



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Susana Isabel Miranda Salgado

A utilização do ozono na indústria alimentar – caso das queijarias

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Tecnologia e Ciência Alimentar

Trabalho realizado sob a orientação do
Professor José Maria Marques Oliveira

Dezembro de 2021



Universidade do Minho

Escola de Engenharia



Susana Isabel Miranda Salgado

A utilização do ozono na indústria alimentar – caso das queijarias

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Tecnologia e Ciência Alimentar

Trabalho realizado sob a orientação do

Professor José Maria Marques Oliveira

Engenheiro Pedro Sampaio

Engenheira Benvinda Macedo

Dezembro de 2021

Direitos de autor e condições de utilização do trabalho por terceiros

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

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

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

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição
CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Agradecimentos

Quero agradecer a todas as pessoas que de alguma maneira me ajudaram e deram apoio ao longo do meu percurso acadêmico.

Ao professor José Maria pela sua orientação ao longo de todo o trabalho, pela sua prontidão em me ajudar, pela atenção e pelos conhecimentos transmitidos.

Ao professor Armando Venâncio pela disponibilidade, atenção e ajuda em todas as fases do trabalho, bem como pelos ensinamentos que me transmitiu.

Ao Engenheiro Pedro Sampaio pela disponibilidade em me receber no projeto, pela ajuda, pela paciência e atenção que sempre demonstrou.

À Lactimercados e seus colaboradores, