para o consumidor. Deste modo, os manipuladores de alimentos têm de apresentar um nível elevado de higiene e não terem doenças que possam constituir um perigo para a segurança alimentar. Assim, estes manipuladores têm de realizar análises clínicas periódicas e estão obrigados a procedimentos tal como a lavagem e desinfecção das mãos e utilização de fardamentos específicos, toucas e tapan-barbas. Devido ao papel preponderante que desempenham na segurança alimentar, os manipuladores de alimentos precisam de ter **formação** específica, para que entendam os potenciais perigos que podem ocorrer numa indústria alimentar e quais os potenciais riscos para os consumidores. A formação deve ainda incidir sobre as boas práticas de fabrico, para que todos os manipuladores de alimentos saibam desempenhar corretamente todos os procedimentos utilizados não só nas operações de produção, como também nas operações de limpeza.

O HACCP é um sistema preventivo de controlo da segurança dos alimentos, e realiza-se pela análise de perigos, determinação de Pontos Críticos de Controlo (PCC), estabelecimento de limites críticos, de planos de monitorização, ações corretivas, verificação de procedimentos e pelo arquivo da documentação gerada para consulta quando necessário, em todas as etapas do processo produtivo, desde a receção das matérias-primas até ao produto final. A análise de perigos é realizada pela identificação e avaliação do risco, fazendo-se o controlo dos limites críticos, de forma a eliminar perigos ou minimizá-los a níveis aceitáveis (APCER, 2018; Hung *et al.*, 2015). Por PCC entende-se

uma etapa de produção em que o controlo é essencial para evitar ou eliminar um risco ou para o reduzir para níveis aceitáveis, sendo que a falta de controlo nesta etapa poderá resultar num risco inaceitável para os consumidores.

Assim, quando existem desvios aos limites estabelecidos para os PCC, devem ser tomadas medidas corretivas para que estes voltem a encontrar-se dentro dos limites críticos de controlo, e devem ficar documentados estes desvios bem como as medidas corretivas tomadas (Hung *et al.*, 2015).

1.3.1.O HACCP na produção de gelados

Cada uma das etapas de produção do gelado, cujo fluxograma pode ser observado na Figura 1.4 e Figura 1.5, poderá acarretar perigos, que terão de ser reduzidos/eliminados através do HACCP de forma a garantir a produção de um produto final com segurança alimentar.

Nas etapas da receção de matérias-primas e materiais de embalagem e de armazenamento, os perigos estão relacionados com a produção ou armazenamento inapropriado por parte do fornecedor, com o armazenamento inadequado após a receção e com a possível contaminação por alergénios por identificação inadequada das matérias-primas (Gojkovic *et al.*, 2015).

Estes perigos são reduzidos se forem respeitadas as boas práticas de fabrico, estando as matérias-primas devidamente acondicionadas, armazenadas e identificadas para que não ocorra qualquer tipo de contaminação e através do cumprimento dos requisitos de temperatura (ambiente, refrigeração, congelação), estando as matérias-primas em condições de temperatura que não possibilitem a multiplicação de microrganismos.

Na etapa da pesagem e mistura podem ser introduzidos perigos microbiológicos por lavagem inapropriada dos misturadores, perigos físicos por contaminação com resíduos de materiais de embalagem das matérias-primas (Hung *et al.*, 2015), perigos alergénios por contaminação cruzada resultante da incorreta higienização dos misturadores (Gojkovic *et al.*, 2015).

A etapa da pasteurização é um PCC, uma vez que é a etapa onde se eliminam os microrganismos patogénicos, sendo que, quando não há controlo sobre a temperatura ou tempo pode haver uma pasteurização inadequada e os microrganismos patogénicos eventualmente presentes podem permanecer viáveis (Pal *et al.*, 2016).

Os perigos biológicos relacionados com a maturação dependem de quão limpo se encontra o maturador, uma vez que a mistura já se encontra livre de microrganismos patogénicos e poderá ser novamente contaminada, se a limpeza não for eficiente e as condições de maturação não forem controladas (Hung *et al.*, 2015). Os perigos químicos nesta etapa estão, igualmente, relacionados com o procedimento de higienização, uma vez que resultam da incorreta eliminação dos resíduos de detergente da superfície do maturador. Estes perigos podem ser controlados se estiver implementado um correto procedimento de limpeza e desinfeção (C&D do inglês *Cleaning and Disinfection*). Nesta etapa, poderá ainda ocorrer contaminação cruzada com alergénios, quando, no mesmo maturador, esteve uma mistura com alergénios anteriormente a uma mistura sem alergénios e não se procedeu a uma correta higienização (Gojkovic *et al.*, 2015). Os perigos físicos estão relacionados com os

materiais estranhos que podem ser introduzidos por deficiente manutenção ou limpeza dos equipamentos, especialmente quando estes não foram construídos com desenho higiênico.

Os perigos identificados para a etapa da maturação são transversais a todas as etapas da produção. Assim, a maioria dos perigos que podem ser introduzidos durante a produção dos gelados pode ser evitada através da correta realização das operações de limpeza e desinfecção. Os perigos físicos podem também ser diminuídos pela existência de filtros nos refrigeradores para que não haja passagem dos materiais estranhos para o produto final. A etapa de passagem do produto por detetores de metais ou Raios X, que corresponde igualmente a um PCC, permite a deteção de qualquer perigo físico que tenha sido introduzido, evitando a ocorrência de material estranho no interior do produto final (Borude *et al.*, 2016).

1.4. Certificação na Indústria Alimentar

As normas fazem parte da vida das instituições e servem para normalizar procedimentos. As instituições põem em prática o uso de determinados procedimentos para que se aumente a qualidade, a segurança, a eficiência e a produtividade da instituição e do produto que produz ou do serviço que oferece a um custo mais baixo (Instituto Português da Qualidade, 2018).

Existem diversos tipos de normas, podendo ser de qualidade do produto, como o *World Class Manufacturing* (WCM), de segurança alimentar, como a *Food Safety System Certification* (FSSC 22000), a *Global Standard For Food Safety* (GSFS) do *British Retail Consortium* (BRC) ou a *International Featured Standards* (IFS) (Bilska & Kowalski, 2014), normas que definem a autenticidade dos alimentos, nomeadamente a sua origem e características do processo de fabrico, como a certificação HALAL (SGS, 2018a).

As certificações são voluntárias e dependem do mercado a que se destinam, podendo ser uma imposição legal por parte da legislação em vigor no país de origem da instituição ou do país de destino do produto (Instituto Português da Qualidade, 2018).

1.4.1. FSSC 22000

A certificação do sistema de gestão de segurança alimentar FSSC 22000 V4.1 consiste numa norma bastante abrangente, uma vez que incorpora totalmente a ISO 22000:2005 (Sistema de Gestão da Segurança Alimentar) e a ISO TS 22002-1:2009 (especifica requisitos para estabelecer, implementar e manter o programas de pré-requisitos), especificando ainda um conjunto de requisitos adicionais, que incluem a gestão de serviços, a rotulagem correta do produto final, a defesa alimentar, a fraude alimentar e a gestão de alergénios (Foundation For Safety Certification, 2017).

Em relação à gestão dos serviços, a Norma exige que todos os serviços relacionados com a cadeia de produção e que tenham impacto na segurança alimentar, incluindo as utilidades, transporte e armazenamento, manutenção, limpeza e desinfecção e serviços externos, tenham que seguir os requisitos específicos e regulamentados, tendo por base a análise de perigos e os PRP's, tendo de ser devidamente monitorizados.

Relativamente à rotulagem a Norma obriga a que a organização garanta que o produto final se encontra devidamente rotulado, tendo por base a legislação de cada país, onde será comercializado o produto alimentar.

A defesa alimentar pressupõe que as organizações deverão ter documentado e implementado um procedimento de análises de ameaças, que identifique as potenciais ameaças, desenvolva medidas de controlo e estabeleça as medidas tendo em conta as ameaças identificadas. Em relação à fraude alimentar, a Norma refere que deve ser implementado e documentado um procedimento que identifique a vulnerabilidade a fraude alimentar e estabeleça medidas de controlo.

A gestão de alergénios está relacionada principalmente com a potencial contaminação cruzada, e deverá incluir medidas de controlo que diminuam ou eliminem este tipo de contaminação, fazendo a verificação e validação da sua implementação (Foundation for Safety Certification, 2017).

1.4.2. WCM – World Class Manufacturing

As indústrias no sentido da melhoria contínua utilizam sistemas integrados de gestão da qualidade, como o WCM, que eliminam todos os tipos de desperdício e perdas de produção através do envolvimento a todos os níveis dos seus departamentos. O principal objetivo é ser bem-sucedido no mercado com alta qualidade dos seus produtos a preços competitivos, respondendo às necessidades do consumidor (Murino *et al.*, 2012).

Baseando-se na TPM – *Total Productive Manufacturing*, em que a indústria se preocupa com as perdas, o WCM preocupa-se não só com as perdas, mas principalmente com os custos associados. Assim, é necessário conhecer qual o problema que afeta o produto e a produção e qual o custo que terá no futuro, uma vez que um pequeno problema para a indústria poderá tornar-se um grande problema para o consumidor e resultar num custo superior para a marca, logo se pudermos medir o custo, conseguimos gerir o problema e resolvê-lo (De Felice & Petrillo, 2015).

A metodologia utilizada é desenvolvida a partir de aspetos relacionados com a produção, denominados de pilares técnicos, nomeadamente Segurança, Custos de Desenvolvimento, Melhoria Contínua, Controlo de Qualidade, Organização do Espaço de Trabalho, Manutenção Planeada, Manutenção Autónoma, Desenvolvimento Pessoal, Logística e Apoio ao Cliente e Ambiente (Murino *et al.*, 2012).

Esta metodologia permite que quando existe um incidente, ou quando se recebem reclamações de qualidade do produto, se procure a causa do problema através de ferramentas como o *Enterprise-Wide Optimization* (EWO), e se encontrem soluções para esse problema, de forma a diminuir os custos associados, evidenciando uma otimização do processo e uma melhoria contínua (Harjunkoski *et al.*, 2009).

1.4.3. Certificação HALAL

A certificação HALAL está relacionada com a religião Islâmica, em que não é permitido o consumo de álcool bem como de carne de porco e produtos derivados. HALAL é um termo utilizado pela religião islâmica como “lícito” ou “permitido”, sendo por vezes traduzido como “aceitável” (Instituto Halal de Portugal, 2018).

Para que esta certificação seja atribuída a uma indústria alimentar, é necessária a realização de uma auditoria dos procedimentos e requisitos, que garanta a ausência no processo industrial de carne de porco e seus derivados, de animais que não sejam abatidos de acordo com a lei islâmica, de álcool, bebidas alcoólicas e aromas. A certificação só será atribuída se na auditoria se confirmar que a existência de instalações e equipamentos dedicados a produtos HALAL, sem utilização de outros produtos que não sejam HALAL, desde a receção de matérias-primas, até ao produto final (Majelis Ulama Indonesia, 2018). Assim, para um ingrediente/produto ser HALAL, deve ser preparado, processado, transportado e armazenado na garantia de que foram tomadas as medidas necessárias para prevenir qualquer contacto entre ingredientes/produtos HALAL e não HALAL com utilização de boas práticas como a segregação dos equipamentos e produtos (Felicio, 2017).

Uma vez que o etanol é um solvente orgânico utilizado na indústria, particularmente na composição de detergentes e desinfetantes (Alzeer & Abou Hadeed, 2016), para cumprir os requisitos desta certificação tem de se garantir a sua ausência nos sistemas de higienização/limpeza utilizados (Felicio, 2017).

1.5. Desenho Higiénico

O desenho higiénico consiste na produção de equipamentos tendo especial cuidado para que todas as zonas e superfícies permitam uma higienização eficaz. Um equipamento com um desenho higiénico pobre potencia que existam zonas com difícil acesso para a limpeza. Assim, de acordo com o desenho higiénico, os equipamentos e tubagens utilizados na indústria alimentar devem ter esquinas arredondadas para que a higienização seja eficaz (Figura 1.9) (SPX, 2013). Da mesma forma, não poderão existir zonas onde haja possibilidade de ficarem resíduos. Assim é necessário que os equipamentos e as tubagens associadas sejam posicionados de forma a se proceder à sua drenagem no final da higienização, para que não permaneça água e matéria orgânica que venha a contaminar o produto que irá ser produzido posteriormente (Figura 1.10) (Memisi *et al.*, 2015; Moerman, 2013).

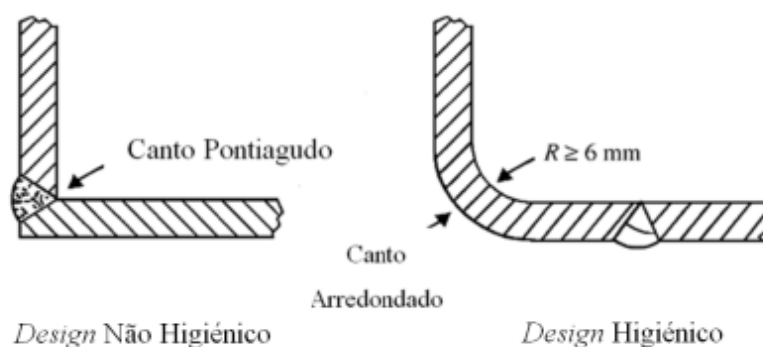


Figura 1.9 – Desenho Higiénico das Tubagens (Lelieved *et al.*, 2014)

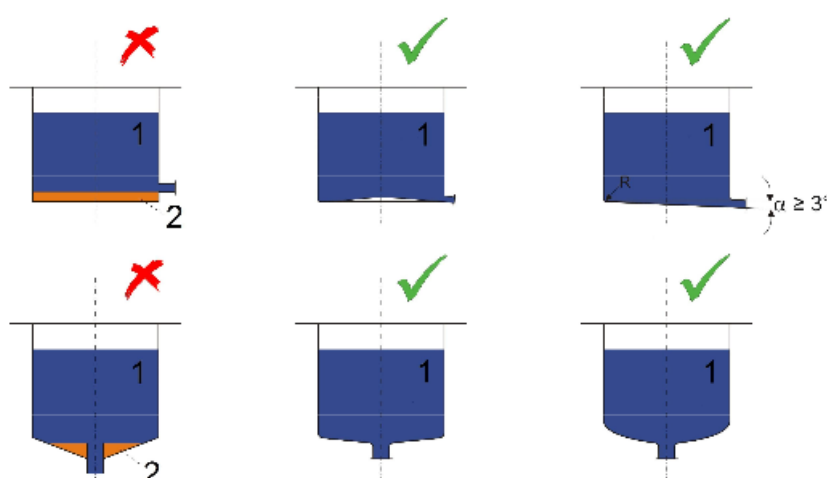


Figura 1.10 – Desenho Higiénico de Depósitos. Nos dois primeiros tanques existe deposição de líquido e/ou matéria orgânica pois não foram construídos de forma higiénica (Moerman, 2013)

Também o tipo de material utilizado nos equipamentos e tubagens terá de obedecer a determinadas exigências, como não deixar cheiro ou sabor no produto, não ser quebrável e ser resistente à temperatura e aos detergentes e desinfetantes utilizados durante a higienização. Um exemplo de material adequado à indústria alimentar é o aço inoxidável (Memisi *et al.*, 2015).

Assim, os equipamentos utilizados na indústria alimentar deverão ser de fácil limpeza, feitos com materiais compatíveis com a indústria em causa, acessíveis para inspeção, manutenção e higienização, não ter locais de deposição de líquidos, ou quando estes locais existem, que estejam selados ou sejam eliminados (Ryther, 2014).

Na Figura podem visualizar-se duas tubagens diferentes. Na primeira tubagem (Tubagem a) as válvulas e tubos de saída localizam-se em zonas distantes da tubagem principal, proporcionando o potencial depósito de líquido da higienização ou de matéria orgânica relativa à produção. No mesmo exemplo, existem zonas da tubagem que se encontram seladas com espaço de tubagem morto. Na Figura, as zonas em que poderá existir deposição de líquido ou matéria orgânica encontram-se com uma coloração verde.

Na segunda tubagem (tubagem b), desenhada de acordo com as regras do desenho higiénico, as válvulas são estanques, as tubagens de saída e bombas são localizadas de forma a não existirem locais de difícil higienização ou de potencial contaminação (Soro, 2015).

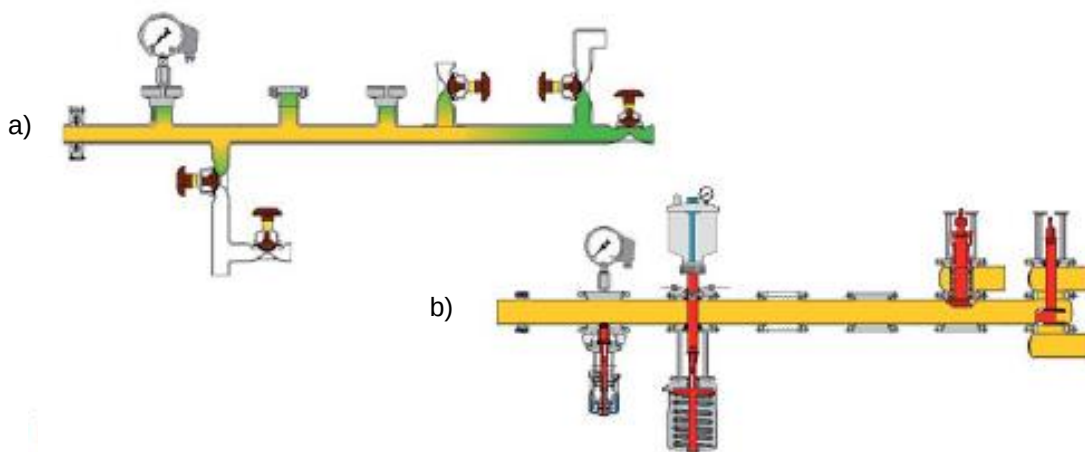


Figura 1.11 – Esquematização de dois tipos de tubagens: a) Tubagem sem Desenho Higiénico; b) Tubagem com Desenho Higiénico. Na tubagem a), as zonas em que poderá existir deposição de líquido ou matéria orgânica encontram-se com uma coloração verde (Soro, 2015)

Existe um consórcio de indústrias alimentares, fábricas de equipamentos e instituições de investigação, o European Hygienic Engineering & Design Group (EHEDG), que promove a produção de alimentos seguros, melhorando o desenho de todos os equipamentos de produção alimentar, desde os utilizados à chegada das matérias-primas, até aos utilizados no embalamento do produto final, através de guias que seguem os princípios do desenho higiénico. O desenho higiénico de um equipamento poderá ser melhorado apenas através da alteração de pequenas partes (Hofmann *et al.*, 2018).

1.6. Cleaning and Disinfection – C&D

A acumulação de resíduos na superfície de um equipamento resulta num problema para a indústria alimentar, uma vez que é necessário que se retirem esses resíduos para que não ocorra a contaminação dos alimentos que irão ser produzidos na produção seguinte (Palabiyik *et al.*, 2015), principalmente quando uma mesma linha de produção produz diferentes produtos. Uma parte do tempo de produção é destinada ao C&D. Estes procedimentos têm um tempo estipulado, sendo que não existe produção enquanto a linha se encontra a ser higienizada (Fryer *et al.*, 2011).

A acumulação dos resíduos durante a produção deve-se ao facto de haver uma adesão dos componentes do alimento ao material do equipamento (Palabiyik *et al.*, 2015), resultante de uma reação química, como a desnaturação proteica e consequente deposição no pasteurizador ou precipitação química. No caso dos microrganismos que sobrevivam à pasteurização poderão formar um biofilme nas superfícies, que cresce com a deposição de matéria orgânica durante a produção (Fryer *et al.*, 2011).

O processo de C&D é considerado uma operação crítica, para que sejam produzidos alimentos livres de microrganismos patogénicos e toxinas, para isso, este processo tem que ser repetido regularmente em curtos intervalos de tempo (Jurado-Alameda *et al.*, 2015). O C&D requer a utilização de procedimentos de limpeza com agentes químicos que deixem as superfícies limpas, prevenindo problemas de higiene e obstrução dos equipamentos. Geralmente, os procedimentos de C&D são feitos para serem reproduzíveis, isto é, para serem realizados sempre da mesma forma independentemente dos operadores e dos turnos em que são feitos.

O C&D consiste em etapas específicas que levam à eliminação dos resíduos e redução dos microrganismos, obtendo-se uma superfície limpa. As etapas do processo de C&D consistem em enxaguamento, limpeza e enxaguamento e desinfecção e enxaguamento, podendo ser identificados os resíduos que ficam nas superfícies após cada etapa (Figura 1.12).



Figura 1.12 – Etapas do C&D e alterações ocorridas na superfície dos equipamentos (AESBUC / UCP, 2018)

No caso do enxaguamento, utiliza-se água e uma escova para retirar alguns microrganismos e parte da matéria orgânica. Após o enxaguamento, é utilizado detergente para retirar o restante de matéria orgânica e gordura, sendo retirado o detergente e as partículas desagregadas da superfície utilizando água. Finalmente, é utilizado o desinfetante para diminuir os microrganismos vivos, sendo, posteriormente, utilizada água para retirar o desinfetante e os microrganismos da superfície.

Assim o C&D consiste nas seguintes etapas:

- Preparação – A área envolvente da linha deve encontrar-se pronta para ser limpa, sem material de embalagem e procedendo à preparação da limpeza com os materiais de limpeza a serem utilizados.
- Remoção de Resíduos – Para tornar o processo de limpeza mais eficiente e efetivo é necessário que se retirem da linha de produção resíduos que se encontrem em grande quantidade.
- Pré-lavagem – Dependendo do tipo de resíduos, por vezes é necessário utilizar água entre 50° - 60°C para se proceder à posterior lavagem do equipamento.
- Limpeza – As superfícies dos equipamentos utilizados na linha de produção têm de ser limpas utilizando meios mecânicos, químicos ou térmicos e com um tempo de contacto específico.

- Pós lavagem – Dependendo do tipo de resíduos poderá ser necessário fazer uma pós-lavagem, principalmente no caso dos resíduos químicos que poderão ser resultado da limpeza.
- Desinfecção – Dependendo do tipo de produto, isto é, da suscetibilidade do produto e da probabilidade de contaminação posterior, é feita a desinfecção dos equipamentos da linha para a redução dos microrganismos a níveis aceitáveis, podendo tratar-se de uma desinfecção química ou térmica.
- Lavagem final – No caso da desinfecção química é necessária uma lavagem final para remoção de resíduos químicos, prevenindo a contaminação química do produto final.
- Drenagem/Secagem – É realizada a drenagem do equipamento de forma a assegurar que toda a água é removida para prevenir que se torne uma fonte de contaminação microbiológica, sendo que para isso o equipamento terá que ser drenável.

Os auxiliares de C&D, que poderão ser escovas, escovilhões, entre outros, terão de ser igualmente devidamente higienizados de forma a prevenir a contaminação cruzada de matéria biológica, ou alergénios para outras linhas ou produtos. Após a sua utilização, estes auxiliares deverão ser higienizados, secos e armazenados em locais próprios. Estes auxiliares de limpeza devem obedecer a um código de cores, estipulado pela indústria, que traduza o seu uso específico. Assim, os auxiliares devem ter cores diferentes consoante entrem ou não em contacto com alimentos, o equipamento que limpam e se entram ou não em contacto com os diferentes alergénios (Ryther, 2014).

Nas indústrias em que se produzem produtos com uma baixa atividade de água e em que seja utilizada água nos procedimentos de limpeza, esta tem que ser efetivamente removida no final, através de operações de secagem, para que os produtos não estejam expostos à humidade e consequentemente ao crescimento microbiano.

O tipo de limpeza deve ser otimizado consoante o tipo de resíduo a ser retirado e o tipo de superfície a ser limpa. Assim, a efetividade de um C&D depende de diversos fatores como, as propriedades do resíduo, da superfície, do tipo de agente químico a utilizar, a temperatura de lavagem, a forma de lavagem ou do tempo de higienização, daí que, seja necessário realizar, para cada equipamento, um procedimento específico que otimize e reduza o custo total do processo de higienização (Jurado-Alameda et al., 2015).

O tipo de higienização pode ser automático, como o *Cleaning in Place* (CIP), ou manual, como o *Cleaning out of Place* (COP) ou *Open Place Cleaning* (OPC), no entanto, o objetivo final será desenvolver um procedimento de higienização efetiva que resulte num ambiente seguro de produção (Ryther, 2014).

1.6.1.Limpeza

A limpeza é uma das etapas mais críticas do controle de qualidade relativo às operações de produção alimentar. Um equipamento que não é devidamente limpo, pode ameaçar a produção industrial com uma contaminação microbiológica (Fan *et al.*, 2018).

Existem parâmetros de limpeza que são independentes da indústria, ou equipamento, e que se encontram representados no círculo de Sinner, nomeadamente o **detergente**, o **tempo de limpeza**, a **ação mecânica** e a **temperatura**. A **sujidade** é outro dos parâmetros que se encontra representado no círculo de Sinner e que influencia a eficiência da limpeza (Figura 1.13)

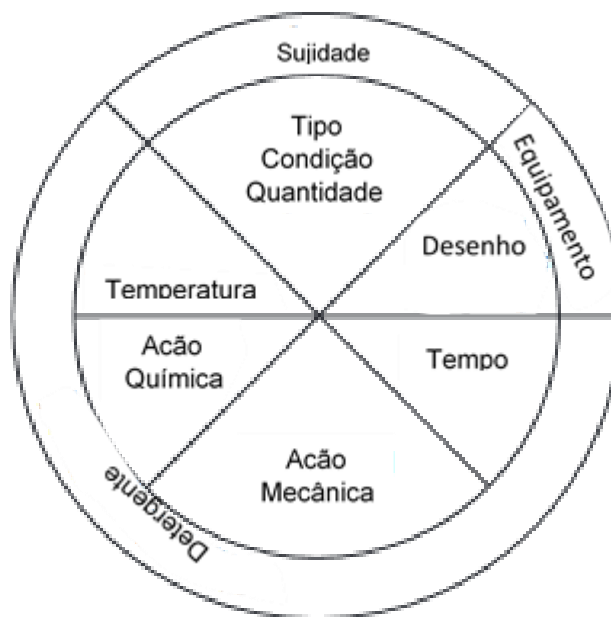


Figura 1.13 – Círculo de Sinner (Gabric *et al.*, 2016).

No caso do **detergente**, este parâmetro encontra-se relacionado com a atividade química, com a sua composição, concentração, com as propriedades surfactantes e com o poder de dispersão do mesmo. O detergente tem de se dissolver rápida e completamente em água, e tem de atuar rapidamente na sujidade, isto é, tem que retirar a proteína e gordura existentes nas superfícies dos equipamentos. Para além dos detergentes terem estas propriedades, devem ter a capacidade de dissolver a sujidade e de serem facilmente retirados através da utilização de água. Finalmente, os detergentes devem ser compatíveis com os materiais utilizados na indústria, tal como devem ter uma condutividade superior à da água, demonstrando uma relação linear entre a concentração e a condutividade, de forma a ser possível saber qual a concentração de detergente aplicada na limpeza através da determinação da condutividade. No final da limpeza a determinação da condutividade da água de enxaguamento permite avaliar se permanecem ou não resíduos químicos de detergente na superfície do equipamento.

O **tempo de limpeza** inclui todo o processo, desde a fase inicial de remoção da sujidade maior através da utilização de água de arrasto, até à água de enxaguamento final, em que se retira o detergente e a sujidade em suspensão. No entanto, a fase mais importante corresponde ao tempo em

que o detergente se encontra em contacto com a sujidade, em que ocorre uma reação química de saponificação, à temperatura e concentração adequada.

A **ação mecânica** influencia o caudal do detergente através do sistema, isto é, um fluído em regime turbulento produz uma fricção entre a superfície de contacto e o fluido, de forma idêntica à exercida pela ação mecânica, através da força humana, quando se faz a limpeza com escovas. Nas tubagens e depósitos, a turbulência depende apenas do respetivo diâmetro e caudal do fluído. Assim, a velocidade da água para uma tubagem com um diâmetro menor, poderá funcionar como regime turbulento, e quando passa para uma tubagem com um diâmetro maior funcionar como regime laminar, uma vez que a velocidade diminuiu. A indústria por vezes necessita de aumentar determinadas linhas de produção, ou aumentar a velocidade de produção, pelo que poderá ocorrer o caso de haver uma tubagem com dois diâmetros diferentes, que terão que ser limpos da mesma forma. Assim quando se avalia o caudal necessário para a limpeza dos mesmos, este necessita de ser suficiente para aplicar uma ação mecânica na tubagem com diâmetro maior, para que o fluído esteja em regime turbulento.

A **temperatura**, é também um dos parâmetros a ter em conta numa limpeza, visto influenciar a eficiência do detergente e a capacidade de retirar a sujidade maior que se encontra nas superfícies dos equipamentos. A água de arrasto deverá ter uma temperatura abaixo dos 40 °C para retirar o máximo de sujidade que se encontre à superfície (Lelieved & Mostert, 2005).

A **sujidade**, ou seja os resíduos resultantes do processamento dos alimentos, poderá ser visível ou não, e poderá ser um resíduo húmido ou seco, sendo o meio ideal para o crescimento microbiano. A sujidade depende da composição de cada produto, isto é do seu teor em gordura, hidratos de carbono, proteínas ou minerais. No caso do gelado, poderá ser um resíduo proveniente dos diversos tipos de nutrientes, dependendo do tipo de gelado ou do tipo de cobertura que o gelado tem, sendo que para uma melhor limpeza é necessário conhecer a composição do gelado e quais os tipos de resíduos que resultam da sua produção.

A solubilidade do resíduo nas soluções de limpeza difere de tipo de resíduo, no entanto, no caso do gelado, os açúcares e minerais são maioritariamente solúveis em água, as proteínas e emulsões em soluções alcalinas e em casos mais específicos como o pasteurizador, em que se formam resíduos provenientes de reações químicas no leite e precipitação dos minerais, apenas são solúveis em soluções ácidas (Keener, 2016).

1.6.2.Desinfecção

A desinfecção é o processo pelo qual os microrganismos viáveis são reduzidos a um nível que não comprometa a segurança e qualidade alimentar (Tetra Pak, 2015). Esta etapa terá de ser separada da etapa de limpeza, mas terá de ser realizada após a limpeza, uma vez que os resíduos de sujidade que se encontram na superfície dos equipamentos protegem os microrganismos do contacto direto com o desinfetante. Assim, a eficiência do desinfetante utilizado poderá ser afetada pela sujidade (Lelieved & Mostert, 2005).

Existem dois tipos de desinfecção, a desinfecção térmica e a química. A desinfecção térmica consiste na aplicação de uma temperatura elevada, durante um período de tempo definido, de forma

a eliminar as bactérias, não as removendo da superfície. Esta desinfecção é feita através de calor húmido, podendo ser utilizada água quente, para equipamentos e tubagens, vapor de água a uma temperatura entre os 70 °C e 80 °C durante 15 minutos, para tanques, e água quente pressurizada (Tetra Pak, 2015). Para o caso da desinfecção térmica em que existe uma etapa posterior de arrefecimento é necessário prevenir a entrada de ar contaminado.

No caso da desinfecção química, para além dos fatores relativos à desinfecção térmica, é necessário ter em conta a concentração do desinfetante. Existem diversos tipos de desinfetantes químicos, como o cloro, ácidos, bases e peróxidos. Estes produtos deverão ser sempre utilizados à temperatura ambiente, uma vez que o aumento da temperatura limita a utilização dos desinfetantes pela volatilidade associada aos componentes dos mesmos, podendo diminuir a sua eficiência (AESBUC/UCP, 2018).

Os desinfetantes químicos têm de ser escolhidos consoante o tipo de material da superfície pois podem ter propriedades corrosivas. Da mesma forma, os compostos químicos utilizados não podem ser tóxicos para os seres humanos, ou no caso de o serem não poderão deixar resíduos químicos quer nos equipamentos, quer no ambiente (Lelieved & Mostert, 2005; Tetra Pak, 2015).

No final da etapa da desinfecção é necessária uma etapa de enxaguamento, que retire os resíduos químicos que tenham ficado na superfície do equipamento e que poderão contaminar o produto final (Tetra Pak, 2015).

1.6.3.CIP – *Cleaning in Place*

CIP é um método automático de limpeza de um sistema fechado de tubagens ou equipamentos sem que haja a necessidade de os desmantelar (Yang *et al.*, 2018). Este tipo de lavagem reduz o número de operações efetuadas manualmente, permitindo, assim, eliminar o erro do operador, aumentar a segurança do processo e diminuir o custo associado ao tempo de limpeza. Para além destas vantagens, o sistema CIP permite que o controle da higienização seja efetuado através do painel de controlo, obtendo-se resultados reprodutíveis (Memisi *et al.*, 2015).

Existem vários tipos de sistemas CIP. Os sistemas fechados, em que se prepara uma solução de lavagem para cada utilização, utilizam-se na limpeza de equipamentos com um volume limitado, como permutadores de calor, filtros, ou sistemas de mini-CIP, e os sistemas CIP automáticos em que existe retorno da solução de lavagem (Memisi *et al.*, 2015).

O método CIP necessita de grandes quantidades de água, detergente e energia, resultando numa grande quantidade de águas residuais. Assim, quando se instala um sistema deste tipo é necessário que se faça a otimização do processo de CIP, de forma a diminuir o gasto de água e energia, mantendo as superfícies limpas. O desenho do sistema CIP tem que ser otimizado, não só por razões ambientais, como também para garantir uma higienização eficaz e eficiente. Esta otimização parte do controlo dos parâmetros que afetam a higienização, nomeadamente através de sensores de nível, temperatura e concentração dos diferentes fluidos nos tanques (Memisi *et al.*, 2015).

Um dos parâmetros que afeta a limpeza é a ação mecânica, uma vez que, esta ação mecânica, ajuda a que a sujidade quebre a barreira de energia que a mantém agarrada às superfícies

e seja drenada. A ação mecânica neste caso é aplicada pela água, ou pelo fluido utilizado para a limpeza, que deverá apresentar-se em regime turbulento. Assim, uma forma de medir a ação mecânica que um fluido possui é através do número de Reynolds, em que as tubagens com diferentes diâmetros, em conjunto com fluidos com diferentes velocidades resultam num fluxo laminar ($Re < 10\,000$) ou turbulento ($Re > 10\,000$). A temperatura do fluido poderá afetar a facilidade em se retirar a matéria orgânica que se encontra na superfície do equipamento, tal como o tempo de contacto em que o fluido se encontra com a superfície.

O processo de CIP tem várias fases, que diferem de indústria para indústria, no tipo de detergente utilizado, no tempo do processo ou até mesmo no tipo de desinfecção, dependendo do tipo de sujidade resultante de cada indústria e do tipo de equipamento que se encontra a ser higienizado. A Figura 1.14 exemplifica um tipo de central CIP, possuindo quatro tanques, com lixívia, ácido, água de arrasto e água de enxaguamento, para as diferentes etapas do CIP.

Fase de Arrasto – Esta fase é a primeira fase do processo do CIP e consiste na passagem de água através das tubagens e equipamentos utilizados durante o processo, para fazer a drenagem do seu interior, até a descarga da fase de arrasto ficar limpa (Fan *et al.*, 2018);

Fase do Detergente Alcalino – Fase seguinte à fase de arrasto em que se faz passar uma solução alcalina, para retirar a sujidade da superfície do equipamento e dissolver ou suspender a matéria orgânica na solução do detergente;

Fase de limpeza intermédia – Para remover a solução alcalina e a sujidade que se encontra dissolvida na mesma, é passada água;

Fase do Detergente ácido - A matéria inorgânica que possa ter ficado agarrada à superfície do equipamento é retirada através de uma solução ácida;

Fase de limpeza intermédia – Do mesmo modo que se fez passar água pelo equipamento a ser higienizado após o detergente alcalino, faz-se passar água para retirar a solução ácida;

Desinfecção – Para processos que necessitam de um ambiente estéril, após a fase do detergente é realizada a desinfecção de forma a eliminar os microrganismos presentes.

Enxaguamento final – No final da fase da desinfecção faz-se passar água limpa para retirar os resíduos químicos, para que o processo produtivo seguinte não seja contaminado com estes resíduos. Esta fase pode ser realizada após a fase do detergente, em alternativa à fase da limpeza intermédia, quando não existe fase do desinfetante.

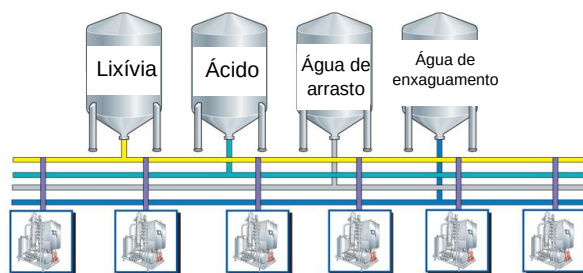


Figura 1.14 – Exemplo de um tipo de Central CIP (Tetra Pak, 2018)

Devido aos elevados gastos em água e energia associados a este tipo de processo de higienização, algumas indústrias procedem à recuperação da água e do detergente, como forma de redução de custos e melhorias ambientais.

Assim, a água resultante da fase do enxaguamento final poderá ser recuperada para a fase de arrasto do CIP seguinte, tal como a água com detergente resultante da fase do detergente ou do início da fase do enxaguamento poderá ser recuperada para a fase do detergente seguinte, através da medição da condutividade, garantindo que tanto a água, como o detergente, se encontram livres de matéria orgânica (Yang *et al.*, 2018).

1.6.4.COP – *Cleaning out of Place*

O COP consiste na limpeza das peças amovíveis de um equipamento, isto é, após a produção alimentar, procede-se ao desmantelamento das peças que constituem o equipamento de produção alimentar, a higienização das peças é realizada normalmente num tanque com uma solução de limpeza com água quente. Os tanques utilizados devem ter o tamanho adequado para as peças de maiores dimensões e para peças de pequenas dimensões. Da mesma forma que o CIP, a limpeza deverá ter em conta os seguintes parâmetros: a concentração do agente químico utilizado como detergente, a temperatura e o tempo de limpeza (Ryther, 2014).

O processo de higienização COP consiste em cinco operações básicas, algumas delas utilizadas no processo de higienização CIP, operadas da seguinte forma:

- Fase de arrasto – A fase de arrasto consiste em retirar possível produto que se encontre na superfície das peças, sendo que o objetivo final é que este fique visualmente limpo, isto é, sem sujidade;
- Fase do Detergente – Na fase do detergente, utiliza-se a solução de limpeza e a ação mecânica através da utilização de auxiliares de limpeza como escovas e escovilhões, esta fase é a mais importante do processo COP;
- Fase de Limpeza Intermédia – A fase da limpeza intermédia é de extrema importância uma vez que afeta a eficiência da desinfeção. Utiliza-se água a uma temperatura entre 50-75 °C, de forma a remover os resíduos de sujidade e detergente e prevenir o depósito de resíduos de sujidade na superfície das peças (Ryther, 2014);
- Desinfeção – Usualmente a desinfeção neste sistema consiste num processo de desinfeção química, no entanto também poderá ser uma desinfeção térmica. O objetivo desta etapa é o de eliminar os microrganismos que se encontram na superfície das peças
- Fase de Enxaguamento – A fase de Enxaguamento aplica-se apenas no caso de a desinfeção ser química, de forma a retirar os resíduos químicos provenientes do agente químico utilizado como desinfetante.(Keener, 2016; Ryther, 2014)

1.6.5.OPC – Open Place Cleaning

O processo de OPC é aplicado na higienização de zonas da indústria, em que não é possível desmontar o equipamento, e não é possível a realização do processo COP, nem do processo CIP devido à natureza do equipamento.

Tipicamente, o ambiente industrial é higienizado desta forma, havendo uma limpeza manual dos equipamentos e das zonas envolventes, retirando os resíduos de produto antes da utilização de água, para diminuir a carga orgânica da água residual resultante. Após se retirarem os resíduos de produto, que se encontrem em grandes quantidades nas linhas produção, realiza-se a higienização.

Nestes sistemas de higienização, podem utilizar-se espumas ou sistema de ar, água ou vapor de água a altas pressões. Na utilização de espumas a solução de limpeza, com uma concentração conhecida, encontra-se num tanque, e conhece-se o tempo em que a espuma deverá ficar em contacto com a superfície a limpar, de modo a dissolver a matéria orgânica, no caso dos detergentes, ou a aumentar a eficácia da morte microbiana, no caso dos desinfetantes. A espuma é formada através da mistura de uma solução de detergente ou de desinfetante com ar, sendo aplicada com pressão nas superfícies a serem higienizadas (Ryther, 2014).

No caso de equipamentos com materiais mais sensíveis a determinados agentes químicos é utilizado um sistema de ar, água ou vapor de água a altas pressões. Normalmente, o vapor de água é utilizado como forma de desinfetar o equipamento. A utilização deste tipo de sistemas, de espuma ou de utilização de ar, água ou vapor de água a altas pressões, implica que não existam linhas de produção em laboração nas zonas próximas à linha que se encontra a ser higienizada, para que não haja o risco de contaminação química ou biológica das outras linhas (Ryther, 2014).

1.7. Validação do C&D

A validação é o ato de prova e documentação de que um processo, procedimento ou método executado de forma consciente leva a um resultado expectável. No caso da higienização de um equipamento, a validação deve provar que a execução correta do processo implementado, resulta numa higienização efetiva. Após a validação, o mesmo processo deverá continuar a ser monitorizado e verificado, devendo a indústria continuar a proceder ao controlo da higienização, através da observação e medição dos parâmetros estabelecidos para esses efeitos. A indústria deve igualmente verificar, pelos documentos da monitorização, que o processo continua a resultar no objetivo inicial da validação (Brinkman et al., 2016).

Assim, procede-se inicialmente à verificação, em que se obtém a evidência de que o processo de limpeza e desinfecção se encontra de acordo com a documentação. Em seguida, procede-se à validação, em que se obtém a evidência de que o programa de limpeza é efetivo. Finalmente, procede-se à monitorização, em que se realizam medições de rotina durante as limpezas que servem como indicadores de que os processos de limpeza e desinfecção se encontram sob controlo, no caso de alguma destas premissas não se encontrar sob controlo, terá de se voltar a proceder às etapas anteriores.

O objetivo da validação de uma higienização é provar que um equipamento se encontra realmente limpo, isto é, sem produto ou sujidade, resíduos microbiológicos, químicos, físicos ou alergénios, para prevenir a contaminação cruzada entre produtos diferentes. A validação do C&D deverá ser aplicada entre produtos, em particular se o produto é consumido por consumidores de risco, nomeadamente, crianças, mulheres grávidas, pessoas imuno-suprimidas, idosos e pessoas que sofram de alergias, quando existe risco de contaminação ou de contaminação cruzada com microrganismos patogénicos, toxinas ou alergénios, e considerando sempre o pior dos cenários (Brinkman *et al.*, 2016).

Muitas vezes os processos de C&D, seja CIP ou COP são realizados seguindo um protocolo, isto é, uma sequência estabelecida de operações, denominados SOP's (do inglês *Standard Operation Procedure*), que devem ser alterados de forma a otimizar o processo e a diminuir o risco de contaminação do produto final pelo Departamento da Qualidade em conjunto com o Departamento de Produção (Brinkman *et al.*, 2016; Kakurinov, 2013). As SOP's dão indicações quanto à frequência de higienização, à qualidade da água, ao tipo de agentes utilizados, tanto a nível de detergentes como desinfetantes, aos parâmetros da higienização, como temperaturas, tempos de limpeza, equipamento utilizado, concentração dos agentes utilizados e às responsabilidades dos intervenientes na higienização. A correta execução das tarefas de limpeza implica que os operadores que as realizam tenham de ter treino específico, quer do ponto de vista da higienização, quer do ponto de vista da amostragem.

A primeira forma de controlar uma higienização é através da utilização dos sentidos, isto é, através da visão, tato e odor, por isso os equipamentos devem estar visualmente limpos, sem resíduos de sujidade ao toque e sem presença de odor (Kakurinov, 2013). Apesar de este método ser rápido e não necessitar de nenhum tipo de equipamento de monitorização, a não ser o operador da higienização, não consegue detetar contaminação microbiológica, química ou de alergénios. Assim, para além da avaliação visual, é necessário que outros parâmetros de avaliação do C&D sejam monitorizados e avaliados, quer se trate de uma higienização através do processo CIP ou COP (Kakurinov, 2013). A monitorização da eficiência da higienização deverá ser realizada durante a higienização, o que implica que se avalie a concentração do detergente e desinfetante, a temperatura da água e o tempo de contacto. Para o processo CIP, não é possível haver uma avaliação visual da higienização, apenas é possível fazer a monitorização através da medição da condutividade, concentração do detergente utilizado, temperatura, caudal e tempo (Kakurinov, 2013).

Para a validação do C&D é necessário considerar alguns pré-requisitos, nomeadamente é necessário verificar se equipamento está a ser utilizado para a intenção com que foi construído, se os agentes químicos utilizados pelos detergentes ou desinfetantes podem danificar o material de que é feito o equipamento e quais as características químicas e microbiológicas da água utilizada na higienização, sendo a dureza da água, a condutividade e o pH alguns dos parâmetros mais importantes a ter em conta (Brinkman *et al.*, 2016).

De seguida é necessária uma avaliação do risco, assim terá de se fazer uma observação do equipamento em causa, dos detergentes e desinfetantes utilizados, do tipo de C&D, do tipo de produto e dos potenciais perigos que poderão ocorrer e qual a sua probabilidade.

Na avaliação de risco há que ter em consideração os seguintes pontos:

- Nível de segurança – Qual o nível de limpeza do equipamento que é necessário para se obter um produto final dentro dos limites estabelecidos para os diversos perigos;
- Pior cenário – Qual a zona do equipamento mais difícil de limpar e que partes do equipamento necessitam ser desmontadas para a realização da higienização, para que os operadores tenham atenção aos pontos dos equipamentos com maiores problemas. Para conhecer qual a localização dos equipamentos com maiores problemas do ponto de vista da higienização é necessário conhecer os fluxogramas de produção e os diagramas de tubagens e válvulas (P&ID's) (Brinkman *et al.*, 2016; FDA, 2014).
- Tipo de produto – Quais as propriedades físicas, químicas e microbiológicas do produto alimentar (viscosidade, atividade de água, pH, alergénios, nutrientes, a sua adesão e reatividade) e qual o tipo de sujidade originada durante a produção (Brinkman *et al.*, 2016).
- Tempo de paragem – Quanto tempo irá uma peça de um determinado equipamento estar sem utilização antes de ser higienizada, esta questão é especialmente importante pelo facto do produto secar na superfície do equipamento, diminuindo a eficiência da higienização, e quanto tempo estará sem utilização desde a sua higienização até à produção seguinte (Brinkman *et al.*, 2016; FDA, 2014).
- Tipo de limpeza – Quando é realizada a limpeza do equipamento durante a produção, nomeadamente quando a se trata de uma produção longa, faz-se uma paragem na produção para a higienização ou apenas no final da produção do produto em causa.
- Método de C&D – Qual o processo de higienização utilizado (CIP, COP ou OPC).
- Tipo de agentes de limpeza – Quais os detergentes e desinfetantes utilizados e quais as suas características químicas, como a concentração, condutividade e pH.

É expectável que mesmo com a avaliação do risco, haja equipamentos ou instalações, que consumam mais tempo de limpeza devido à natureza do equipamento, por não possuírem um desenho higiénico. Tendo em conta a avaliação de risco, têm de ser estabelecidos critérios de aceitação para os diversos tipos de controlo, ou seja, de valores limite que não poderão ser ultrapassados.

Os critérios de aceitação poderão ser os limites de resíduos encontrados nas superfícies dos equipamentos ou nas águas de enxaguamento, sendo que os parâmetros normalmente avaliados no final de uma higienização são as contagens de Enterobacteriaceae, microrganismos mesófilos totais, condutividade, pH e presença de determinados alergénios. As técnicas de amostragem e os métodos analíticos utilizados deverão ter em conta o tipo de analito – produto produzido e a localização onde se irá proceder à amostragem.

Os procedimentos de amostragem deverão ser conhecidos pelos operadores que realizam a higienização, de modo a ser possível a obtenção de resultados reprodutíveis. Estes resultados são considerados conformes quando se encontram dentro dos critérios de aceitação, isto é, quando

indicam uma higienização eficaz, e considerados resultados não conformes quando se encontram fora dos limites dos critérios de aceitação, isto é, quando indicam uma higienização deficiente. A existência de resultados não conformes indica que o procedimento de limpeza não está a ser bem executado ou que terá de ser revisto.

Para validação efetiva da higienização é necessário que se obtenham consecutivamente três resultados positivos nos controlos realizados. Assim, se um dos resultados for negativo, o procedimento de higienização deverá ser novamente revisto e o processo de validação recommençado. Se ocorrer qualquer tipo de alteração do desenho do equipamento, processo de produção ou tipo de higienização, e em situações em que após a validação se observa perda de qualidade ou segurança alimentar, alteração da legislação e avanço tecnológico dos conhecimentos científicos deverá proceder-se a uma revalidação da higienização (Brinkman *et al.*, 2016).

1.8. Unilever – Fima

A Unilever é uma das principais empresas de bens de consumo do mundo, vendendo bens nas mais diversas áreas de negócio a mais de 2,5 mil milhões de pessoas por dia, nomeadamente em *Food & Refreshment* (Alimentar e Bebidas), *Home Care* (Cuidado da Casa) e *Personal Care* (Cuidado Pessoal), em mais de 190 países e possui cerca de 400 marcas, entre as quais trinta são consideradas das melhores marcas do mundo, incluindo a Lipton®, Knorr®, Dove®, Axe®, Hellmann's®, Omo®, Cornetto®, Magnum® (Unilever, 2017).

A história desta grande empresa começou nos anos 90 do séc. XIX por William Hesketh Lever, que fundou a empresa Lever Brothers e se popularizou em Inglaterra pelo produto revolucionário Sunlight Soap. Nos anos 70 do mesmo século, em Oss, Brabant, na Holanda, tinham sido abertas duas fábricas para produção de margarina por Jurgens e Van den Bergh.

A 1 de Janeiro de 1930 é oficialmente fundada a Unilever, com o acordo entre a Lever Brothers e a Margarine Unie, resultante da união entre as empresas de margarina Jurgens e Van den Bergh. Esta parceria foi fortuita visto que foram adquiridas diversas empresas a nível mundial de diferentes áreas de negócio, que sofrendo com as variações da sociedade algumas terão sido alienadas, nomeadamente a Diversey da área da higiene industrial, e outras compradas como a Bestfoods da área alimentar (Unilever FIMA, 2018a).

Durante os passados 88 anos, a Unilever teve uma estrutura dual anglo-holandesa, com duas sedes, uma em Londres e outra em Roterdão, e como tal dependente da legislação dos dois países. No entanto, no ano de 2018 a direção da Unilever tomou a decisão de ter apenas sede em Roterdão e consequentemente estar apenas dependente da legislação em vigor na Holanda (Grande Consumo, 2018; Holton & Sandle, 2018).

O seu logotipo atual (Figura 1.15) reflete a missão da empresa sendo composto por 25 ícones diferentes que representam a empresa e as suas marcas, a ideia de vitalidade e os benefícios que oferece aos consumidores e ao mundo em que opera (Unilever FIMA, 2018d).



Figura 1.15 – Logotipo atual da Unilever (Unilever, 2017)

Em Portugal, a Unilever começou por uma relação comercial com a empresa Jerónimo Martins, que se efetivou em 1949 numa parceria entre as duas empresas, resultando nas empresas Fima, LeverElida e Olá, que alteraram a sua denominação para Fima, Lever e IgloOlá, e anos mais tarde foram fundidas numa só companhia, a Unilever Jerónimo Martins, Lda. (Unilever FIMA, 2018b).

O Grupo Jerónimo Martins começou numa casa de comércio fino no centro de Lisboa, mais precisamente no Chiado, de um imigrante galego, adquirida por Francisco Manuel dos Santos com os seus parceiros dos Grandes Armazéns Reunidos, e expandindo-se por todo o mundo (Fundação Francisco Manuel dos Santos, 2018).

Atualmente a empresa Unilever Jerónimo Martins, Lda., modificou a sua designação social para Unilever – FIMA (Figura 1.16), pelo respeito e reconhecimento que tem no mercado nacional (Unilever FIMA, 2018b), no entanto continua a ter uma participação por parte do Grupo Jerónimo Martins, com a Fundação Manuel dos Santos (Fundação Francisco Manuel dos Santos, 2018).



Figura 1.16 – Logotipo atual da Unilever – FIMA (Unilever FIMA, 2018b)

A Unilever FIMA possui em Portugal três unidades produtivas em Santa Iria da Azóia, no concelho de Loures, onde se realiza: a produção de bolacha para gelado, na Fábrica da Bolacha; de gelados, na Fábrica do Gelado Olá®; e a produção de Caldos KNORR®, na Fábrica da KNORR® (Unilever FIMA, 2018d).

1.8.1. A marca Olá®

A marca Olá® advém da “Heartbrand”, que é uma marca da Unilever da categoria de gelados. Os seus produtos são vendidos em mais de 40 países por todo o mundo sobre diferentes nomes, em Inglaterra e na maior parte da Ásia é conhecida como Wall's, na Itália como Algida, na Alemanha como Langnese, no Brasil como Kibon e na Holanda como Ola. Estes nomes derivam das marcas originais dos países em causa que foram adquiridas pela Unilever de modo a manter a imagem de marca da empresa (Unilever FIMA, 2018a).

Em Portugal a denominação da marca “Heartbrand” é Olá®, (Figura 1.17) advém da aquisição da empresa Francisco & Trancoso em 1959, e da empresa Rajá em 1970 (Unilever FIMA, 2018b).



Figura 1.17 – Logotipo da Marca “Heartbrand” (Unilever, 2018)

1.8.2. Layout da Fábrica do Gelado da Olá

A fábrica da Olá está dividida em diversas zonas, que estão relacionadas com o tipo de etapa do processo de produção de gelado (Figura 1.18). Assim, existe uma zona onde se recebem as matérias-primas, seguida de uma zona de armazenamento das mesmas, nomeadamente o armazém de matérias-primas e de materiais de embalagem, denominada por **C**. Existe ainda um parque de óleos e glucose, onde se encontram depósitos que armazenam os óleos necessários para a produção de gelado.

Na sala de misturas, denominada por **A**, procede-se à pesagem e mistura das matérias-primas nos misturadores, posterior homogeneização no homogeneizador e pasteurização e pasteurizador. Fazem ainda parte da sala das misturas a sala dos maturadores, que se encontra a uma temperatura de - 4 °C, para onde é encaminhada a mistura após a sua pasteurização, e a sala de chocolate, onde se encontram os depósitos com chocolate para as coberturas dos gelados. Na Sala das Misturas encontra-se a Central CIP, denominada por **J**, nesta central é controlado o programa de limpeza e desinfeção automático dos equipamentos da Sala da Misturas, Sala dos Maturadores e da Produção.

O *cross point* é uma zona intermédia entre a sala dos maturadores e a produção, onde se encontram cruzadas as tubagens, havendo tubagens de distribuição de mistura e cobertura para as linhas de produção e ainda as tubagens relativas à higienização dos refrigeradores, bombas, válvulas através de CIP.

Antes da entrada na produção, os operadores utilizam o vestiário, denominado por **H**. A entrada para a produção, denominada por **G**, é passagem obrigatória para os operadores e visitantes da produção, onde fazem a limpeza dos sapatos, lavagem e desinfecção das mãos e colocação dos equipamentos de proteção individual (EPI's). A zona de produção, denominada por **B**, onde é efetivamente realizado o gelado, encontra-se em condições de limpeza *Standard Care*. Finalmente existe ainda uma zona de armazenamento refrigerado para o produto acabado, que se trata de uma câmara de congelação a - 28 °C, denominado por **E**.

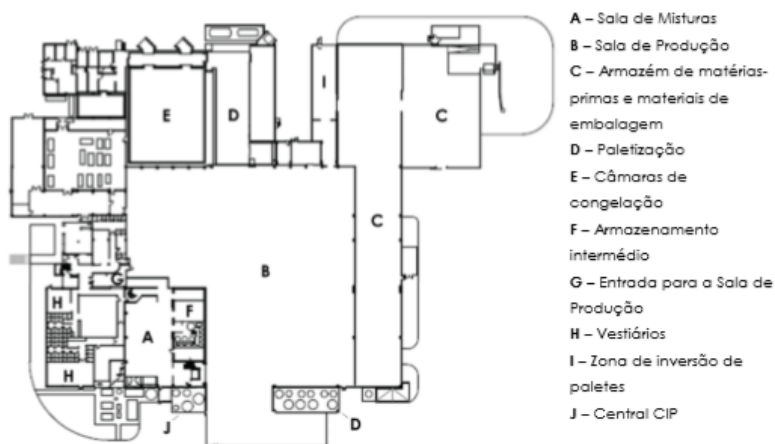


Figura 1.18 – *Layout* da Fábrica dos Gelados. Adaptado de documento interno.

A sala dos maturadores, faz parte da sala das misturas, e é onde se encontram 42 maturadores, depósitos gémeos com agitação onde ficam as misturas após a pasteurização para a formação dos cristais de gelo e aumento da palatibilidade do gelado. Esta sala encontra-se a uma temperatura de - 4 °C. Estes equipamentos são higienizados através de um sistema automático, através de CIP, dependente de um programa informático controlado na sala de comando pelos sensores que se encontram nos maturadores, e nas bombas de retorno, não havendo higienização manual. O sistema de CIP é constituído por dois depósitos, sendo que um contém água e outro contém detergente com água.

A garantia de ausência de mistura entre os fluidos da higienização e da produção é conseguida através de válvulas colocadas nas tubagens, que evitam que enquanto se esteja a produzir haja contaminação da mistura por água ou detergente. No caso de um maturador estar a ser higienizado, o maturador gémeo poderá conter mistura no interior, sem que haja contaminação do maturador com mistura ou da mistura com a solução de limpeza.

O sistema CIP é controlado através da medição da condutividade e temperatura, sendo as suas diversas fases controladas através do tempo, velocidade, temperatura e condutividade do fluido. A produção é o espaço onde se encontram as 9 linhas de produção de gelados com diversos formatos e sabores, contendo as suas especificidades, pelo que o tipo de higienização de cada linha é diferente, mesmo quando são parecidas entre si.

1.8.3. Objetivo do trabalho

A validação dos processos de higienização é um procedimento obrigatório, exigido pelos requerimentos de qualidade. Conforme já referido, a validação é uma comprovação da correta implementação dos procedimentos e da eficácia da higienização. Os procedimentos de higienização devem ser revistos e devidamente validados sempre que ocorram mudanças nos processos de produção.

A presente dissertação resulta de um estágio de 6 meses com início em fevereiro de 2018 e final em julho de 2018, na fábrica da FIMA OLÁ, em Santa Iria da Azóia, com o objetivo de validar os procedimentos de higienização de diferentes zonas da fábrica, nomeadamente os procedimentos de higienização:

- 1) De todos os pares de maturadores existentes na sala de maturadores
- 2) Dos refrigeradores que alimentam as linhas de produção
- 3) Das 9 linhas de produção de gelado.

O presente trabalho foi a continuação de um estudo realizado por técnicos da qualidade da fábrica do gelado, uma vez que se trata de uma normativa da Unilever a validação da limpeza e desinfeção dos equipamentos de produção de alimentos.

2. Metodologia

A validação dos processos de higienização das várias zonas em estudo da Fábrica de Gelados da Olá foi um processo que envolveu diversas etapas. A primeira etapa consistiu na **revisão do processo de fabrico** dos diferentes tipos de gelados de forma a compreender o processo de fabrico, desde a sala das misturas até às linhas de produção. Nesta etapa foi também verificada a forma de prevenção da contaminação cruzada com alergénios entre produções. Após a revisão da documentação interna disponível, foi realizada a **verificação do processo produtivo**, ou seja, fez-se o acompanhamento da produção de forma a verificar a conformidade da documentação disponível com o processo de produção. Esta primeira etapa foi fundamental para perceber as especificidades dos processos de higienização.

Na segunda etapa realizou-se **uma revisão do processo de limpeza e desinfeção**. No âmbito deste trabalho fez-se a revisão do processo CIP em alguns equipamentos da sala das misturas, da sala dos maturadores e da de produção. Nesta fase, estudaram-se os procedimentos de limpeza implementados e os parâmetros de controlo do processo. Após este estudo, iniciou-se a **verificação do processo de limpeza e desinfeção**. Esta etapa consistiu na observação da forma como estavam a ser realizadas as operações de higienização, de modo a verificar se todos os procedimentos estavam a ser completamente respeitados. Nos casos em que tal não acontecia foram revistos os procedimentos e foram propostas e implementadas as alterações necessárias para resolver os problemas detetados.

Para validação dos processos de higienização das várias zonas em estudo da Fábrica de Gelados da Olá foi necessário **escolher os produtos e os locais de amostragem**, recolher amostras, fazer análises microbiológicas e físico químicas e analisar os resultados obtidos. Para além dos indicadores de higiene, que são os controlos finais é necessário controlar todos os parâmetros de processo, isto é, no caso do CIP, controlar a temperatura, o tempo, a condutividade e a velocidade. Estes parâmetros possuem gamas de valores de referência, e os valores medidos devem estar dentro dessas gamas.

2.1. Recolha de amostras

Para validação dos procedimentos de higienização foi necessário realizar análises às superfícies e às águas de enxaguamento. Antes da colheita procedeu-se a uma inspeção visual de modo a garantir que a zona dos pontos de colheita se encontrava visualmente limpa. No caso de este pressuposto não se verificar, teria de ser realizada uma nova higienização antes de se proceder à amostragem.

A colheita de amostras para análise da higienização das superfícies foi efetuada por *swabbing*, isto é, por intermédio da utilização de uma zaragatoa estéril. As amostras foram recolhidas após a desinfeção, nas superfícies que, devido ao seu desenho são mais difíceis de serem higienizadas, nomeadamente nos cantos de tubagens, *death ends* ou válvulas. No caso dos maturadores, e uma vez que se tratam de tanques, apenas é possível retirar zaragatoas da parte superior das paredes, não se conseguindo retirar zaragatoas do fundo do maturador. Depois do

swabbing, as zaragatoas foram mergulhadas no diluente (solução de triptona-sal) para posterior quantificação em laboratório dos microrganismos presentes na superfície (FDA, 2014; Kakurinov, 2013).

As águas de enxaguamento foram recolhidas para um copo estéril após o processo CIP, sendo posteriormente analisadas em laboratório. A análise das águas de enxaguamento é vantajosa no sentido em que, estas águas chegam às zonas mais escondidas das tubagens e equipamentos e abrangem uma área superior de contacto em sistemas onde não é possível realizar outros tipos de amostragem, como tanques e tubagens higienizadas através do processo CIP (FDA, 2014). Após o processo de CIP, os operadores das linhas fazem a purga do refrigerador e recolham a água de enxaguamento. No caso dos maturadores existe uma tubagem de purga por onde sai a água de enxaguamento.

2.2. Análises microbiológicas

A eficácia da higienização foi avaliada recorrendo à contagem de microrganismos mesófilos totais e a deteção de enterobactérias (critérios de higiene).

Para a determinação de microrganismos mesófilos totais foi utilizado o meio de cultura *Plate Count Agar* (PCA) com a incubação a 37 °C, durante 48 h seguindo a norma ISO 4833:2013. Para a deteção de enterobactérias foi utilizado o meio de cultura *Violet Red Bile Dextrose Agar* (VRBD), tendo a incubação sido efetuada a 37 °C, durante 24 h, seguindo a norma ISO 21528-2:2004.

2.3. Deteção de alergénios

A deteção de alergénios começou por uma inspeção visual de forma a garantir que eram visíveis resíduos de alergénios no equipamento ou nas suas imediações. No caso de se detetarem resíduos de alergénios seria necessário repetir a operação de higienização (Jackson *et al.*, 2008).

A deteção de alergénios nas superfícies e nas águas de enxaguamento foi efetuada através da utilização de diversos tipos de testes.

2.3.1. Testes Neogen's Reveal® 3-D para alergénios alimentares

Encontram-se disponíveis testes Neogen's Reveal® 3-D para uma grande variedade de alergénios alimentares. O teste a aplicar em cada caso foi escolhido consoante os alergénios que se encontravam presentes nos produtos produzidos anteriormente à operação de higienização. Os testes Neogen's Reveal® 3-D são qualitativos, pelo que o limite de deteção pode não ser suficiente para garantir que a inexistência do alergénio na superfície ou na água de enxaguamento. No entanto, quando o resultado obtido é positivo, quer dizer que de facto existe presença do alergénio no meio utilizado para a deteção, quando o resultado é negativo poderá existir uma quantidade mínima não detetável pelo ensaio (Neogen Corporation, 2014).

Estes testes são ensaios imunocromatográficos de fluxo lateral. A amostra é absorvida numa zona que contém os anticorpos específicos para o alergénio conjugados com partículas coloridas. Quando o alergénio está presente na amostra, este será capturado pelos anticorpos conjugados,

migrando o complexo anticorpo-marcado alergénio, por capilaridade. Quando chega à linha de teste, que corresponde a uma zona onde se encontra imobilizado um anticorpo específico para o alergénio alvo, o complexo liga-se a este anticorpo fazendo com que a linha de teste fique colorida. Estes testes possuem uma janela de observação, por baixo desta janela existem três letras: T (*test*), O (*overload*) e C (*control*), as linhas que irão aparecer na janela de observação são relativas às letras (Figura 2.1). O resultado é negativo quando não aparece linha no T, mas aparece linha no O e no C (Figura 2.1 A), querendo este resultado dizer que se houver alergénio, este encontra-se abaixo do limite de deteção. O resultado é positivo quando aparecem as linhas no T, O e C (Figura 2.1 B), querendo este resultado dizer que a quantidade de alergénio no ponto de amostragem se encontra acima do limite de deteção. O resultado é inválido quando não aparece linha no C (Figura 2.1 C), uma vez que o não aparecimento desta linha indica que a amostra não migrou, e é alto positivo quando não é visível a linha O, querendo dizer que a amostra se encontra com uma quantidade bastante superior ao limite de deteção (Neogen Corporation, 2018).

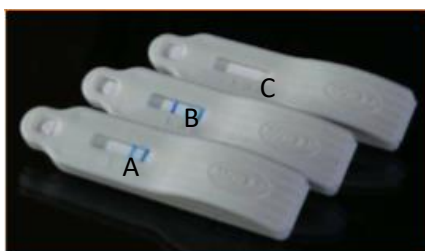


Figura 2.1 – Testes imunocromatográficos de fluxo lateral. A- Resultado Negativo; B – Resultado Positivo; C- Resultado inválido (Mondelez International, 2015)

2.3.2. Testes para deteção de Proteína Total

A deteção de Proteína Total é um método que deteta proteínas dos alimentos nas águas de enxaguamento e em superfícies, através da utilização de uma zaragatoa que em contacto com uma solução reveladora irá alterar a sua cor consoante se detetam ou não resíduos de proteínas. No entanto, este tipo de teste tem uma limitação, uma vez que apenas deteta a presença de proteína, ao contrário dos kits de alergénios, que são específicos para uma determinada proteína (3M, 2018; Jackson *et al.*, 2008).

Quando se realiza o teste da Proteína Total a cor obtida é comparada com a etiqueta que se encontra no teste, sendo a cor obtida indicativa do nível de resíduos de proteína. Assim, se a reação originar uma cor verde, quer dizer que não existem resíduos de proteína, e trata-se de um resultado aprovado; Se a cor for cinza, o resultado é inconclusivo; Se a cor for roxa, indica um resultado reprovado, uma vez que esta cor indica a existência de resíduos de proteína (3M, 2018).

2.3.3. Ensaios ELISA

Os ensaios ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) são utilizados para avaliar a presença de alergénios ao primeiro produto a ser produzido após a higienização da linha de produção em que houve produção de gelados com alergénios (Kakurinov, 2013). Estes ensaios são realizados em laboratório e detetam quantitativamente e qualitativamente as proteínas relativas aos alergénios (Jackson et al., 2008).

2.4. Análises físico-químicas

A deteção de perigos químicos foi efetuada através de inspeção visual e de análises físico-químicas, nomeadamente através da medição do pH e da condutividade. Na inspeção visual, observou-se, quando possível, se existiam resíduos de espuma na água de enxaguamento. Este tipo de inspeção apenas se consegue realizar em depósitos onde é possível a observação do seu interior.

Uma vez que o detergente utilizado nesta higienização é um detergente alcalino, em que uma concentração de 1% corresponde a 12 unidade de pH e uma condutividade 5,7 mS/cm, a medição do pH e da condutividade pode ser utilizada como um indicador da presença de resíduos químicos, obrigando novamente à passagem de água nas superfícies.

Para a determinação do pH nas águas de enxaguamento resultantes do processo CIP foi utilizado um potenciómetro de bancada com elétrodo de vidro Metrohm 780 pH Meter e para a determinação da condutividade foi utilizado um condutímetro portátil WTW Multi 3420 com um sensor WTW TetraCon 925. A deteção de resíduos químicos em superfícies, nomeadamente no topo dos maturadores, foi efetuada recorrendo a fitas de pH (Figura 2.2).



Figura 2.2 – Fitas Indicadoras de pH a) Escala Indicadora do pH 0 ao 7 b) Escala Indicadora do pH 7 ao 14.

2.5. Detecção de perigos físicos

O método utilizado para controlo dos perigos físicos, resultantes do equipamento ou do produto, foi a inspeção visual. Assim, no final de cada etapa da higienização observou-se a linha e os equipamentos que a constituem, e no caso da mesma não se encontrar visualmente limpa, com resíduos de produto ou de partes do equipamento teria de ser realizada uma nova higienização.

2.6. Determinação do Limite de Aceitação

Nas superfícies dos equipamentos os parâmetros analisados foram as enterobactérias, microrganismos totais a 37 °C, pH e alergénios. Em relação aos alergénios o critério de aceitação foi a ausência de alergénios nas superfícies. Os limites máximos para os diferentes parâmetros foram <100 UCF/cm² para os microrganismos totais a 37 °C, ausência de enterobactérias, sendo os resultados expressos em <5 UCF/cm² ou <10 UCF/cm², dependendo da diluição realizada, pH neutro utilizando a tabela de cores que se encontra na caixa das fitas de pH (Figura 2.2) e ausência de alergénios.

Nas águas de enxaguamento, os parâmetros analisados foram idênticos aos das superfícies, sendo ainda realizada a análise da condutividade. Os limites máximos para os parâmetros microbiológicos referentes às águas de enxaguamento foram <100 UCF/mL para microrganismos totais a 37 °C e ausência de enterobactérias (<1 UCF/mL). Para a condutividade o limite fixado foi $\pm 0,05$ mS/cm a 25 °C, em relação à água de entrada no tanque CIP, e para o pH o limite foi de $\pm 0,5$ unidades de pH, também em relação à água de entrada no tanque CIP.

A água de entrada nos tanques de CIP é uma água tratada, fornecida pela entidade gestora de distribuição de água, no caso os SIMAR de Loures e Odivelas. Esta água é posteriormente descalcificada e reclorada antes de entrar nos depósitos de CIP. A água recebida possui um pH e uma condutividade média de 8,0 unidades de pH na escala de Sørensen e 180 μ S/cm, respetivamente. Contudo, estes valores são alterados pelo tratamento de descalcificação.

A condutividade e o pH da água não são parâmetros conservativos, pelo que poderão ocorrer flutuações ao longo do abastecimento, daí que se adopte como limite de aceitação um intervalo máximo de variação em relação ao valor inicial.

3. Resultados e Discussão

3.1. Revisão e verificação do Processo de Fabrico

Na revisão do processo de fabrico observou-se a produção de diferentes tipos de gelados, em diferentes tipos de máquinas, de forma a compreender todos os processos. Tendo em conta o tipo de equipamentos e o tipo de tubagens utilizadas, verificaram-se os *layouts* da unidade fabril, de forma a compreender o processo de fabrico, desde a produção da mistura, na sala das misturas, à passagem pelo pasteurizador e ao seu encaminhamento para os maturadores, o *cross point* e as linhas de produção. Apesar de não existir um P&ID completo da Sala das Misturas, que compreende os diâmetros das tubagens e as válvulas que nelas se encontram, existem fluxogramas e esquemas que ajudam a ter uma perceção das tubagens. Foi possível também conhecer os alergénios utilizados na produção do gelado, existindo uma base de dados onde constam os alergénios, mesmo que em quantidades ínfimas referentes aos gelados produzidos. Após a revisão da documentação interna disponível, verificou-se se a documentação disponível se encontrava em conformidade com o processo de produção, fazendo-se o acompanhamento da produção.

Existem 2 pares de maturadores maioritariamente utilizados para produção de gelados que não contêm leite, diminuindo a probabilidade de contaminação cruzada nos maturadores, nomeadamente os pares de maturadores 121 e 122 e 531 e 532. Da mesma forma, existem determinados pares de maturadores utilizados para misturas com outro tipo de alergénios.

Os alergénios representam um perigo bastante relevante. Assim no planeamento, normalmente a produção mais complexa é realizada continuamente e depois é alterado o planeamento de forma regular para outros tipos de produção que não estão tão expostos aos perigos, isto é, quando o gelado produzido tem um alergénio, a sua produção é alargada para um período de tempo superior, enquanto para produções sem alergénios, dois tipos de gelados poderão ser produzidos de forma intercalada.

Outra condicionante a nível do processo de fabrico é o planeamento, que é uma área de gestão que organiza a produção, fazendo a gestão dos pedidos por parte dos clientes e das matérias-primas entregues pelos fornecedores. Por vezes existem avarias nos equipamentos que atrasam a produção e o tempo entre as paragens terá de ser medido, pois é o tempo em que a linha de produção se encontra sem produzir, pelo que existe um tempo limite em que a mesma terá de ser obrigatoriamente higienizada. O facto de potencialmente atrasar a produção obriga a ajustes por parte da sala das misturas, tanto no débito de mistura, como na posterior lavagem quer dos equipamentos, quer dos maturadores.

Outra característica do processo produtivo do gelado reside no facto de uma linha produzir diversos tipos de gelados obrigando à utilização de equipamentos diferentes, ou à não utilização de determinados equipamentos. Assim, pode haver necessidade de alterar os bicos de enchimento ou os moldes entre produções. Quando se faz o planeamento da produção têm-se em atenção estas características de forma a haver tempo destinado para alteração dos equipamentos e regulação do débito de mistura para o tipo de gelado que se irá produzir.

Antes de se iniciar a produção efetiva realizam-se testes, onde se regula o débito de mistura e se avaliam as CRQS, isto é, as características que o gelado deverá ter para o consumidor, e que foram estipuladas pela Unilever como recomendações para o gelado ter qualidade. Estes registos são guardados e servem para verificação do processo de produção. Deste modo, quando existem reclamações relacionadas com estas características pode observar-se se de facto a falta de qualidade ocorreu e por que razão ocorreu.

Durante toda a produção são realizados ajustes às condições, pois existem flutuações de débito de mistura ou ocorrem desvios no funcionamento dos equipamentos, que podem traduzir-se em erros de qualidade, não podendo por isso ser dispensada a presença dos operadores de forma constante. Assim, apesar da maior parte das linhas de produção ser automatizada e algumas possuírem *robots* que realizam tarefas de deslocação ou embalagem, estes equipamentos poderão cometer erros, que através da redundância e do trabalho homem-máquina são minimizados e corrigidos de forma a otimizar a produção.

O departamento de qualidade efetua regularmente a amostragem do produto final de forma a garantir a qualidade dos lotes produzidos ao longo da produção. Quando existem lotes com amostras que não se encontram dentro dos limites de conformidade para o produto final, o lote é bloqueado e é realizada uma re-amostragem, de forma a confirmar a não conformidade do lote e verifica-se igualmente o processo de produção para rastrear o que terá ocorrido para a eventual contaminação/defeito do produto ou do lote.

3.2. Revisão do Processo de Limpeza e Desinfecção

Na produção existem nove linhas diferentes entre si, pela especificidade dos seus equipamentos e das máquinas, algumas são higienizadas através de COP e de OPC. Existem para além das máquinas, túneis de congelação e zonas de embalagem robotizadas, que pela sua sensibilidade são higienizadas também com outros cuidados, uma vez que quando o produto final ainda se encontra por embalar é mais vulnerável a uma contaminação cruzada que possa ocorrer, se estes equipamentos não se encontrarem devidamente higienizados.

Cada linha de produção tem procedimentos de higienização diferentes entre si tendo em conta as especificações dos equipamentos. Assim, para cada linha existe um documento denominado instrução de trabalho, onde é descrito o processo de higienização. Em algumas situações existem também Lições ponto a ponto (LPP's), onde são explicadas, de forma simples e sistemática, as operações específicas que devem ser realizadas seguindo um método estudado. As instruções de trabalho são conhecidas pelos operadores e são colocadas em locais estratégicos para que os operadores as possam visualizar.

Para além dos sistemas COP e OPC, na produção existe também como processo de higienização o sistema de CIP, com 5 circuitos, apoiados por uma central de CIP na sala de comando e por dois tanques, o tanque da água (T4) e o tanque do detergente (T5), que são controlados através da temperatura e nível, e no caso do T5 também de condutividade. Os 5 circuitos de CIP são denominados CIP A, CIP B, CIP C, CIP D e CIP E, e estão relacionados com a sala de misturas, com a sala dos maturadores e com a produção.

Na sala das misturas faz-se a higienização dos misturadores, dos tanques de retorno, de fusão, de conservação e de dosagem posterior. Na sala dos maturadores faz-se a higienização dos maturadores, das bombas e do *cross point* e na produção, dos refrigeradores, tanques de chocolate e determinados troços de tubagem das linhas de produção.

O processo CIP utilizado na OLÁ para a maior parte dos equipamentos e tubagens utiliza as seguintes fases: Fase de arrasto; Fase de Detergente e Fase de Enxaguamento. A fase da desinfecção não ocorre como uma fase separada das restantes, pois trata-se de uma desinfecção térmica que é realizada na Fase de Detergente. Tal como para as máquinas da produção, existe uma instrução de trabalho do funcionamento do processo CIP.

Na sala das misturas encontra-se o pasteurizador, devido às condicionantes do mesmo, nomeadamente devido às altas temperaturas de trabalho que promovem a desnaturação das proteínas do leite e levam à precipitação de minerais e incrustações, a higienização é feita também através de CIP, mas com condições distintas no que diz respeito às fases existentes, uma vez que obriga à utilização de ácido após a utilização do detergente. O momento em que é realizado o processo CIP no pasteurizador também difere dos restantes equipamentos, sendo que existe uma lavagem normal à noite e uma prolongada no final da semana.

No âmbito deste trabalho fez-se a revisão do processo CIP em alguns equipamentos da sala das misturas, da sala dos maturadores e da de produção.

Na sala dos maturadores, o processo de CIP faz a higienização dos maturadores de forma individual, isto é, o circuito do sistema de CIP higieniza um par maturadores de forma individual, daí que seja possível a higienização de um dos maturadores do par, enquanto o outro se encontra em exercício da sua função, eventualmente a enviar a mistura para um refrigerador da produção. Esta separação dos fluidos apenas é possível pela utilização de válvulas de duas vias com purga, isto é, válvulas sem retorno, possibilitando um bom desenho higiénico dos maturadores e válvulas associadas, evitando que a mistura possa ser contaminada com os fluidos das fases de CIP e vice-versa.

Os circuitos CIP A e B são os circuitos que fazem a higienização dos maturadores, e os circuitos C, D e E dos refrigeradores. Podem ocorrer 5 CIP's ao mesmo tempo desde que em circuitos diferentes.

O circuito do CIP A higieniza as linhas 400, 500 e 600 dos maturadores e o circuito do CIP B higieniza as linhas 100, 200 e 300. Durante o CIP existe retorno do detergente e da água do enxaguamento final. Este retorno é controlado através da temperatura do fluído que é medida na válvula de saída do maturador, no caso do detergente deverá ser superior a 50 °C e na água de enxaguamento a temperatura deverá ser menor que 50 °C. Este controlo prende-se com a necessidade de garantir que no caso do detergente não se encontrem resíduos da água de arrasto, e no caso da água de enxaguamento não se encontrem resíduos de detergente.

Existem parâmetros estabelecidos de tempo e caudal mínimo, que o CIP deverá ter. Estes parâmetros encontram-se na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Parâmetros de CIP com Tempo e Caudal mínimo.

<i>Fase</i>	<i>Tempo (s)</i>	<i>Caudal mínimo (m³/h)</i>
<i>Água de Arrasto</i>	300	>7
<i>Detergente</i>	600	>7
<i>Enxaguamento Final</i>	300	>7

A temperatura e condutividade são também parâmetros a ter em atenção, principalmente no que diz respeito ao retorno. Assim, são estipulados valores alvo de temperatura nos T4, T5 e no retorno de CIP, como se pode observar na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Valores Alvo de temperatura para as diferentes fases de CIP.

<i>Temperatura</i>	<i>Fase de Arrasto (T4)</i>	<i>Fase de Detergente (T5)</i>	<i>Fase de Enxaguamento Final (Água da Companhia)</i>
<i>Set Point início CIP</i>	45 °C (40-55 °C)	85 °C (75-100 °C)	Temperatura Ambiente
<i>Set Point Retorno</i>		>75 °C	40-45 °C

Outro dos parâmetros de CIP que se deve monitorizar é a condutividade. Assim, no início do CIP no T5, a condutividade deve ter um valor alvo de 5,7 mS/cm, e nas linhas de retorno em que o fluido é recuperado para o T5 deve ter um valor > 5 mS/cm, uma vez que o objetivo é recuperar o detergente de forma a otimizar o processo CIP.

3.3. Verificação do Processo de Limpeza e Desinfecção

Em relação ao COP, durante as observações realizadas às higienizações, constatou-se que os procedimentos não estavam a ser completamente respeitados, pelo foi necessário rever os procedimentos, de acordo com os turnos que operavam a máquina e com as especificidades dos equipamentos que constituem as linhas de produção, isto é, apesar de por vezes os procedimentos serem os mais corretos, se não forem realizados da forma correta poderão resultar em produtos não conformes. Assim, ao questionar-se o operador sobre o modo como realiza a tarefa e o porquê de a realizar desse modo poderão encontrar-se procedimentos mais eficazes e eficientes que serão efetivamente realizados pelos operadores.

Os procedimentos não estavam a ser completamente respeitados no que diz respeito à concentração do detergente utilizado e do desinfetante, pelo que o C&D não estava a ser efetivo e eficaz. Este incumprimento dos procedimentos pôde ser verificado não só através da observação visual como através dos resultados de microbiologia na Higiene de Produção.

Na linha de produção em que o estudo foi realizado com maior detalhe, havia um equipamento mais sensível, em que os resultados de microbiologia não eram conformes, e daí que se tenha estudado, através do EWO, o porquê dos resultados obtidos e como alterar os procedimentos diminuindo o custo de não qualidade. Deste estudo resultou uma alteração de procedimento de abertura do equipamento e da sua higienização através da apresentação de uma LPP, com a

descrição dos passos de desmontagem do equipamento, higienização e posterior montagem de forma simples, com a utilização de fotos. Também foi alterado através do estudo o planeamento da higienização, não só durante uma semana de produção sem paragens, mas também quando existem paragens não planeadas durante a produção por eventual avaria de algum equipamento relativo à linha de produção em causa, de quanto tempo poderá estar sem operar até ser novamente higienizado.

A forma de verificação do processo CIP é realizada através da observação dos parâmetros de CIP em utilização na sala de controlo. Devido a problemas de natureza técnica, nomeadamente no que diz respeito à instalação dos condutivímetros, não estava a ser medida a condutividade do retorno do CIP, sendo que só controlada a temperatura do retorno e a condutividade do T5.

Durante a higienização através de CIP também é medido o caudal das diversas fases, que deverá garantir que a velocidade do fluído é ser superior a 1,5 m/s para que este se encontre em regime turbulento. Para atingir estas condições é necessário conhecer o diâmetro das tubagens, nomeadamente das tubagens maiores, que no caso em questão têm um diâmetro de 50 mm. Avaliando o processo CIP verificou-se que o caudal não se encontrava correto, pois o caudal mínimo era de 7 m³/h, e o caudal mínimo necessário para garantir o fluxo em regime turbulento é de 10,58 m³/h, como se pode observar pelo cálculo do caudal mínimo que as diversas fases deverão ter durante o processo CIP através da Equação . Para o cálculo do caudal mínimo é necessário calcular a secção da tubagem, que se encontra na Equação 2.

Dados (Pior cenário)

Diâmetro = 50 mm

Raio = 25 mm = 0,25 dm

Velocidade = 1,5 m/s

Equação 1 Cálculo da Secção da tubagem

$$S = \pi r^2 = \pi \times 0,25^2 = 0,196 \text{ dm}^2$$

Equação 2 Cálculo do Caudal mínimo das fases de CIP

$$Q = v \times S \Leftrightarrow Q = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 10 \frac{\text{dm}}{\text{m}} \times 0,196 \text{ dm}^2 = 2,94 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}} \times 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ dm}^3} = 10,58 \text{ m}^3/\text{h}$$

Os maturadores são tanques e por isso têm regras diferentes das tubagens no que diz respeito à ação mecânica necessária para fazer a higienização. Assim, no caso dos maturadores são utilizadas bolas de *spray*, sendo que o interior dos maturadores deve ser observado com regularidade para garantir que não existe precipitação de minerais. Os maturadores enchem até um nível suficientemente elevado de modo a se conseguir higienizar todo o tanque. O topo dos maturadores é uma zona sensível, no entanto se as bolas de *spray* estiverem a funcionar o topo dos maturadores também é injetado com água e detergente. No caso dos maturadores, o caudal mínimo necessário

para haver ação mecânica depende do diâmetro do tanque. Assim, se este diâmetro for de 2 m deverá ter um caudal de débito das diversas fases de 5,5 m³/h.

As várias fases do processo CIP nos maturadores têm de ser separadas por intervalos de tempos específicos. Estes intervalos de tempos têm de ter a duração suficiente de modo a garantir que o interior do maturador se encontra completamente vazio antes de se iniciar uma nova fase. A higienização dos maturadores tem a seguinte sequência de fases:

- Fase de arrasto onde ocorre a entrada de água para dentro do maturador até um nível estipulado, após atingir esse nível a água de arrasto é desperdiçada para o esgoto, sendo necessário dar o tempo suficiente para escoar toda a água que se encontra no interior do maturador
- Fase do detergente, nesta fase ocorre o mesmo que na fase de arrasto, sendo que no início da fase do detergente a água é desperdiçada para o esgoto, mas quando chega à fase final a bomba do maturador entra em funcionamento e retira do interior do maturador o detergente que é levado de retorno para o T5. A bomba do maturador necessita de caudal suficiente para funcionar, quando o caudal não é suficiente, a espuma permanece no interior do maturador no final da fase de detergente e no início da fase do enxaguamento, podendo ainda ficar como resíduo químico no interior do maturador correndo o risco de ser introduzida na mistura.
- Fase do enxaguamento onde é injectada água para o interior do maturador. A água vai sendo injetada até que se atinja a temperatura de 45 °C, para se poder iniciar o retorno. Devido à temperatura dos maturadores ser mais baixa, nomeadamente ser de 4 °C, a temperatura baixa rapidamente, havendo um menor consumo de água.

3.4. Validação do C&D

3.4.1. Escolha dos produtos e dos locais de amostragem

As etapas de revisão e verificação do processo de fabrico e dos procedimentos de limpeza foram importantes para a escolha dos produtos e pontos de amostragem a utilizar no processo de validação do C&D.

Para a validação do C&D de uma linha específica tem que se ter resultados para o pior cenário, para garantir que os restantes produtos produzidos nessa linha, pelas suas características estão também validados. No caso da linha em estudo escolheu-se o produto que necessita da utilização de mais equipamentos e que possui alergénios como ingredientes na cobertura interior e na cobertura exterior.

No caso da sala dos maturadores, a forma de validação foi diferente da linha de produção, uma vez que cada maturador do par é higienizado individualmente, sendo as tubagens independentes entre os maturadores, existindo maturadores que se encontram mais próximos das bombas de retorno e outros a uma maior distância e maturadores que se encontram mais próximos da central CIP e outros mais distantes, estas distâncias influenciam a entrada de água nos maturadores e a sua saída. Assim, para se validar a higienização dos maturadores foi necessário validar todos os pares de maturadores, sendo, no entanto, apenas necessário validar um maturador

de cada par. Por outro lado, existem dois pares de maturadores que são utilizados para uma linha que produz na sua maioria produtos sem leite, mas que por vezes produz produtos com leite. Este facto obrigou também à validação de alérgenos, nomeadamente leite, uma vez que a validação tem sempre de ser pensada para o pior dos cenários.

A linha de produção estudada com maior detalhe foi uma linha de produção de gelados por molde, que é constituída por um prato, onde se encontram os moldes, por duas tremonhas doseadoras, que poderão ser de gelado com ou sem leite, um injetor de cobertura interior, uma tanquinho de cobertura que poderá ser apenas com chocolate ou com chocolate e *crumbs*, três tanques de chocolate, o T3, T4 e T5, o insersor de *sticks* e as pinças que retiram os gelados do molde. Existem equipamentos mais sensíveis pela dificuldade de desmontar e higienizar, nomeadamente o injetor de cobertura interior e equipamentos com zonas sensíveis pois não possuem desenho higiénico, estas zonas foram os pontos escolhidos para realização da amostragem, uma vez que, se nestes pontos o equipamento não possui qualquer tipo de contaminante eventualmente os restantes pontos estarão higienizados.

O pior cenário desta linha de produção possui na sua composição alérgenos, nomeadamente avelã na cobertura interior e amêndoa, glúten e ovo na cobertura exterior. Os equipamentos que se encontram em contacto com estes alérgenos são os injetores de cobertura interior, a bomba de cobertura interior e a tanquinho de cobertura exterior. Apesar desta destes alérgenos se encontrarem em contacto com estes equipamentos, deverá garantir-se que outros pontos da linha de produção estejam livres de alérgenos através da contaminação cruzada, pelo que se procedeu à colheita em outros pontos da linha, nomeadamente na chapa de recolha de pingos de cobertura e no prato.

Em relação à microbiologia procuram-se os pontos da linha de produção que apresentam um desenho higiénico pobre, com pontos em que possa existir acumulação de matéria orgânica e consequentemente crescimento microbiano, nomeadamente o prato, os bicos de enchimento das tremonhas e do injetor, as tampas do T3, T4 e T5 e as bombas de carretos da cobertura exterior.

Nas restantes linhas de produção também se conhecem os pontos mais críticos dos equipamentos, existindo uma base de dados onde se encontram identificados esses pontos que necessitam de ter mais controlo a nível de microbiologia. Os pontos de amostragem foram pedidos consoante o gelado que se encontra a ser produzido, uma vez que a produção de diferentes gelados pode obrigar à utilização de diferentes equipamentos.

3.4.2. Amostragem e análise

3.4.2.1. Sala dos Maturadores

A Sala dos Maturadores encontra-se a 4 °C e o processo CIP é acompanhado em tempo real através da sala de comando. A colheita da água de enxaguamento é realizada nos segundos finais da fase do enxaguamento final que tem a duração total de 300 segundos. Após se proceder à colheita da água de enxaguamento realiza-se a colheita através da zaragatoa no interior do maturador, abrindo-se a tampa que se encontra no topo do maturador. Nesta fase procede-se igualmente à medição do pH através das fitas indicadoras de pH. As águas de enxaguamento e as zaragatoas são encaminhadas para o laboratório da FIMA devidamente identificados com a data em que foi realizada a colheita e com o número do maturador.

Para cada tipo de amostra (águas de enxaguamento e superfícies) foram realizadas análises de microrganismos mesófilos totais a 37 °C (M) e de enterobactérias (E), cada análise resulta num teste, sendo que foram efetuados 554 testes, entres os meses de Março e Julho de 2018 (período de tempo em análise).

Como se pode observar na Tabela 3.3 os resultados de microbiologia provenientes das amostras recolhidas na sala dos maturadores encontraram-se maioritariamente dentro dos limites de aceitação, resultando numa percentagem de conformidade de 99,5%.

Tabela 3.3 – Nº de análises microbiológicas efectuadas para validação do C&D da Sala dos Maturadores e nº de não conformidades.

	Águas de enxaguamento		Superfícies		Total
	M	E	M	E	
Março	17	17	15	15	64
Abril	36	36	40	40	152
Maio	22	22	21	21	86
Junho	76	76	41	41	234
Julho	2	7	2	7	18
					554
Nº de não conformidades	2	0	1	0	3

M) Mesófilos totais a 37 °C; E) Enterobactérias

Foram também realizados testes para deteção de alergénios na sala de maturadores, nomeadamente nos maturadores que são utilizados maioritariamente para gelado de água, onde esteve presente gelado de leite (maturadores 121/122 e 531/532). Os resultados obtidos não detetaram presença de proteína de leite.

Estes pares de maturadores são utilizados maioritariamente para gelados de água, sendo apenas utilizados para gelados de leite num período curto de tempo, em que nem sempre é possível realizar a amostragem das águas de enxaguamento, uma vez que o agendamento do CIP poderá não ser realizado de forma a ser possível realizar essa colheita.

Para cada tipo de amostra foi realizada a análise de pH e condutividade, cada análise resulta num teste, sendo que foram efetuados 314 testes (Tabela 3.4) Os resultados obtidos nestes ensaios encontram-se na Tabela 3.5.

Tabela 3.4 – Nº de análises químicas efectuadas para validação do C&D da Sala dos Maturadores

	<i>pH</i>	<i>Condutividade</i>	<i>Total</i>
<i>Abril</i>	37	37	74
<i>Maio</i>	22	22	44
<i>Junho</i>	74	74	148
<i>Julho</i>	24	24	48
			314

Tabela 3.5 – Resultados conformes e não conformes dos parâmetros químicos analisados para validação do C&D da Sala dos Maturadores

	<i>pH</i>		<i>Condutividade</i>	
	Conforme	Não Conforme	Conforme	Não Conforme
<i>Abril</i>	25	12	13	24
<i>Maio</i>	18	4	11	11
<i>Junho</i>	62	12	56	18
<i>Julho</i>	13	11	7	17
<i>Total</i>	118	39	87	70

Na fase inicial da amostragem foram obtidos alguns resultados fora dos limites de aceitação, resultando em valores não conformes, tendo sido necessária a alteração do procedimento de colheita das águas de enxaguamento dos maturadores que passou a ser realizada nos últimos 5 segundos da etapa, para garantir que se analisa a última água de enxaguamento. Pode-se observar esta tendência na Tabela 3.5 no caso da condutividade, com maior incidência no mês de abril.

Após a alteração do procedimento de colheita, os maturadores que se encontravam mais longe das bombas de retorno continuavam com resultados nos parâmetros químicos fora dos limites de aceitação. Neste caso foi aumentado o tempo de enxaguamento, no entanto esta alteração resulta num desperdício de água, mesmo que seja reaproveitada para o T4 através do retorno, não tendo resultado necessariamente em melhores resultados, como se pode constatar pela observação dos valores de condutividade não conformes em julho (Tabela 3.5). Assim, os resultados dos parâmetros químicos levaram a concluir que a drenagem era ineficiente, uma vez que verificava a presença de resíduos químicos resultantes do detergente utilizado.

Devido ao facto dos resultados terem evidenciado a existência de uma drenagem ineficiente, os parâmetros de CIP foram alterados, de forma a conseguir que os parâmetros químicos se encontrassem dentro dos limites de aceitação. Passou igualmente a ser monitorizado o pH e condutividade do Buffer e da torneira dos maturadores, para avaliar as oscilações ocorridas nestes parâmetros ao longo da validação e não se excluírem valores que pela monitorização da água de

entrada estariam dentro dos limites de aceitação estipulados. Estas alterações foram realizadas no final do estágio, não tendo sido possível analisar os dados das análises posteriormente efetuadas.

Na Tabela 3.6 e Tabela 3.7 encontram-se os resultados dos parâmetros de microbiologia e químicos (pH e condutividade) nas amostras recolhidas para validação do C&D dos maturadores das linhas 400 que são higienizados através do circuito A do sistema CIP.

Tabela 3.6 – Parâmetros microbiológicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 400 higienizados através do CIP A

Equipamento MATURADOR		CIP Circuito A -Microbiologia				Observações
Validação		Superfície (UFC/cm²)		Água de enxaguamento (UFC/mL)		
		M	E	M	E	
401	16/03/2018	<1	<1	<1	<1	Foram realizadas 4 amostras, e realizados 10 testes com resultados conformes
	06/06/2018	<5	<5	<1	<1	
	16/07/2018				<10	
	18/07/2018				<10	
402	13/03/2018	<5	<5	<1	<1	Foram realizadas 2 amostras
	18/04/2018	<5	<5	<1	<1	
411	05/04/2018	<5	<5	<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	28/05/2018	<5	<5	<1	<1	
	15/06/2018	<5	<5	<1	<1	
412	16/04/2018	<5	<5			Foram realizadas 2 colheitas de zaragatoa e 1 de copo
	24/04/2018	<5	<5	<1	<1	
421	06/06/2018	<5	<5	<1	<1	Foram realizadas 4 amostras, e realizados 12 testes com resultados conformes
	15/06/2018	<5	<5	<1	<1	
	20/06/2018			<1	<1	
	25/06/2018			<1	<1	
422	23/04/2018	<5	<5	<1	<1	Foram realizadas 5 amostras, e realizados 11 testes com resultados conformes e 1 não conforme
	04/05/2018	<5	<5	<1	<1	
	12/06/2018	<5	<5	<1	<1	
	14/06/2018			<1	<1	
	20/06/2018			1,4 x 10³	<1	
431	09/06/2018			<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	14/06/2018	<5	<5	<1	<1	
	15/06/2018	<5	<5	<1	<1	
	27/06/2018	<5	<5	<1	<1	
	30/06/2018			<1	<1	
432	13/04/2018	<5	<5	<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	04/05/2018	<5	<5	18	<1	
	19/06/2018	<5	<5	<1	<1	

M) Mesófilos totais a 37 °C; E) Enterobactérias

Tabela 3.7 – Parâmetros químicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 400 higienizados através do CIP A

Equipamento MATURADOR		CIP Circuito A - Química		Observações
Validação		pH (Unidades de pH)	Condutividade (mS/cm)	
401	06/06/2018	8,305	0,796	Foi obtido 1 resultado conforme de pH e condutividade seguido de 1 não conforme
	18/07/2018	9,083	1,064	
402	18/04/2018	8,384	0,952	Os resultados de pH foram conformes Foram realizadas duas amostras Os resultados de condutividade foram todos não conformes
	17/07/2018	8,350	0,907	
411	05/04/2018	8,249	0,920	Foram obtidos 3 resultados seguidos conformes de pH pH validado O último resultado de condutividade é o único a encontrar-se conforme
	28/05/2018	8,446	0,941	
	15/06/2018	8,083	0,882	
412	16/04/2018	8,316	0,922	Foram obtidos 3 resultados seguidos conformes de pH pH validado Não existe nenhum resultado de condutividade conforme
	24/04/2018	8,438	0,915	
	23/07/2018	8,194	0,919	
421	06/06/2018	8,517	0,820	O último resultado de pH é o único a encontrar-se conforme O primeiro resultado de condutividade é conforme, os restantes são não conformes
	15/06/2018	8,631	0,953	
	20/06/2018	8,805	1,140	
	25/06/2018	8,364	0,911	
422	23/04/2018	8,995	1,028	Foram obtidos 3 resultados seguidos conformes de pH pH validado Foram obtidos 2 resultados conformes de condutividade, no entanto intercalados com 1 resultado não conforme
	04/05/2018	8,816	0,999	
	12/06/2018	8,728	0,987	
	14/06/2018	7,644	0,868	
	20/06/2018	8,178	0,915	
	06/07/2018	8,645	0,988	
431	09/06/2018	8,867	1,011	Foram obtidos 3 resultados seguidos conformes de pH, obtendo-se de seguida 1 resultado não conforme Foram obtidos 3 resultados seguidos conformes de condutividade Condutividade validada
	14/06/2018	8,162	0,896	
	15/06/2018	8,457	0,913	
	27/06/2018	8,419	0,887	
	30/06/2018	8,130	0,878	
	27/07/2018	8,666	0,887	
432	13/04/2018	8,405	0,910	Foram obtidos 3 resultados conformes de pH, 2 dos resultados são seguidos Foi obtido 1 resultado conforme de condutividade seguido de 1 resultado não conforme
	04/05/2018	9,004	1,045	
	19/06/2018	8,198	0,901	
	18/07/2018	8,216	0,906	

Pela observação das Tabela 3.6 e 3.7 pode verificar-se que apesar dos resultados conformes obtidos nos parâmetros químicos e microbiológicos, em muitos casos não se conseguiram três resultados conformes consecutivos, pelo que só foi possível validar alguns parâmetros, não tendo sido possível validar a higienização dos maturadores da linha 400.

Nas Tabela 3.8 e 3.9 podem observar-se os resultados obtidos para os parâmetros microbiológicos e químicos (pH e condutividade) na validação dos maturadores das linhas 500 que são higienizados através do circuito A do sistema CIP.

Tabela 3.8 – Parâmetros microbiológicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 500 higienizados através do CIP A

Equipamento MATURADOR		CIP Circuito A -Microbiologia				Observações
Validação		Superfície (UFC / cm²)		Água de enxaguamento (UFC / mL)		
		M	E	M	E	
501	14/03/2018	<5	<5	<1	<1	Foram realizadas 2 amostras
	18/05/2018	<5	<5	<1	<1	
502	Não foi realizada qualquer amostra					
511	11/04/2018	<5	<5	<1	<1	Foi realizada 1 amostra
512	14/03/2018	<5	<5	<1	<1	Foram realizadas 2 amostras, e realizados 5 testes com resultados conformes
	04/07/2018		<5			
521	19/03/2018			<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	05/04/2018	5	<5	<1	<1	
	11/04/2018	<5	<5	<1	<1	
	28/05/2018	<5	<5	<1	<1	
522	19/03/2018	<1	<1	<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	27/04/2018	<5	<5	<1	<1	
	17/05/2018	<5	<5	<1	<1	
	28/05/2018	<5	<5	1	<1	
531	13/06/2018			<1	<1	Foram realizadas 2 amostras e realizados 6 testes com resultados conformes
	30/06/2018	<5	<5	<1	<1	
532	27/03/2018	<5	<5	1 x 10 ²	<1	Foram realizadas 8 amostras e realizados 28 testes com 26 resultados conformes e 2 não conformes
	04/04/2018	<5	<5	<1	<1	
	05/04/2018	<5	<5	2	<1	
	07/04/2018	<5	<5	<1	<1	
	23/04/2018	1,5 x 10 ²	<5	<1	<1	
	04/05/2018			<1	<1	
	15/06/2018			<1	<1	
	27/06/2018	5	<5	<1	<1	

M) Mesófilos totais a 37 °C; E) Enterobactérias

Tabela 3.9 – Parâmetros químicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 500 higienizados através do CIP A

Equipamento MATURADOR		CIP Circuito A – Química		Observações
Validação		pH (Unidades de pH)	Condutividade (mS/cm)	
501	18/05/2018	8,252	0,897	Foi realizada 1 amostra com resultados conformes
502	Não foi realizada qualquer amostra			
511	11/04/2018	8,712	0,941	Foi realizada 1 amostra com resultados não conformes
512	10/07/2018	8,526	0,969	Foi realizada 1 amostra com resultados não conformes
521	05/04/2018	8,478	0,950	Foi obtido 1 resultado conforme de pH seguido de 2 resultados não conformes Não foram obtidos resultados conformes de condutividade
	11/04/2018	8,568	0,910	
	28/05/2018	8,588	1,882	
522	27/04/2018	8,408	0,906	Foram obtidos 3 resultados conformes de pH intercalado de 1 resultado não conforme Não foram obtidos resultados conformes de condutividade
	17/05/2018	8,146	0,908	
	28/05/2018	8,712	0,932	
	17/07/2018	8,401	0,930	
531	13/06/2018	8,184	0,896	Foram obtidos 2 resultados conformes de pH Foi obtido 1 resultado de condutividade conforme seguido de 1 não conforme
	30/06/2018	8,391	0,936	
532	04/04/2018	8,732	1,000	Foram obtidos 3 resultados conformes de pH, intercalado de 1 resultado não conforme Foram obtidos 3 resultados seguidos conformes de condutividade Condutividade validada
	05/04/2018	9,085	1,069	
	07/04/2018	9,314	1,190	
	23/04/2018	8,322	0,892	
	04/05/2018	8,261	0,902	
	15/06/2018	8,670	0,843	
	27/06/2018	8,258	0,887	

Pela Tabela 3.8 e Tabela 3.9 pode observar-se que apesar dos resultados conformes obtidos nas análises microbiológicas e químicas e de se terem conseguido validar alguns parâmetros, não foi possível validar a higienização dos maturadores da linha 500.

Na Tabela 3.10 e Tabela 3.11 e obtidos para os parâmetros microbiológicos e químicos (pH e condutividade) na validação dos maturadores das linhas 600 que são higienizados através do circuito A do sistema CIP.

Tabela 3.10 – Parâmetros microbiológicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 600 higienizados através do CIP A

Equipamento MATURADOR		CIP Circuito A -Microbiologia				Observações
Validação		Superfície (UFC/cm²)		Água de enxaguamento (UFC/mL)		
		M	E	M	E	
601	27/03/2018	<5	<5	50	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	26/04/2018	<5	<5	<1	<1	
	07/05/2018	<5	<5	<1	<1	
	17/05/2018	<5	<5	<1	<1	
	13/06/2018			<1	<1	
	26/06/2018	15	<5	1	<1	
602	05/04/2018	<5	<5	<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	24/04/2018	<5	<5	<1	<1	
	04/06/2018	<5	<5	<1	<1	
	12/06/2018			<1	<1	
611	10/04/2018	<5	<5	<1	<1	Foram realizadas 2 amostras e realizados 6 testes com resultados conformes
	22/06/2018			<1	<1	
612	05/04/2018	<5	<5	<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	17/04/2018	<5	<5	<1	<1	
	21/05/2018	<5	<5	<1	<1	
	19/06/2018			<1	<1	
	29/06/2018	<5	<5	<1	<1	
621	04/04/2018	<5	<5	<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	18/06/2018	<5	<5	30	<1	
	30/06/2018	<5	<5	<1	<1	
622	16/03/2018	<5	<5	<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	08/05/2018	<5	<5	<1	<1	
	12/06/2018	<5	<5	<1	<1	

M) Mesófilos totais a 37 °C; E) Enterobactérias

Tabela 3.11 – Parâmetros químicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 600 higienizados através do CIP A

Equipamento MATURADOR		CIP Circuito A – Química		Observações
Validação		pH (Unidades de pH)	Condutividade (mS/cm)	
601	26/04/2018	8,350	0,892	Parâmetros químicos validados
	07/05/2018	8,198	0,900	
	17/05/2018/	8,052	0,902	
	13/06/2018	7,648	0,863	
	25/06/2018	8,339	0,901	
602	05/04/2018	8,385	0,891	Parâmetros químicos validados
	24/04/2018	8,333	0,904	
	12/06/2018	7,517	0,868	
611	22/06/2018	8,408	0,905	Foi obtido 1 resultado conforme de pH e condutividade seguido de 1 não conforme
	21/07/2018	8,516	0,924	
612	05/04/2018	8,501	0,965	Foram obtidos 2 resultados seguidos de pH conformes, seguidos de 2 resultados não conformes Foi obtido 1 resultado de condutividade conforme seguido de 2 não conformes
	17/04/2018	8,568	0,930	
	21/05/2018	8,448	0,937	
	19/05/2018	7,475	0,889	
	27/06/2018	8,568	0,973	
	17/07/2018	8,575	0,965	
621	04/04/2018	8,633	0,913	Foram obtidos 3 resultados seguidos de pH conformes, seguidos de 1 não conforme Foram obtidos 2 resultados de condutividade conformes intercalados com 1 não conforme, seguido de 1 não conforme
	13/04/2018	8,529	0,938	
	13/06/2018	7,514	0,864	
	18/06/2018	8,276	0,916	
	30/06/2018	8,312	0,904	
	18/07/2018	8,514	0,913	
622	08/05/2018	8,255	0,919	Foram obtidos 2 resultados seguidos de pH conformes, seguidos de 1 não conforme Foram obtidos 2 resultados de condutividade seguidos de 1 não conforme
	10/06/2018	7,680	0,870	
	12/06/2018	8,875	1,014	
	15/06/2018	8,242	0,896	
	17/07/2018	8,269	0,904	
	24/07/2018	8,609	0,940	

O par de maturadores 601 e 602 tem os parâmetros microbiológicos e químicos validados, assim este par de maturadores encontra-se com a sua higienização validada. Os restantes maturadores possuem resultados conformes em alguns parâmetros, sendo possível a validação dos parâmetros microbiológicos, no entanto os resultados dos parâmetros químicos encontram-se não conformes, não sendo possível através dos resultados obtidos validar os restantes maturadores da linha 600.

Na Tabela 3.12 apresenta-se um resumo das validações que foi possível efetuar nos maturadores do circuito A do processo CIP.

Tabela 3.12 – Validação dos Maturadores através da conjugação da validação dos parâmetros microbiológicos e químicos para o circuito A do processo CIP.

CIP A	Parâmetros Microbiológicos	Parâmetros químicos		Validação
		pH	Condutividade	
Maturador 401				
Maturador 402				
Maturador 411	Validado	Validado		
Maturador 412		Validado		
Maturador 421				
Maturador 422		Validado		
Maturador 431	Validado		Validado	
Maturador 432	Validado			
Maturador 501				
Maturador 502				
Maturador 511				
Maturador 512				
Maturador 521	Validado			
Maturador 521	Validado			
Maturador 531				
Maturador 532			Validado	
Maturador 601	Validado	Validado	Validado	Validado
Maturador 602	Validado	Validado	Validado	Validado
Maturador 611				
Maturador 612	Validado			
Maturador 621	Validado			
Maturador 622	Validado			

Na Tabela 3.13 e Tabela 3.14 encontram-se os resultados obtidos nas análises microbiológicas e químicas (pH e condutividade) efetuadas para a validação dos maturadores das linhas 100 que são higienizados através do circuito B do sistema CIP.

Tabela 3.13 – Parâmetros microbiológicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 100 higienizados através do CIP B.

Equipamento MATURADOR		CIP Circuito B -Microbiologia				Observações
Validação		Superfície (UFC/cm ²)		Água de enxaguamento (UFC/mL)		
		M	E	M	E	
101	15/03/2018	<5	<5	<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	19/03/2018	<5	<5	<1	<1	
	27/03/2018	<5	<5	<1	<1	
102	16/04/2018	<5	<5	<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	24/04/2018	<5	<5	<1	<1	
	08/05/2018	<5	<5	<1	<1	
111	14/04/2018	<5	<5			Foram realizadas 4 amostras e realizados 12 testes com resultados conformes
	07/05/2018	10	<5	<1	<1	
	06/06/2018			<1	<1	
	18/06/2018	<5	<5	<1	<1	
112	15/03/2018	<5	<5	<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	12/04/2018	<5	<5	<1	<1	
	11/06/2018	5	<5	<1	<1	
	13/06/2018			<1	<1	
121	04/04/2018	5	<5	<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	05/04/2018	<5	<5	3 x 10 ¹	<1	
	11/04/2018	<5	<5	<1	<1	
	12/06/2018			<1	<1	
122	12/06/2018			<1	<1	Foi realizada 1 amostra e 2 testes com resultados conformes

M) Mesófilos totais a 37 °C; E) Enterobactérias

Tabela 3.14 – Parâmetros químicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 100 higienizados através do CIP B

Equipamento MATURADOR		CIP Circuito B – Química		Observações
Validação		pH (Unidades de pH)	Condutividade (mS/cm)	
101	06/06/2018	8,554	0,718	Foi obtido 1 resultado conforme de pH, seguido de 1 não conforme Foram obtidos 3 resultados seguidos conformes de condutividade Condutividade validada
	20/06/2018	8,251	0,881	
	21/07/2018	8,634	0,904	
102	16/04/2018	8,503	0,899	Parâmetros químicos validados
	24/04/2018	8,561	0,905	
	08/05/2018	8,084	0,868	
	11/06/2018	8,134	0,871	
	29/06/2018	8,250	0,872	
	18/07/2018	8,251	0,867	
111	14/04/2018	8,503	0,899	Foram obtidos 3 resultados seguidos de pH conformes, seguidos de 1 não conforme e seguidos de 2 conformes Foram obtidos 3 resultados conformes de condutividade intercalados por 1 não conforme e seguidos de 3 não conformes
	07/05/2018	8,426	0,912	
	06/06/2018	8,493	0,724	
	18/06/2018	8,487	0,892	
	10/07/2018	8,667	0,935	
	17/07/2018	8,253	0,906	
	19/07/2018	8,411	0,917	
112	12/04/2018	10,484	2,290	Foram obtidos 3 resultados seguidos conformes de pH pH validado Foram obtidos 3 resultados conformes de condutividade, seguidos de 1 não conforme
	11/06/2018	8,385	0,889	
	12/06/2018	7,697	0,870	
	13/06/2018	7,610	0,867	
	16/06/2018	8,411	0,876	
	16/07/2018	8,211	0,912	
121	04/04/2018	8,311	0,898	Parâmetros químicos validados
	05/04/2018	8,373	0,909	
	11/04/2018	8,194	0,879	
	12/06/2018	7,553	0,870	
	15/06/2018	8,308	0,888	
	22/06/2018	8,270	0,881	
122	12/06/2018	7,619	0,870	Foi realizada 1 amostra com resultados conformes

Os maturadores 102 e 121 têm os parâmetros microbiológicos e químicos validados, assim estes maturadores encontra-se com a sua higienização validada. Os restantes maturadores possuem em alguns casos resultados conformes, sendo possível a validação dos parâmetros microbiológicos, no entanto, devido aos resultados dos parâmetros químicos não foi possível validar os restantes maturadores da linha 100.

Na Tabela 3.15 e Tabela 3.16 observam-se os resultados obtidos para os parâmetros de microbiologia e químicos (pH e condutividade) analisados para a validação dos maturadores nas linhas 200 que são higienizados através do circuito B do sistema CIP.

Tabela 3.15 – Parâmetros microbiológicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 200 higienizados através do CIP B

Equipamento MATURADOR		CIP Circuito B -Microbiologia				Observações
Validação		Superfície (UFC/ m²)		Água de enxaguamento (UFC/mL)		
		M	E	M	E	
201	Não foi realizada qualquer amostra					
202	15/03/2018	<5	<5	2	<1	Foi realizada 1 amostra
211	12/06/2018			<1	<1	Foram realizadas 4 amostras e realizados 12 testes com resultados conformes
	14/06/2018	<5	<5	<1	<1	
	18/06/2018			<1	<1	
	02/07/2018	<5	<5	<1	<1	
212	07/05/2018	<5	<5	<1	<1	Foi realizada 1 amostra
221	Não foi realizada qualquer amostra					
222	15/06/2018	<5	<5	<1	<1	Foram realizadas 2 amostras
	16/06/2018	<5	<5	<1	<1	
231	13/04/2018	<5	<5	<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	15/06/2018	<5	<5	<1	<1	
	27/06/2018	<5	<5	<1	<1	
232	27/03/2018	<5	<5	<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	07/05/2018	<5	<5	<1	<1	
	15/05/2018	<5	<5	<1	<1	

M) Mesófilos totais a 37 °C; E) Enterobactérias

Tabela 3.16 – Parâmetros químicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 200 higienizados através do CIP B

Equipamento MATURADOR		CIP Circuito B – Química		Observações
Validação		pH (Unidades de pH)	Condutividade (mS/cm)	
201	24/07/2018	8,518	0,915	Foi realizada 1 amostra com resultados não conformes
202	Não foi realizada qualquer amostra			
211	14/06/2018	8,444	0,891	Foram obtidos 3 resultados seguidos conformes de pH pH validado Foram obtidos 2 resultados conformes de condutividade, intercalados com 1 não conforme
	18/06/2018	8,063	0,975	
	02/07/2018	8,197	0,872	
212	07/05/2018	7,991	0,881	Foram realizadas 2 amostras com resultados conformes
	13/06/2018	8,161	0,888	
221	13/06/2018	7,647	0,866	Foi obtido 1 resultado conforme de pH e condutividade seguido de 1 não conforme
	18/06/2018	8,576	0,916	
222	15/06/2018	8,270	0,906	Foram obtidos 3 resultados seguidos conformes de pH pH validado Foram obtidos 2 resultados não conformes de condutividade, seguido de 1 conforme
	16/06/2018	8,404	0,910	
	19/06/2018	8,234	0,891	
231	13/04/2018	8,365	0,927	Foram obtidos 3 resultados seguidos conformes de pH pH validado Foram obtidos 2 resultados conformes de condutividade, intercalados de 1 não conforme
	08/06/2018	8,352	0,912	
	15/06/2018	8,423	0,897	
	18/06/2018	8,274	0,906	
	27/06/2018	7,918	0,874	
232	16/04/2018	7,986	0,878	Parâmetros químicos validados
	07/05/2018	8,026	0,906	
	15/05/2018	8,148	0,903	
	17/05/2018	7,890	0,886	
	28/05/2018	8,100	0,896	
	06/06/2018	8,261	0,718	
	12/06/2018	7,597	0,863	
	13/06/2018	8,208	0,898	
	16/06/2018	8,124	0,889	
	20/06/2018	8,130	0,891	
	22/06/2018	8,175	0,873	

O maturador 232 tem os parâmetros microbiológicos e químicos validados, assim encontra-se com a sua higienização validada. Os restantes maturadores possuem resultados conformes em alguns parâmetros, sendo possível a validação dos parâmetros microbiológicos, no entanto, os resultados obtidos nas análises dos parâmetros químicos não permitiram validar os restantes maturadores da linha 200.

Na Tabela 3.17 e na Tabela 3.18 observam-se os valores dos parâmetros de microbiologia e químicos (pH e condutividade) analisados para a validação dos maturadores nas linhas 300 que são higienizados através do circuito B do sistema CIP.

Tabela 3.17 – Parâmetros microbiológicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 300 higienizados através do CIP B

Equipamento MATURADOR		CIP Circuito B -Microbiologia				Observações
Validação		Superfície (UFC/cm²)		Água de enxaguamento (UFC/mL)		
		M	E	M	E	
301	16/04/2018	5	<5	<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	04/05/2018	<5	<5	<1	<1	
	28/05/2018	<5	<5	<1	<1	
302	23/04/2018	<5	<5	<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	17/05/2018	<5	<5	<1	<1	
	06/06/2018	<5	<5	<1	<1	
311	13/04/2018	<5	<5	<1	<1	Foi realizada 1 amostra
312	11/04/2018	<5	<5	<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	15/06/2018	<5	<5	<1	<1	
	30/06/2018	<5	<5	2	<1	
321	02/07/2018	<5	<5	<1	<1	Foi realizada 1 amostra
322	06/04/2018	<5	<5	1	<1	Foi realizada 1 amostra
331	Não foi realizada qualquer amostra					
332	19/04/2018	<5	<5	<1	<1	Foi realizada 1 amostra

M) Mesófilos totais a 37 °C; E) Enterobactérias

Tabela 3.18 - Parâmetros químicos analisados para validação do C&D dos Maturadores da Linha 300 higienizados através do CIP B

Equipamento MATURADOR		CIP Circuito B – Química		Observações
Validação		pH (Unidades de pH)	Condutividade (mS/cm)	
301	04/04/2018	8,813	1,005	Foram obtidos 3 resultados seguidos de pH conformes, seguidos de 1 não conforme Foram obtidos 3 resultados seguidos conformes de condutividade Condutividade validada
	16/04/2018	8,464	0,950	
	04/05/2018	8,199	0,888	
	28/05/2018	8,086	0,876	
	12/06/2018	8,223	0,896	
	14/06/2018	8,284	0,886	
	15/06/2018	8,063	0,871	
	16/06/2018	8,507	0,871	
302	23/04/2018	8,276	0,888	Foram obtidos 3 resultados seguidos de pH conformes, seguidos de 1 não conforme Foram obtidos 3 resultados seguidos conformes de condutividade Condutividade validada
	17/05/2018	7,966	0,888	
	06/06/2018	8,148	0,714	
	11/06/2018	8,152	0,890	
	13/06/2018	8,643	0,887	
311	13/04/2018	8,341	0,902	Parâmetros químicos validados
	13/06/2018	7,647	0,866	
	19/07/2018	7,951	0,905	
312	11/04/2018	8,977	0,985	Foram obtidos 3 resultados seguidos conformes de pH pH validado Foram obtidos 2 resultados conformes de condutividade, intercalados com 1 não conforme
	15/06/2018	8,290	0,883	
	20/06/2018	8,255	1,064	
	30/06/2018	8,185	0,897	
321	02/07/2018	8,246	0,898	Foi realizada 1 amostra com resultados conformes
322	05/04/2018	8,559	0,927	Foi realizada 1 amostra com resultados não conformes
331	Não foi realizada qualquer amostra			
332	19/04/2018	8,146	0,887	Foram obtidos 2 resultados conformes de pH Foi obtido 1 resultado de condutividade conforme seguido de 1 não conforme
	05/07/2018	8,137	0,908	

Pela observação das Tabela 3.17 e Tabela 3.18 pode verificar-se que apesar dos resultados conformes obtidos nos parâmetros químicos e microbiológicos e de se terem conseguido validar alguns parâmetros, não foi possível validar a higienização dos maturadores da linha 500.

Na Tabela 3.19 apresenta-se um resumo das validações que foi possível efetuar nos maturadores do circuito B do processo CIP.

Tabela 3.19 – Validação dos Maturadores através da conjugação da validação dos parâmetros microbiológicos e químicos para o circuito B do processo CIP

CIP B	Parâmetros Microbiológicos	Parâmetros químicos		Validação
		pH	Condutividade	
Maturador 101	Validado		Validado	
Maturador 102	Validado	Validado	Validado	Validado
Maturador 111				
Maturador 112	Validado	Validado		
Maturador 121	Validado	Validado	Validado	Validado
Maturador 122				
Maturador 201				
Maturador 202				
Maturador 211		Validado		
Maturador 212				
Maturador 221				
Maturador 222		Validado		
Maturador 231	Validado	Validado		
Maturador 232	Validado	Validado	Validado	Validado
Maturador 301	Validado		Validado	
Maturador 302	Validado		Validado	
Maturador 311		Validado	Validado	Validado
Maturador 312	Validado	Validado		
Maturador 321				
Maturador 322				
Maturador 332				
Maturador 332				

Apesar dos resultados das análise efetuadas às águas de enxaguamento no que diz respeito aos parâmetros químicos, pH e condutividade, encontrarem-se maioritariamente nos limites de aceitação, para os resultados serem considerados válidos, deverá existir uma coerência no que diz respeito aos resultados obtidos dos diversos parâmetros, pelo que apesar de existirem resultados conformes de pH, os mesmos perdem a validação quando existe na mesma amostra um resultado de condutividade ou microbiológico não conforme. A mesma situação mesmo ocorre quando se tem uma amostra com os parâmetros microbiológicos conformes e os parâmetros químicos não conformes. Assim poderá haver maturadores que se encontram validados em alguns parâmetros, mas não poderão ser validados. Verifica-se que se os testes fossem individuais, isto é, a não obrigatoriedade de três amostras seguidas com todos os testes conformes, a validação da higienização da sala dos Maturadores seria mais célere.

A amostragem está dependente de diversos fatores, que não só a higienização através do CIP. Um desses fatores é o erro do operador, que não é sempre o mesmo e, por conseguinte, não

realiza a amostragem recorrendo ao mesmo procedimento. Este fator de erro ocorre, uma vez que a higienização dos maturadores acontece em alturas diferentes do dia, sendo muitas vezes os operadores da sala das misturas que realizam a amostragem e neste caso, em diferentes turnos.

Outra situação que interrompe a validação é a obrigatoriedade de terem de ser obtidos resultados conformes em três higienizações seguidas, sendo que por vezes não se consegue recolher amostras três vezes consecutivas, obrigando à repetição de todo o processo. Esta dificuldade prende-se com o facto de serem de 44 maturadores, a operar em produção contínua, sendo a higienização efetuada no final da produção dos gelados nas linhas de produção. O facto de a produção poder ser acelerada ou atrasada, constitui um fator de imprevisibilidade sobre a altura em que os maturadores vão ser higienizados, dificultando a recolha de amostras para o processo de validação

A obtenção de resultados não conformes de microbiologia e químicos leva a que sejam observados os parâmetros de higienização na sala de comandos e, quando necessário, leva a que estes sejam ajustados.

3.4.2.2. Produção

A Produção é a zona da fábrica onde é realizado o gelado com o formato específico e onde este é embalado para ser comercializado. A produção possui dois tipos de equipamentos que são higienizados de diferentes formas, os refrigeradores que são higienizadas através de CIP e as máquinas das linhas de produção que poderão ser higienizadas através de COP ou OPC.

Os refrigeradores são higienizados através dos circuitos C, D e E, e estão associados às linhas de produção, assim uma linha de produção possui normalmente mais do que um refrigerador associado permitindo a produção de gelado com misturas diferentes.

Para validação do processo de C&D dos refrigeradores realizaram-se análises à água de enxaguamento, recolhida à saída do equipamento. Para se proceder a esta colheita é necessário realizar uma purga na fase da água de enxaguamento, pois o retorno da água proveniente do refrigerador é reaproveitado quando se encontra com a temperatura e condutividade adequada e encaminhada para o esgoto quando possui matéria orgânica.

Para cada tipo de amostra foram realizadas dois tipos de análises microbiológicas, a análise de microrganismos mesófilos a 37 °C (M) e de enterobactérias (E), cada análise resulta num teste, sendo que foram efetuados 365 testes (Tabela 3.20) tendo-se verificado uma percentagem de conformidade de 97,3%.

Tabela 3.20 – Nº de análises microbiológicas efectuadas para validação do processo de C&D dos refrigeradores e nº de não conformidades.

	<i>Água de enxaguamento</i>		<i>Total</i>
	<i>M</i>	<i>E</i>	
<i>Março</i>	31	31	62
<i>Abril</i>	39	40	79
<i>Maio</i>	43	43	86
<i>Junho</i>	46	46	92
<i>Julho</i>	23	23	46
			365
<i>Nº de não conformidades</i>	8	2	10

M) Mesófilos totais a 37 °C; E) Enterobactérias

Para cada tipo de amostra foram ainda realizadas as análises de pH e condutividade, cada análise resulta num teste, sendo que foram efetuados 202 testes, como se pode observar na Tabela 3.21, encontrando-se na Tabela 3.22 o número de resultados que se encontraram conformes e não conformes. Conforme se pode verificar, a grande maioria dos resultados das análises químicas encontrava-se conforme.

Tabela 3.21 – Nº de análises químicas efectuadas para validação do C&D da produção

	<i>pH</i>	<i>Condutividade</i>	<i>Total</i>
<i>Abril</i>	14	14	28
<i>Maio</i>	42	42	84
<i>Junho</i>	35	35	70
<i>Julho</i>	10	10	20
			202

Tabela 3.22 – Número de resultados conformes e não conformes para os parâmetros químicos para validação do C&D da produção

	<i>pH</i>		<i>Condutividade</i>	
	Conforme	Não Conforme	Conforme	Não Conforme
<i>Abril</i>	12	2	14	0
<i>Maio</i>	38	4	41	1
<i>Junho</i>	33	2	28	7
<i>Julho</i>	10	0	7	3
<i>Total</i>	93	8	90	11

Na Tabela 3.23 observam-se os resultados das análises microbiológicas efetuadas para a validação do C&D dos refrigeradores afetos à linha de produção 1, higienizados através do circuito de CIP C, D e E, e na Tabela 3.24 os resultados obtidos nas análises aos parâmetros químicos.

Tabela 3.23 – Validação do C&D dos refrigeradores da linha de produção 1, higienizados através de CIP, para os parâmetros de Microbiologia.

Equipamento – Refrigerador		CIP Circuito C, D e E Microbiologia		Observações
Validação		Água de enxaguamento (UFC/mL)		
		M	E	
REFRIGERADOR 1/2/3/4/5 LINHA 1	12/03/2018	<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	13/03/2018	<1	<1	
	16/03/2018	<1	<1	
	19/03/2018	<1	<1	
	21/03/2018	<1	<1	
	29/03/2018	<1	<1	
	05/04/2018	<1	<1	
	05/04/2018	<1	<1	
	05/04/2018	<1	<1	
	24/04/2018	<1	<1	
	24/04/2018	<1	<1	
	03/05/2018	<1	<10	
	27/05/2018	<1	<1	
	04/06/2018	<1	<1	
	10/06/2018	<1	<1	
	17/06/2018	<1	<1	
	01/07/2018	<1	<1	
	01/07/2018	<1	<1	
	01/07/2018	<1	<1	

M) Mesófilos totais a 37 °C; E) Enterobactérias

Tabela 3.24 – Validação do C&D dos refrigeradores da linha de produção 1, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Química.

Equipamento – Refrigerador		CIP Circuito C, D e E Química		Observações
Validação		pH (Unidades de pH)	Condutividade (mS/cm)	
REFRIGERADOR 1/2/3/4/5 LINHA 1	05/04/2018	7,983	0,869	Parâmetros químicos validados
	05/04/2018	8,363	0,884	
	24/04/2018	8,539	0,869	
	24/04/2018	8,502	0,865	
	03/05/2018	8,250	0,877	
	20/05/2018	7,811	0,870	
	23/05/2018	8,359	0,869	
	04/06/2018	7,917	0,856	
	10/06/2018	7,836	0,859	
	17/06/2018	8,301	0,867	
	01/07/2018	7,541	0,867	
	01/07/2018	7,727	0,868	
	01/07/2018	7,940	0,867	
	30/07/2018	8,052	0,812	

Para se poder validar a linha totalmente os resultados da higiene de produção também deverão encontrar-se conformes. Assim, no final da higienização da linha de produção, realizada através de OPC, com a utilização de um satélite, foi verificada a higiene de produção através da utilização de zaragatoas que foram enviadas para o laboratório da FIMA. os resultados destas análises também se encontraram todos conformes.

Assim, nesta linha de produção foi possível obter três resultados consecutivos conformes, quer para as análises microbiológicas e químicas efetuadas às águas de enxaguamento, quer para as análises das zaragatoas. Deste modo, foi possível validar não só o CIP mas toda a linha de produção.

A linha 1 é uma linha de produção de gelados em cone, que apenas possui um alergénio, o amendoim. Este alergénio não se encontra na mistura, sendo apenas adicionado ao gelado. Assim, quando se realiza a higienização da máquina, após a produção do gelado com o alergénio são utilizados os *kits* de alergénio – amendoim em diversos pontos, os quais deram sempre resultados negativos, indicando a inexistência de vestígios do alergénio para a produção seguinte.

Na Tabela 3.25 observam-se os resultados das análises realizadas aos parâmetros de microbiologia para a validação dos refrigeradores afetos à linha de produção 2, higienizados através do circuito de CIP C, D e E, encontrando-se na Tabela 3.26 os resultados das análises dos parâmetros de química.

Tabela 3.25 – Validação do C&D dos refrigeradores da linha de produção 2, higienizados através de CIP, para os parâmetros de Microbiologia

Equipamento – Refrigerador		CIP Circuito C, D e E Microbiologia		Observações
Validação		Água de enxaguamento (UFC/mL)		
		M	E	
REFRIGERADOR 6/7 LINHA 2	15/03/2018	1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	20/03/2018	<1	<1	
	09/04/2018	<1	<1	
	02/05/2018	86	<1	
	02/05/2018	2 x 10 ²	<1	
	08/05/2018	<1	<1	
	08/05/2018	<1	<1	
	27/05/2018	4	<1	
	03/06/2018	<1	<1	
	03/06/2018	<1	<1	
	10/06/2018	<1	<1	
	10/06/2018	<1	<1	
	18/06/2018	10	<1	
	18/06/2018	1	<1	
	25/06/2018	<1	<1	
	02/07/2018	<1	<1	
	02/07/2018	<1	<1	
	16/07/2018	<1	<10	

M) Mesófilos totais a 37 °C; E) Enterobactérias

Tabela 3.26 – Validação do C&D dos refrigeradores da linha de produção 2, higienizados através de CIP, para os parâmetros de Química.

Equipamento – Refrigerador		CIP Circuito C, D e E Química		Observações
Validação		pH (Unidades de pH)	Condutividade (mS/cm)	
REFRIGERADOR 6/7 LINHA 2	02/05/2018	7,705	0,879	Parâmetros químicos validados
	02/05/2018	8,386	0,876	
	08/05/2018	7,820	0,874	
	08/05/2018	7,872	0,868	
	27/05/2018	7,962	0,861	
	03/06/2018	8,121	0,857	
	10/06/2018	8,048	0,858	
	10/06/2018	7,899	0,858	

A linha de produção 2 produz gelados através da extrusão e corte. Esta linha é particularmente sensível, uma vez que o gelado passa pelo túnel de endurecimento sem ser embalado.

A observação dos resultados apresentados nas Tabela 3.25 e Tabela 3.26 permite verificar que foi possível validar o CIP para a linha de produção 2, pois os resultados dos parâmetros químicos e microbiológicos da água de enxaguamento apresentaram-se conformes. No entanto, verificaram-se pontualmente contaminações em alguns pontos da linha, assim não foi possível validar totalmente a linha de produção, pelo que foi efetuada a revisão do procedimento de higienização.

O procedimento de higienização desta linha encontra-se diretamente relacionado com o sistema CIP, pois parte das fases de CIP dos refrigeradores são direcionadas para as boquilhas de gelado, e posteriormente é realizada a higienização da restante linha através de OPC, uma vez que não é possível o desmantelamento da máquina, isto é, esta linha possui diversas peças que funcionam de forma minuciosa, pelo que, apenas são desmanteladas peças que possuam avarias. Durante a produção estas peças são reguladas de forma minuciosa para se ajustar o débito de gelado.

Na Tabela 3.27 observam-se os resultados das análises microbiológicas realizadas para validação dos refrigeradores afetos à linha de produção 3, higienizados através do circuito de CIP C, D e E, encontrando-se na Tabela 3.28 os resultados das análises aos parâmetros químicos.

Tabela 3.27 – Validação do C&D dos refrigeradores da linha de produção 3, higienizados através de CIP, para os parâmetros de Microbiologia

Equipamento – Refrigerador		CIP Circuito C, D e E Microbiologia		Observações
Validação		Água de enxaguamento (UFC/mL)		
		M	E	
REFRIGERADOR 8/9/10/11/12/13 LINHA 3	20/03/2018	5	<1	Não foi possível a validação dos parâmetros microbiológicos da linha 3.
	27/03/2018	<1	<1	
	28/03/2018	40	<1	
	02/04/2018	<1	<1	
	15/04/2018	<10	<10	
	15/04/2018	<10	<10	
	22/04/2018	<1	<1	
	24/04/2018	<1	<1	
	01/05/2018	>1 x 10 ⁴	<1	
	01/05/2018	<1	<1	
	02/05/2018	<1	<1	
	06/05/2018	<1	<1	
	06/05/2018	<1	<1	
	08/05/2018	<1	<1	
	08/05/2018	<1	<1	
	10/05/2018	<1	<1	
	10/05/2018	<1	<1	
	13/05/2018	<10	<10	
	13/05/2018	<10	<10	
	13/05/2018	<10	<10	
	13/05/2018	<1	<1	
	01/06/2018	<1	<1	
	01/06/2018	<1	<1	
	05/06/2018	1	<1	
	05/06/2018	<1	<1	
	17/06/2018	<1	<1	
	02/07/2018	<1	<1	
	02/07/2018	<1	<1	
	11/07/2018	29	6	
	18/07/2018	<1	<10	
	18/07/2018	<1	<10	
	18/07/2018	<1	<10	
	18/07/2018	<1	<10	

M) Mesófilos totais a 37 °C; E) Enterobactérias

Tabela 3.28 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 3 higienizados através do CIP, para os parâmetros de Química.

Equipamento - Refrigerador		CIP Circuito C, D e E Química		Observações
Validação		pH (Unidades de pH)	Condutividade (mS/cm)	
REFRIGERADOR 8/9/10/11/12/13 LINHA 3	01/05/2018	9,413	0,870	Foram obtidos 3 resultados seguidos conformes para o pH pH validado Não foi possível validar a condutividade
	02/05/2018	7,630	0,874	
	06/05/2018	7,584	0,866	
	06/05/2018	7,680	0,866	
	08/05/2018	8,243	0,868	
	08/05/2018	8,265	0,868	
	10/05/2018	7,968	0,871	
	10/05/2018	8,047	0,871	
	13/05/2018	8,147	0,856	
	13/05/2018	8,307	0,863	
	13/05/2018	8,058	0,855	
	13/05/2018	8,088	0,854	
	01/06/2018	8,238	0,880	
	01/06/2018	7,991	0,860	
	05/06/2018	8,216	0,917	
	05/06/2018	8,146	0,872	
	02/07/2018	7,808	0,862	
	11/07/2018	7,932	0,932	

A linha de produção 3 é uma linha de produção de gelados por extrusão numa embalagem. Esta linha é constituída por diversos refrigeradores que não se encontram todos em funcionamento, pelo que a quantidade de CIP's difere de produção para produção. Assim, pode ocorrer a produção de um gelado com a utilização de apenas uma mistura, sendo utilizado apenas um refrigerador, quando é utilizada mais do que uma mistura para a produção de um determinado gelado são utilizados diferentes refrigeradores, sendo necessária a sua validação.

Os resultados apresentados nas Tabela 3.27 e 3.28 permitiriam validar a linha de produção pois verificaram-se três resultados seguidos conformes de microbiologia e química para os mesmos dias de higienização. No entanto, como é pedida a higiene da linha de produção sempre que existe uma higienização fazendo-se, também, o pedido de colheitas das águas de enxaguamento provenientes dos CIP's dos refrigeradores, houve uma continuação da análise dos parâmetros às águas de enxaguamento, tendo-se verificado resultados não conformes seguidos aos resultados conformes pelo que não foi possível a validação total da linha de produção 3, obtendo-se apenas o pH das águas de enxaguamento validado.

Na Tabela 3.29 observam-se os resultados obtidos para os parâmetros de microbiologia na validação dos refrigeradores afetos à linha de produção 4, higienizados através do circuito de CIP C, D e E, encontrando-se na Tabela 3.30 os resultados obtidos para os parâmetros de química.

Tabela 3.29 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 4, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Microbiologia.

Equipamento – Refrigerador		CIP Circuito C, D e E Microbiologia		Observações
Validação		Águas de enxaguamento (UFC/mL)		
		M	E	
REFRIGERADOR 10/11 LINHA 4	10/03/2018	<1	<1	Não foi possível a validação dos parâmetros microbiológicos da linha 4.
	19/03/2018	<1	<1	
	27/03/2018	<1	<1	
	09/04/2018	<1	<1	
	12/04/2018	<1	<1	
	14/04/2018	<1	<1	
	18/05/2018	>1 x 10 ⁴	<1	

M) Mesófilos totais a 37 °C; E) Enterobactérias

Tabela 3.30 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 4, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Química.

Equipamento – Refrigerador		CIP Circuito C, D e E Química		Observações
Validação		pH (Unidades de pH)	Condutividade (mS/cm)	
REFRIGERADOR 10/11 LINHA 4	18/05/2018	7,680	0,866	Não existem resultados suficientes para a validação da linha.

A linha de produção 4 é uma linha de produção de gelados por extrusão numa embalagem. Verificaram-se três parâmetros de microbiologia conformes de forma seguida, no entanto, foram seguidos de um parâmetro não conforme, não sendo possível, portanto, a validação dos parâmetros microbiológicos desta linha. Para além deste facto apenas se conseguiu um resultado para os parâmetros químicos, não sendo suficiente para fazer a validação da linha de produção 4.

Na Tabela 3.31 apresentam-se os resultados obtidos para os parâmetros de microbiologia para a validação dos refrigeradores afetos à linha de produção 5, higienizados através do circuito de CIP C, D e E, encontrando-se na Tabela 3.32 os resultados obtidos para os parâmetros de química.

Tabela 3.31 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 5, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Microbiologia.

Equipamento – Refrigerador		CIP Circuito C, D e E Microbiologia		Observações
Validação		Águas de enxaguamento (UFC/mL)		
		M	E	
REFRIGERADOR 14/15 LINHA 5	18/03/2018	<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	25/03/2018	<1	<1	
	31/03/2018	<1	<1	
	07/04/2018	14	<1	
	15/04/2018	<1	<1	
	15/04/2018	<1	<1	
	22/04/2018	<1	<1	
	22/04/2018	<1	<1	
	25/04/2018	<1	<1	
	25/04/2018	<1	<1	
	29/04/2018	<1	<1	
	06/05/2018	<1	<1	
	08/05/2018	<1	<1	
	08/05/2018	<1	<1	
	20/05/2018	<1	<1	
	27/05/2018	1	<1	
	27/05/2018	<1	<1	
	03/06/2018	<1	<1	
	03/06/2018	<1	<1	
	05/06/2018	<1	<1	
	05/06/2018	<1	<1	
	07/06/2018	<1	<1	
	07/06/2018	<1	<1	
	10/06/2018	<1	<1	
	13/06/2018	<1	<1	
	13/06/2018	<1	<1	
	25/06/2018	<1	<1	
	25/06/2018	<1	<1	
	08/07/2018	<1	<1	

M) Mesófilos totais a 37 °C; E) Enterobactérias

Tabela 3.32 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 5, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Química.

Equipamento – Refrigerador		CIP Circuito C, D e E Química		Observações
Validação		pH (Unidades de pH)	Condutividade (mS/cm)	
REFRIGERADOR 14/15 LINHA 5	25/04/2018	8,322	0,872	Foram obtidos 3 resultados seguidos conformes de condutividade Condutividade validada Não foi possível validar o pH.
	25/04/2018	8,174	0,871	
	29/04/2018	7,783	0,863	
	06/05/2018	7,750	0,863	
	20/05/2018	7,738	0,862	
	27/05/2018	7,846	0,869	
	27/05/2018	8,310	0,857	
	03/06/2018	8,177	0,855	
	03/06/2018	8,374	0,854	
	05/06/2018	8,555	0,880	
	05/06/2018	8,277	0,872	
	06/06/2018	8,008	0,817	
	06/06/2018	8,013	0,857	
	10/06/2018	8,025	0,871	

A linha de produção 5 é uma linha de produção que produz, maioritariamente, gelado de água, por essa razão, quando é produzido gelado à base de leite, são realizados os testes de deteção de alergénios, com a utilização dos *kits* de alergénios - leite, no final da higienização da linha de forma a garantir a inexistência de resíduos da proteína do leite nas superfícies dos equipamentos. Todas as análises realizadas para pesquisa dos alergénios deram resultados negativos.

Nesta linha, todas as amostras recolhidas e analisadas microbiologicamente encontravam-se conformes. Estes bons resultados podem estar associados ao facto de ser uma linha de produção de gelado à base de água e não de leite, o que diminui a matéria orgânica que poderá ficar nas superfícies dos equipamentos. Também o facto destes gelados serem geralmente produtos com uma acidez superior pode dificultar o crescimento microbiano. Os parâmetros químicos apresentaram três resultados conformes seguidos, no entanto existiu um resultado não conforme de pH após os resultados conformes que inviabilizou a validação dos parâmetros químicos, sendo apenas possível validar a condutividade da linha de produção.

No que diz respeito à higiene da linha, os resultados obtidos foram maioritariamente conformes. Assim, se não se tivesse verificado um valor de pH não conforme teria sido possível ter a linha de produção validada, uma vez que nas três datas anteriores os resultados dos parâmetros microbiológicos, químicos e da higiene da linha encontravam-se todos conformes.

Na Tabela 3.33 apresentam-se os resultados obtidos nas análises realizadas aos parâmetros de microbiologia para a validação dos refrigeradores afetos à linha de produção 6, higienizados através do circuito de CIP C, D e E, apresentando-se na Tabela 3.34 os resultados obtidos para os parâmetros de química.

Tabela 3.33 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 6, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Microbiologia.

Equipamento – Refrigerador		CIP Circuito C, D e E Microbiologia		Observações
Validação		Águas de enxaguamento (UFC/mL)		
		M	E	
REFRIGERADOR 16/17/18/19 LINHA 6	15/03/2018	>1 x 10 ⁴	<5	Não foi possível a validação dos parâmetros microbiológicos da linha 6.
	15/03/2018	>1 x 10 ⁴	<5	
	25/03/2018	7	<1	
	29/03/2018	<10	<1	
	07/04/2018	<10	<10	
	22/04/2018	<1	<1	
	22/04/2018	<1	<1	
	29/04/2018	<1	<1	
	29/04/2018	<1	<1	
	06/05/2018	<1	<1	
	06/05/2018	<1	<1	
	20/05/2018	<1	<1	
	27/05/2018	<1	<1	
	05/06/2018	<1	<1	
	05/06/2018	<1	<1	
	10/06/2018	<1	<1	
	10/06/2018	<1	<1	
	17/06/2018	<1	<1	
	17/06/2018	<1	<1	
	17/06/2018	<1	<1	
	17/06/2018	<1	<1	
	15/07/2018	>1 x 10 ⁴	<10	

M) Mesófilos totais a 37 °C; E) Enterobactérias

Tabela 3.34 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 6, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Química.

Equipamento – Refrigerador		CIP Circuito C, D e E Química		Observações
Validação		pH (Unidades de pH)	Condutividade (mS/cm)	
REFRIGERADOR 16/17/18/19 LINHA 6	29/04/2018	8,085	0,867	Foram obtidos 3 resultados seguidos conformes de condutividade Condutividade validada Não foi possível validar o pH.
	29/04/2018	8,449	0,871	
	06/05/2018	8,025	0,863	
	06/05/2018	7,919	0,863	
	20/05/2018	8,116	0,867	
	27/05/2018	7,846	0,861	
	05/06/2018	7,718	0,932	
	05/06/2018	7,634	0,933	
	10/06/2018	7,946	0,876	
	10/06/2018	8,055	0,860	
	17/06/2018	8,419	0,882	
	17/06/2018	8,532	0,866	
	17/06/2018	8,105	0,863	
	17/06/2018	8,419	0,867	

A linha de produção 6 é uma linha de produção de gelado bastante versátil, em que existe produção de diferentes produtos à base de leite em embalagens. Por se tratar de uma linha de produção versátil tem diversos equipamentos que apenas são colocados na linha quando são necessários.

Os resultados obtidos para os parâmetros microbiológicos desta linha encontraram-se maioritariamente conformes, existindo três resultados seguidos conformes, no entanto, seguidos de um resultado não conforme. Com os parâmetros químicos ocorreu a mesma situação. Assim, poderia validar-se a linha de produção 6 quando existiram três resultados conformes seguidos quer dos parâmetros químicos quer dos microbiológicos nas mesmas datas. No entanto existiram resultados da higiene da linha que não se encontram conformes, invalidando a validação da higienização da linha de produção 6, e exigindo a repetição do processo de validação desde o início.

A Tabela 3.35 mostra os resultados obtidos nas análises realizadas aos parâmetros de microbiologia para a validação dos refrigeradores da linha de produção 7, higienizados através do circuito de CIP C, D e E, enquanto que a Tabela 3.36 mostra os resultados obtidos para os parâmetros de química.

Tabela 3.35 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 7, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Microbiologia.

Equipamento – Refrigerador		CIP Circuito C, D e E Microbiologia		Observações
Validação		Águas de enxaguamento (UFC/mL)		
		M	E	
REFRIGERADOR 20/21/22 LINHA 7	19/03/2018	2,4 x 10 ³	<10	Parâmetros microbiológicos validados
	14/04/2018	<1	<1	
	23/05/2018	<1	<1	
	23/05/2018	<1	<1	
	05/06/2018	<1	<1	
	05/06/2018	<1	<1	
	25/06/2018	5	<1	
	02/07/2018	<1	<1	
	02/07/2018	<1	<1	
	02/07/2018	<1	<1	

M) Mesófilos totais a 37 °C; E) Enterobactérias

Tabela 3.36 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 7, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Química.

Equipamento – Refrigerador		CIP Circuito C, D e E Química		Observações
Validação		pH (Unidades de pH)	Condutividade (mS/cm)	
REFRIGERADOR 20/21/22 LINHA 7	23/05/2018	8,569	0,884	Foram obtidos 3 resultados seguidos conformes de pH pH validado Não foi possível validar a condutividade
	23/05/2018	8,738	0,887	
	05/06/2018	8,021	2,156	
	05/06/2018	8,020	2,215	
	25/06/2018	8,025	0,863	
	02/07/2018	8,288	0,867	
	02/07/2018	8,284	0,909	
	02/07/2018	8,375	0,909	

A linha de produção 7 é uma linha de produção de extrusão com molde, em que os equipamentos funcionam de forma automática, sem que seja necessária a presença de operadores. Esta linha produz em grande quantidade e o produto passa pelo túnel de endurecimento antes de ser embalado.

Os resultados obtidos do CIP permitem a validação da linha nos parâmetros microbiológicos. No entanto, nos parâmetros químicos verificaram-se resultados de condutividade não conformes, revelando que existem resíduos de detergente no refrigerador, sendo necessária a verificação do processo CIP. Da mesma forma, os resultados da higiene de produção não se encontraram também totalmente conformes, não sendo possível a validação da linha de produção 7.

Na Tabela 3.37 encontram-se os resultados obtidos nas análises microbiológicas realizadas para a validação dos refrigeradores afetos à linha de produção 8, higienizados através do circuito de CIP C, D e E, enquanto que na Tabela 3.38 se apresentam os resultados obtidos para os parâmetros de química.

Tabela 3.37 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 8, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Microbiologia.

Equipamento – Refrigerador		CIP Circuito C, D e E Microbiologia		Observações
Validação		Água de enxaguamento (UFC/mL)		
		M	E	
REFRIGERADOR 23/24/25 LINHA 8	11/03/2018	<1	<10	Parâmetros microbiológicos validados
	18/03/2018	<1	<1	
	25/03/2018	<1	<1	
	28/03/2018	<1	<1	
	31/03/2018	<1	<1	
	08/04/2018	<1	<1	
	08/04/2018	<1	<1	
	15/04/2018	<1	<1	
	15/04/2018	<1	<1	
	22/04/2018	<1	<1	
	22/04/2018	<1	<1	
	29/04/2018	<1	<1	
	29/04/2018	<1	<1	
	06/05/2018	<1	<1	
	06/05/2018	<1	<1	
	13/05/2018	<1	<1	
	13/05/2018	<1	<1	
	05/06/2018	1	<1	
	05/06/2018	1	<1	
	10/06/2018	<1	<1	
	17/06/2018	<1	<1	
	24/06/2018	<1	<1	
	24/06/2018	<1	<1	
	24/06/2018	<1	<1	
	01/07/2018	<1	<1	
	01/07/2018	<1	<1	
	09/07/2018	<1	<1	

M) Mesófilos totais a 37 °C; E) Enterobactérias

Tabela 3.38 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 8, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Química.

Equipamento - Refrigerador		CIP Circuito C, D e E Química		Observações
Validação		pH (Unidades de pH)	Condutividade (mS/cm)	
REFRIGERADOR 23/24/25 LINHA 8	29/04/2018	7,833	0,875	Parâmetros químicos validados
	29/04/2018	7,722	0,875	
	06/05/2018	8,738	1,001	
	06/05/2018	7,873	0,875	
	13/05/2018	7,733	0,861	
	13/05/2018	7,714	0,861	
	05/06/2018	8,207	1,482	
	05/06/2018	8,264	1,482	
	10/06/2018	7,986	0,865	
	17/06/2018	7,874	0,864	
	24/06/2018	7,673	0,862	
	24/06/2018	7,783	0,861	
	24/06/2018	7,624	0,861	

A linha de produção 8 pode produzir gelados de outras linhas de produção, sendo necessário alterarem-se os equipamentos, podendo produzir gelados com *sticks* ou de extrusão com molde. Devido aos diversos tipos de equipamentos que poderão ser utilizados é uma linha com uma grande envergadura, com dois túneis de endurecimento. Nesta linha apenas existe um alérgénio, que faz parte uma cobertura que é aplicada no final da produção de um determinado gelado, sendo que o equipamento em causa apenas é utilizado para a produção desse mesmo gelado. Assim, é necessário proceder-se à higienização de forma a não existirem resíduos do alérgénio nesse equipamento e nos equipamentos adjacentes. Os resultados obtidos referentes à utilização do *kit* de alérgénio – amêndoa foram sempre negativos, no entanto, ocorreu uma situação em que foi necessário que a higienização fosse realizada novamente nesse equipamento, pois este não se encontrava visualmente limpo, havendo resíduos de alérgénios. Esta situação ocorreu na passagem de turno pelo que foi possível a implementação de medidas corretivas e preventivas a serem tomadas em situações de passagem de turno quando se produz o gelado em que existe utilização deste equipamento.

Em relação aos parâmetros provenientes das águas de enxaguamento do CIP, verificou-se que todos os resultados microbiológicos se encontravam conformes. No caso dos parâmetros químicos, verificaram-se três resultados conformes seguidos após resultados não conformes. Este conjunto de resultados permitiu a validação dos procedimentos de C&D nesta linha de produção.

Na Tabela 3.39 apresentam-se os resultados obtidos nas análises microbiológicas realizadas para validação dos refrigeradores afetos à linha de produção 9, higienizados através do circuito de CIP C, D e E, apresentando-se na Tabela 3.40 os resultados obtidos para os parâmetros de química.

Tabela 3.39 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 9, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Microbiologia.

Equipamento - Refrigerador		CIP Circuito C, D e E Microbiologia		Observações
Validação		Copo (UFC / mL)		
		M	E	
REFRIGERADOR 29/30 LINHA 9	19/03/2018	<1	<1	Parâmetros microbiológicos validados
	26/03/2018	<1	<1	
	31/03/2018	<1	<1	
	15/04/2018	<1	<1	
	25/04/2018	<1	<1	
	30/04/2018	<1	<10	
	10/05/2018	<10	<10	
	10/05/2018	<10	<10	
	13/05/2018	<1	<1	
	13/05/2018	<1	<1	
	17/05/2018	<1	<1	
	17/05/2018	<1	<1	
	18/06/2018	<1	<1	
	25/06/2018	<1	<1	
	02/07/2018	<1	<1	
	16/07/2018	<1	<10	

M) Mesófilos totais a 37 °C; E) Enterobactérias

Tabela 3.40 – Validação do C&D dos refrigeradores associados à linha de produção 9, higienizados através do CIP, para os parâmetros de Química.

Equipamento - Refrigerador		CIP Circuito C, D e E Química		Observações
Validação		pH (Unidades de pH)	Condutividade (mS/cm)	
REFRIGERADOR 29/30 LINHA 9	16/04/2018	7,662	0,858	Parâmetros químicos validados
	25/04/2018	7,930	0,870	
	30/04/2019	8,089	0,869	
	10/05/2018	7,680	0,872	
	10/05/2018	8,318	0,875	
	13/05/2018	7,803	0,863	
	13/05/2018	7,854	0,865	
	17/05/2018	8,321	0,877	
	17/05/2018	7,840	0,878	

A linha de produção 9 é uma linha dedicada à produção de gelados em molde, com a utilização de uma mesa com os moldes, onde é introduzida a mistura, podendo produzir gelados de leite ou de água, com ou sem uma cobertura interior.

Os problemas desta linha estão relacionados com a higiene de produção, uma vez que, como se pode observar nas Tabela 3.39 e 3.40, não se verificaram resultados não conformes nas análises efetuadas às águas de enxaguamento, estando o CIP da linha de produção 9 validado.

Relativamente à restante linha de produção e seus equipamentos, foi verificado o processo de produção de gelado de forma a perceber quais os pontos onde poderia existir maior probabilidade de acumulação de matéria orgânica. Foi observado também o processo de higienização, sendo que para garantir que as condições de higienização não seriam variáveis foi alterado o processo de COP para OPC, de forma a ter conhecimento das concentrações do detergente e do desinfetante, bem como do tempo de atuação.

Foi realizada um LPP de como desmontar e higienizar o equipamento que possuía mais resultados não conformes na higiene de produção. Este equipamento faz o doseamento de um ingrediente do gelado com uma viscosidade superior à mistura, fazendo com que nas paragens de produção se depositassem partes desse ingrediente em zonas do equipamento com um desenho higiénico pobre. Pela utilização da ferramenta de qualidade EWO foi alterada a frequência de desmontagem e higienização.

Outros pontos de difícil higienização são os tanques de cobertura desta linha, que devido a terem, igualmente, um desenho higiénico pobre promovem a acumulação de matéria orgânica em zonas de difícil acesso e limpeza, pois não é possível o seu desmantelamento.

Na Tabela 3.41 apresenta-se um resumo do processo de validação do C&D das linhas de produção higienizadas através do CIP C, D e E.

Tabela 3.41 – Validação do C&D da produção através da conjugação da validação dos parâmetros microbiológicos e químicos para o circuito C, D e E do processo CIP

CIP C, D e E	Parâmetros Microbiológicos	Parâmetros químicos			Validação
		pH	Condutividade		
LINHA 1	Validado	Validado	Validado	Validado	Validado
LINHA 2	Validado	Validado	Validado	Validado	Validado
LINHA 3		Validado			
LINHA 4					
LINHA 5	Validado	Validado	Validado	Validado	Validado
LINHA 6			Validado		
LINHA 7	Validado	Validado			
LINHA 8	Validado	Validado	Validado	Validado	Validado
LINHA 9	Validado	Validado	Validado	Validado	Validado

Quando se obtêm resultados não conformes dos parâmetros medidos na água de enxaguamento, na higiene da linha ou no produto final, é necessário retomar a validação da linha de produção e verificar o processo de higienização.

Foram realizados também testes de alergénios nas linhas de produção, nomeadamente nas linhas produção em que existe produção de gelado com mistura ou com cobertura onde estejam presentes alergénios. Em relação aos refrigeradores, as situações mais preocupantes em relação aos

alergénios correspondem à produção de gelados de água em linhas onde houve produção de gelados de leite. No entanto, esta situação ocorre esporadicamente, e antes de voltar a ser produzido gelado de água são realizados os testes de alergénios, que deram sempre resultados negativos no que diz respeito à presença da proteína do leite nas tubagens dos refrigeradores.

As águas de enxaguamento relativas aos refrigeradores apresentaram maioritariamente resultados dentro dos limites de aceitação em relação aos parâmetros microbiológicos, químicos e de alergénios.

Os refrigeradores são equipamentos sensíveis, que são higienizados através de CIP, uma vez que não se consegue desmontar. A validação destes equipamentos é efetuada através da análise das águas de enxaguamento, uma vez que não conseguem fazer zaragatoas de superfície, nem inspeção visual do seu interior. O mesmo não ocorre nas linhas de produção, onde existem diversos pontos que estão em contacto com a matéria orgânica, e que pelo seu desenho não é possível de fazer uma higienização através de CIP.

Assim para cada linha, existe uma lista de pontos onde devem ser realizadas colheitas de zaragatoas de contacto, para as especificidades dos gelados, uma vez que uma mesma linha que produza dois gelados diferentes poderá necessitar de equipamentos diferentes. Por vezes estes equipamentos não possuem uma forma de higienização simples, podendo ficar determinados pontos com uma higiene deficiente. Para que esta situação não ocorra, e para diminuir o risco de contaminações microbiológicas, existe um procedimento de higienização e existem LPP's que auxiliam o processo, de forma a se traduzir numa higienização eficiente e eficaz.

Foi realizada uma adaptação dos procedimentos das diversas linhas de produção com a ajuda dos operadores das linhas, dizendo como efetivamente se têm que realizar as tarefas de higienização de cada equipamento. Este procedimento foi acompanhado de fotografias do equipamento e da descrição de todas as tarefas a realizar antes, durante e após a higienização da linha de produção, sendo apresentados os equipamentos utilizados para a produção de um gelado específico e em que situações devem ser realizadas as higienizações totais ou parciais.

Para a validação das linhas de produção, para além de ser necessário que os resultados decorrentes dos CIP's aos refrigeradores sejam conformes, é também necessário que os resultados da higiene de produção, isto é, dos pontos dos diversos equipamentos das linhas de produção também estejam conformes. Sendo que se tratam de procedimentos manuais, por vezes os resultados poderão encontrar-se fora dos limites de aceitação em alguns pontos da linha, o que, após algumas produções, poderá resultar no bloqueio da produção efetuada, remetendo à análise dos resultados e posterior utilização da ferramenta de qualidade EWO, para compreensão dos resultados fora dos limites de aceitação, quer nos equipamentos da linha de produção, quer no produto final.

A inspeção visual foi também uma forma de avaliação da higienização, sendo que, no caso da higienização manual, foi possível a alteração de comportamento, e, no caso da higienização automática, foi possível a mudança dos tempos de higienização, como forma de correção das não conformidades verificadas. A inspeção visual permite a observação de resíduos de alergénios ou de sujidade, no caso da higienização manual, e de resíduos de espuma, no caso da higienização automática.

4. Considerações Finais

Para se compreender um processo produtivo é necessário estar presente durante a execução do mesmo, questionar os operadores dos diferentes turnos acerca do processo produtivo e do método de higienização e, finalmente, observar o processo em si. Esta premissa adequa-se quer a nível do processo produtivo do gelado, quer a nível da higienização do equipamento que o produz. Foi possível observar durante o processo produtivo do gelado quais os locais onde existe mais acumulação de sujidade, quais os gelados que têm componentes que aderem mais às superfícies, quais as zonas dos equipamentos que se encontram mais expostos aos perigos microbiológicos, quais os equipamentos que têm maior probabilidade de conter perigos físicos e quais as zonas das máquinas que estão mais expostas aos alergénios. Esta observação permite que, durante a higienização da máquina, se tenha particular atenção a esses pontos. Por outro lado, é necessário ter o cuidado de não deixar resíduos químicos nas linhas de produção no final da higienização. Assim, a monitorização da higienização deve envolver o controlo microbiológico, químico e de alergénios.

Nesta perspetiva as verificações efetuadas às salas de produção, misturas e dos maturadores contribuíram para que se observasse o processo produtivo do ponto de vista dos operadores e para criar medidas com vista a facilitar a monitorização regular das higienizações, sejam estas OPC, COP ou CIP, por parte dos operadores.

Foram observadas diversas higienizações às linhas de produção e diversos CIP's de refrigeradores e maturadores, que em conjunto com a troca de ideias, quer com os operadores, quer com os responsáveis de produção e qualidade, permitiram otimizar os processos de higienização de modo a se obterem melhores resultados químicos e microbiológicos, alterando em alguns casos o tipo de higienização e reformulando os procedimentos.

As diretivas da Unilever têm por base os conhecimentos científicos e empíricos de colaboradores que se encontram em diferentes fábricas, que juntando os seus conhecimentos produzem guias de boas práticas de produção e boas práticas de processo e higienização. Este conhecimento, em conjunto com as especificações dos equipamentos que se encontram na fábrica da Olá, permitem reestruturar o procedimento e a forma como é apresentado para os operadores das linhas de produção.

Em relação ao COP, observou-se que os procedimentos existentes para as higienizações das linhas de produção não se encontravam a ser seguidos totalmente pelos operadores pelo facto de não serem de fácil consulta. Assim, foi questionado aos operadores das diversas linhas como realizavam as tarefas de higienização dos equipamentos, comparando com os procedimentos que se encontravam em uso. Também se verificou que a solução de detergente utilizada não estava a ser corretamente doseada, não sendo possível conhecer a concentração do detergente utilizado, esta situação é particularmente importante pelo facto de não existir uma coerência em relação aos diversos operadores das linhas, podendo não ser utilizado detergente na concentração suficiente para uma higienização eficaz ou ser utilizada uma concentração superior à necessária que pode resultar em resíduos químicos nas linhas de produção.

Por esta razão, a maior parte dos equipamentos passaram a ser higienizados através de satélite, existindo uma LPP para a utilização dos satélites e potenciando a otimização da higienização pelo facto de se conhecer a concentração de detergente e desinfetante e o tempo de atuação.

Os equipamentos que possuíam pequenas peças teriam de ser desmontados e higienizados através de COP, para que esta tarefa fosse mais fácil foi preparada uma tanquinha de lavagem para algumas linhas de produção, preparadas para as condicionantes dos equipamentos, tal como já existia noutras linhas.

A sala das misturas já possui uma máquina de lavagem de peças que entrou em funcionamento no final do estágio, lavando peças da sala das misturas que pudessem ser desmanteladas. Por este facto a mesma estaria em fase de otimização para posteriormente ser validada. Para proceder à validação terá de se proceder à recolha de zaragatoas de contacto nas peças antes e após a lavagem, tal como terá de ser medido o pH através da utilização de tiras de pH.

Para as higienizações que não foram realizadas no horário do estágio foi necessário que os operadores procedessem à colheita das amostras para posterior análise. No caso da higiene de produção verificou-se que os operadores conheciam o método de colheita, sendo apenas necessário dar a indicação da localização em que a zaragatoa de contacto deveria ser feita. Em situações de produção de gelados com alergénios foi necessário dar formação aos operadores para a utilização dos *kits* de alergénios e de deteção de proteína, tendo sido preparado um procedimento de utilização dos *kits* de alergénios.

Em relação ao CIP, observaram-se lacunas a nível da velocidade do fluído utilizado para o C&D, devido ao caudal da água em algumas tubagens ser baixo, o que resultava numa velocidade da água abaixo dos 1,5 m/s, velocidade esta necessária para o fluído se encontrar em regime turbulento e aumentar a ação mecânica necessária para se realizar um CIP eficaz.

O desenho higiénico é outro tema que se deve ter em atenção, foi possível durante o estágio aprender com *experts* da Unilever que partilharam o seu conhecimento acerca deste tema e permitiram realizar alterações a nível de determinados equipamentos, que por se tratarem de equipamentos antigos não possuíam o desenho adequado, mas que poderiam ser melhorados a fim de eliminar zonas onde houvesse potencial contaminação microbiológica. Com o conhecimento apreendido, torna-se possível, que quando se procede à compra ou produção de equipamentos por parte dos serviços técnicos, os mesmos tenham um desenho higiénico e que se diminua a probabilidade de contaminações. Por esta razão, os tanques de cobertura da linha de produção 9 serão trocados para depósitos com um desenho mais higiénico.

Durante o tempo do estágio foi ainda possível realizar testes de alergénios a gelados que continham a *claim* de isento de lactose que se encontram em fase de testes a nível industrial, tal como foi possível fazer a verificação da quantidade de porcas e parafusos que a linha de produção 2 possuía e realizar a avaliação do risco destas peças se tornarem perigos físicos para o gelado, mesmo possuindo um raio X no final da produção.

Concluindo, a validação do C&D de uma indústria alimentar consiste num processo moroso e com condicionantes, isto é, numa indústria alimentar que esteja em início de produção, em que todos os equipamentos são novos é possível fazer a validação desde do início com a utilização dos P&ID's,

que mostram quais os pontos onde poderá existir probabilidade de contaminação do produto final, permitindo, assim, alterar esses pontos ou tomar medidas preventivas para que essa contaminação não ocorra. No entanto, a indústria em estudo sofreu um aumento de escala de produção e encontra-se em processo de finalização do P&ID da unidade industrial, o que acaba por dificultar ainda mais o processo de validação. Da mesma forma, o facto de existir mais conhecimento científico acerca do desenho higiénico, faz com que uma indústria que esteja em início de laboração possa comprar equipamentos com menor probabilidade de contaminação. Estas condicionantes são relativas aos equipamentos, no entanto os operadores são outro fator que pode dificultar ou ajudar a validação, isto é, o seu conhecimento empírico sobre o funcionamento dos equipamentos e a forma de otimizar alguns processos é uma vantagem para a mudança de hábitos, por outro lado, os operadores conhecem bem as linhas de produção e sempre realizaram as tarefas da mesma forma, pelo que por vezes é difícil a mudança de hábitos para se obterem resultados conformes e se poderem validar as linhas de produção.

A validação demonstra alguns resultados não conformes, no entanto, estes resultados são resultados pontuais, muitas vezes sem continuidade evidenciada em diferentes parâmetros de validação, que não demonstram falta de qualidade do produto final, mas demonstram que a unidade industrial procura a melhoria contínua, e monitoriza a produção para que não existam produtos a serem vendidos sem qualidade ou segurança alimentar.

5. Bibliografia

3M Clean Trace TM. (2018). Product Instruction - Surface Protein Allergen Test, Canada. Obtido em Março de 2018, de <https://multimedia.3m.com/mws/media/1514822O/3m-clean-trace-surface-protein-allergen-test-alltec60.pdf>.

AESBUC / UCP. (2018). Manual de Higienização - Indústria Alimentar. Obtido em Março de 2018, de http://www.dgv.minagricultura.pt/higiene_publica/Cod_Boas_Praticas/Plataforma%20CBP_20081215/C%20-%20Manual_higienizacao_Industria_Alimentar_aesbuc.pdf.

Alzeer, J., & Hadeed, K. (2016). Ethanol and its Halal status in food industries. Trends in Food Science and Technology, 58, 14–20. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.10.018>.

Andrews, G., Penman, A., & Hart, C. (2001). Safety and Quality Research Priorities in the Food Industry. Issues in Environmental Science and Technology, (15), 25–41, doi:10.1039/9781847550897-00025.

APCER (Associação Portuguesa de Certificação). (2018). *Codex Alimentarius*. Obtido em Dezembro de 2018, de <https://www.apcergroup.com/portugal/index.php/pt/certificacao/62/codex-alimentarius>.

Arvanitoyannis, I., & Kassaveti, A. (2009). HACCP and ISO 22000 - Application to Foods of Animal Origin: HACCP and ISO 22000 – A comparison of the two systems. Edited by Ioannis S. Arvanitoyanni, Blackwell Publishing Ltd, ISBN: 978-1-405-15366-9.

ASAE (Autoridade de Segurança Alimentar e Económica) (2007a). HACCP. Obtido em Dezembro de 2018, de <https://www.asae.gov.pt/seguranca-alimentar/haccp.aspx>.

ASAE (Autoridade de Segurança Alimentar e Económica) (2017b). Alergénios Alimentares. Riscos e Alimentos, nº13. Obtido em Dezembro de 2018, em <https://www.asae.gov.pt/espaco-publico/publicacoes/riscos-e-alimentos/2017.aspx>.

Big Drum Engineering. (2019). Tetra Pak Processing Equipment GmbH - Modul Filler. Obtido em Julho de 2019, em <http://www.bigdrumengineering.com/modul-filler/>.

Bilska, A., & Kowalski, R. (2014). Food Quality and Safety Management. LogForum - Scientific Journal of Logistics, 10(3), 351–361. e - ISSN 1734-459X.

Borude, S., Shakya, B., & Jan, T. (2016). The Implementation of HACCP in Ice Cream Industry. IJSRD - International Journal for Scientific Research & Development, 4(04), 1527–1530. ISSN (online): 2321-0613.

Brinkman, E., Cerf, O., *et al* (2016). Cleaning Validation in the Food Industry - General Principles, European Hygienic Engineering & Design Group Guidelines, Doc 45 - Part 1.

Carvalho, M., Pinto-Varela, *et al.* (2015). Optimization of Production Planning and Scheduling in the Ice Cream Industry. 12th International Symposium on Process Systems Engineering and 25th European Symposium on Computer Aided Process Engineering. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63576-1.50066-2>.

Clarke, C. (2004). The Science of Ice Cream. The Royal Society of Chemistry. ISBN 0-85404-629-1.

Davey, K., Chandrakash, S., & O'Neill, B. (2013). A new risk analysis of Clean-In-Place milk processing. Food Control, 29, 248–253. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.06.014>.

De Felice, F., & Petrillo, A. (2015). Optimization of Manufacturing System through World Class Manufacturing. IFAC-PapersOnLine, 48-3, 741–746. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.171>.

DNV.GL. (2019). Management System Certificate. Exemplar disponibilizado pelo departamento de Qualidade da OLÁ.

EFSA (European Food Safety Authority) & ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control). (2018). The European Union summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2016. EFSA Journal 2018;16(2):5182, 270p.

ERSAR (Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos) (2017). Qualidade da Água. Obtido em Dezembro de 2018 em <http://www.ersar.pt/pt/site-legislacao/Paginas/qualidade-da-agua.aspx>.

Fan, M., Phinney, D., & Heldman, R. (2018). The impact of clean-in-place parameters on rinse water effectiveness and efficiency. Journal of Food Engineering, 222, 276–283. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.11.029>.

FDA (U.S. Food and Drug Administration) (2014). Inspection Guides - Validation of Cleaning Processes (7/93). Obtido em Fevereiro de 2018 em <http://www.fda.gov/ICECI/Inspections/InspectionGuides/ucm074922.htm>.

Federación Nacional de Industrias Lácteas. (2016). Guía de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC) Leches UHT y Pasterizadas. Obtido em Novembro de 2018 em http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/guia_leche_final.pdf.

Felício, C. (2017). Requisitos Halal. Exemplar disponibilizado pelo departamento de Qualidade da OLÁ.

Fiol, C., Prado, D., Romero, *et al* (2017). Introduction of a new family of ice creams. International Journal of Gastronomy and Food Science, 7, 5–10. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2016.12.001>.

Food Standards Agency (2006). Guidance on Allergen Management and Consumer Information. Obtido em Novembro de 2018 em <http://www.reading.ac.uk/foodlaw/label/allergens-maycontain-2006.pdf>.

Foundation for Food Safety Certification (2013). FSSC 22000, pp. 1–8 Obtido em Agosto de 2019 em http://apcergroup.com/images/site/downloads/Normas/FSSC_22000_PT.pdf.

Foundation For Safety Certification (2017). FSSC 22000 - Food Safety System Certification 22000 Part II: Requirements for Certification, Version 4.1. Obtido em Novembro de 2018 em <https://www.fssc22000.com/wp-content/uploads/part-ii-requirements-for-certification-v4.1-1.pdf>.

FSSC 22000. (2018). Guidance on Food Fraud Mitigation, Version 1. Obtido em Outubro de 2018 em <https://www.fssc22000.com/wp-content/uploads/fssc-22000-guidance-on-food-fraud-final-100418.pdf>.

Fryer, P., Robbins, P., & Asteriadou, K. (2011). Current knowledge in hygienic design: can we minimize fouling and speed cleaning? *Procedia Food Science*, 1, 1753–1760. doi: 10.1016/j.profoo.2011.09.258.

Fundação Francisco Manuel dos Santos. (2018). Sobre a Fundação. Obtido em Dezembro de 2018 em <https://www.ffms.pt/sobre-a-fundacao/1924/fundador>.

Gabric, D., Galic, K., & Timmerman, H. (2016). Cleaning of Surfaces. *Handbook of Hygiene Control in the Food Industry*, 2nd Ed., Elsevier Ltd. ISBN: 0387263640.

Goff, H. & Hartel R. (2009). *Ice cream*, 7th Edition, Springer US. ISBN: 978-1-4614-6096-1.

Gojkovic, V., Marjanovic-Balaban, Z., *et al.* (2015). Allergens management system in the food production. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 12, 76–84.

Grande Consumo. (2018). Unilever escolhe ser holandesa. Obtido em Abril de 2018 em <http://www.grandeconsumo.com/noticia/20601/unilever-escolhe-ser-holandesa>.

Lelieved, H., Mostert, M., Holah, J. (2005). *Handbook of hygiene control in the food industry*, 2nd Ed., Woodhead Publishing Limited. ISBN: 9780081001554.

Harjunkski, I., Nyström, R., & Horch, A. (2009). Integration of scheduling and control - Theory or practice?, *Computers and Chemical Engineering*, 33(12), 1909–1918. DOI: 10.1016/j.compchemeng.2009.06.016

Hobbs, J. (2003). Consumer demand for traceability, Working Paper, *International Agricultural Trade Research Consortium*. DOI: 10.22004/ag.econ.14614.

Hofmann, J., Åkesson, *et al* (2018). Hygienic Design Principles, *European Hygienic Engineering & Design Group Guidelines*, Doc 8, 3rd Ed.

Reuters. (2018). Unilever picks Rotterdam over London as Corporate HQ. Obtido em Abril de 2018 em <https://uk.reuters.com/article/unilever-structure/unilever-picks-rotterdam-over-london-as-corporate-hq-idUKFWN1QX047>.

Hung, Y., Liu, C. *et al* (2015). The implementation of a Hazard Analysis and Critical Control Point management system in a peanut butter ice cream plant. Journal of Food and Drug Analysis, 23(3), 509–515. DOI:10.1016/j.jfd.2015.02.005.

Instituto Halal de Portugal. (2018). Valor do HALAL - O que é o HALAL e qual a sua importância. Obtido em Dezembro de 2018 em <http://halal.pt/valor-do-halal/>.

Instituto Português da Qualidade. (2018). Normalização. Obtido em Dezembro de 2018 em <http://www.ipq.pt/PT/Normalizacao/Pages/Normalizacao.aspx>.

Jackson, L., Al-Taher, F., *et al* (2008). Cleaning and Other Control and Validation Strategies To Prevent Allergen Cross-Contact in Food-Processing Operations. Journal of Food Protection, 71(2), 445–458. DOI: 10.4315/0362-028X-71.2.445.

Jay, J.M., Loessner, M.J., & Golden, D.A. (2005). Modern Food Microbiology. Springer Science & Business Media. New York, EUA, 790p. ISBN 0-387-23180-3

Jurado-Alameda, E., Herrera-Márquez, O., *et al* (2015). Starch-soiled stainless steel cleaning using surfactants and α -amylase. Journal of Food Engineering, 160, 56–64. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2015.03.024.

Kakurinov, V. (2013). Food Safety Assurance Systems: Cleaning and Disinfection. Encyclopedia of Food Safety, 4, 211–225. DOI:10.1016/B978-0-12-378612-8.00356-5.

Keener, L. (2016). Improving cleaning-out-of-place (COP), Handbook of hygiene control in the food industry, 445–467, Woodhead Publishing Limited. DOI:10.1016/B978-1-85573-957-4.50028-1.

Kokkinakis, E., Kokkinaki, A., *et al* (2011). HACCP implementation in local food industry: a survey in Crete, Greece. Procedia Food Science, 1, 1079–1083. DOI: 10.1016/j.profoo.2011.09.161.

Lawley, R., Curtis, L. & Davis, J. (2008). The Food Safety Hazard Guidebook. Published by The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 422p. ISBN: 978-0-85404-460-3.

Lelieved, H., Mostert, M., Curiel, G. (2014). Hygienic design in food processing equipment, Hygiene in Food Processing: Principles and Practice, 2nd Ed, Elsevier. DOI: 10.1533/9780857098634.2.91.

Lu, J., Pua, X. *et al* (2014). The implementation of HACCP management system in a chocolate ice cream plant, Journal of Food and Drug Analysis, 22(3), 391–398. DOI: 10.1016/j.jda.2013.09.049.

Magnum. (2018). From Bean to Bite. Obtido em Dezembro de 2018 em <https://www.magnumicecream.com/us/en/stories/food/sustainability.html>.

Majelis Ulama Indonesia. (2018). Halal Guideline. Exemplar disponibilizado pelo departamento de Qualidade da OLÁ.

Memisi, N., Moracanin, S. *et al* (2015). CIP Cleaning Processes in the Dairy Industry. Procedia Food Science, 5, 184–186. DOI: 10.1016/j.profoo.2015.09.052

Mercier, S., Ndoye, F., & Alvarez, G. (2016). Coupled population balance and heat transfer model for the description of ice recrystallization during long-term storage of ice cream. Journal of Food Engineering, 170, 72–82. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2015.09.019

Moerman, F. (2013). Hygienic design of food processing equipment and hygienic practices during maintenance operations. Obtido em Novembro de 2018 em https://www.academia.edu/35074099/Hygienic_design_of_food_processing_equipment_and_hygienic_practices_during_maintenance_operations.

Mondelez International. (2015). Allergen Management. Obtido em Novembro de 2018 em <http://mondelezinternational.cms1.mdlzapps.com/procurement/supplier-quality-and-food-safety/training>.

Murino, T., Naviglio, G., *et al*. (2012). A world class manufacturing implementation model, Applied mathematics in Electrical and Computer Engineering, 371-376. ISBN: 978-1-61804-064-0.

Ndoye, F., & Alvarez, G. (2015). Characterization of ice recrystallization in ice cream during storage using the focused beam reflectance measurement. Journal of Food Engineering, 148, 24–34. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2014.09.014

Neogen Corporation. (2014). Solutions for Allergen Testing. Obtido em Novembro de 2018 em http://jornades.uab.cat/workshopmrama/sites/jornades.uab.cat.workshopmrama/files/Solutions_allergen_testing.pdf.

Neogen Corporation. (2018). Reveal 3-D for Total Milk Allergen. Obtido em Janeiro de 2019 em https://foodsafety.neogen.com/pdf/procedures/8479_pro.pdf.

NESTLE. (2014). Microbiological specifications. Obtido em Outubro de 2018 em <https://www.nestle.com/sites/default/files/asset-library/documents/library/documents/suppliers/microbiological-specifications-nestle.pdf>.

Njage, P., Opiyo, B., Wangoh, J., & Wambui, J. (2018). Scale of production and implementation of food safety programs influence the performance of current food safety management systems: Case of dairy processors. Food Control, 85, 85–97. DOI:10.1016/j.foodcont.2017.09.015.

Pal, M., Mulu, S., Tekle, M., Pintoo, S., & Prajapati, J. (2016). Bacterial Contamination of Dairy Products. Beverage and Food World, 43(9), 40–43. Obtido em Novembro de 2018 em https://www.researchgate.net/publication/308294887_Bacterial_Contamination_of_Dairy_Products.

Palabiyik, I., Yilmaz, M., Fryer, P., Robbins, P., & Toker, O. (2015). Minimising the environmental footprint of industrial-scaled cleaning processes by optimisation of a novel clean-in-place system protocol. Journal of Cleaner Production, 108, 1–10. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.07.114

Psomas, E., & Kafetzopoulos, D. (2015). HACCP effectiveness between ISO 22000 certified and non-certified dairy companies. Food Control, 53, 134–139. DOI: 10.1016/j.foodcont.2015.01.023

Regulamento (CE) Nº 1441/2007 da Comissão de 5 de Dezembro de 2007 que altera o Regulamento (CE) n.º 2073/2005 relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios. Jornal Oficial da União Europeia; L 322/12-29.

Regulamento (UE) n.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de Outubro de 2011. Jornal Oficial da União Europeia, L304: 18-63.

Rizzo, G., Masic, U., Harrold, J., Norton, J., & Halford, J. (2016). Coconut and sunflower oil ratios in ice cream influence subsequent food selection and intake. Physiology and Behavior, 164, 40–46. DOI: 10.1016/j.physbeh.2016.05.040.

Ryther, R. (2014). Food Technologies: Cleaning and Disinfection Technologies (Clean-In-Place, Clean-Out-of-Place), Encyclopedia of Food Safety, 3, 149-155. DOI: 10.1016/B978-0-12-378612-8.00276-6

SGS. (2018a). Agricultura & Alimentação - Alimentos. Obtido em Dezembro de 2018 em <https://www.sgs.pt/pt-pt/agriculture-food/food>.

SGS. (2018b). Agricultura & Alimentação - Certificação de sistemas de segurança alimentar FSSC 22000. Obtido em Dezembro de 2018 em <https://www.sgs.pt/pt-pt/agriculture-food/food/gfsi-certification/fssc-22000-food-safety-systems-certification>.

SGS. (2018c). UTZ - Sustentabilidade para café, cacau e chá. Obtido em Dezembro de 2018 em <https://www.sgs.pt/pt-pt/agriculture-food/food/food-certification/utz-coffee-cocoa-and-tea-sustainability>.

Soman, R., & Raman, M. (2016). HACCP system - hazard analysis and assessment, based on ISO 22000:2005 methodology. Food Control, 69, 191–195. DOI: 10.1016/j.foodcont.2016.05.001.

Soro, R. (2015). El Diseño Higiénico de Equipos e Instalaciones como Elemento Clave para la Inocuidad de Alimentos. La Alimentación Latinoamericana, nº 320, 22–27. Obtido em Novembro de 2018 em http://www.publitech.com.ar/system/noticias.php?id_prod=812&id_cat=4.

SPX (2013). CIP and Sanitation of Process Plant - White Paper. Obtido em Novembro de 2018 em https://www.spxflow.com/en/assets/pdf/CIP_Systems_22003_05_02_2013_GB_tcm11-7665.pdf.

Tetra Pak. (2015). A guide to cleaning technology in the food processing industry. Handbook Cleaning in place. DOI:10.1016/B978-0-08-088504-9.00447-5.

Tetra Pak. (2018). Ice Cream. Dairy Processing Handbook Obtido em Setembro de 2018 em <http://dairyprocessinghandbook.com/chapter/ice-cream>.

Tsevdou, M., Gogou, E., Dermesonluoglu, E., & Taoukis, P. (2015). Modelling the effect of storage temperature on the viscoelastic properties and quality of ice cream. Journal of Food Engineering, 148, 35–42. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2014.07.002

Unilever. (2017a). Unilever Annual Report and Accounts 2017. Obtido em Setembro de 2018 em www.unilever.com/ara2017/downloads.

Unilever (2017b). Ice Cream GMP, Unilever Quality Standards, GMP15, No 2.0, 27-66. Exemplar disponibilizado pelo departamento de Qualidade da OLÁ

Unilever. (2018). Heartbrand. Obtido em Dezembro de 2018 em <https://www.unilever.com/brands/food-and-drink/heartbrand.html>.

Unilever FIMA. (2018a). A nossa história. Obtido em Março de 2018 em <https://www.unilever-fima.com/about/who-we-are/our-history/>.

Unilever FIMA. (2018b). A parceria em Portugal. Obtido em Março de 2018 em <https://www.unilever-fima.com/about/who-we-are/history-of-unilever-portugal/>.

Unilever FIMA. (2018c). Informações para Visitantes. Exemplar disponibilizado pelo departamento de Qualidade da OLÁ.

Unilever FIMA. (2018d). Questões mais frequentes. Obtido em Dezembro de 2018 em <https://www.unilever-fima.com/contact/faqs.html>.

Wallace, C., Holyoak, L., Powell, S., & Dykes, F. (2014). HACCP - The difficulty with Hazard Analysis. Food Control, 35(1), 233–240. DOI: 10.1016/j.foodcont.2013.07.012

Yang, J., Jensen, B., *et al* (2018). CFD modelling of axial mixing in the intermediate and final rinses of cleaning-in-place procedures of straight pipes. Journal of Food Engineering, 221, 95–105. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2017.09.017

Zwietering, M., Jacxsens, L., Membré, J., Nauta, M., & Peterz, M. (2016). Relevance of microbial finished product testing in food safety management. Food Control, 60, 31–43. DOI: 10.1016/j.foodcont. 2015.07.002

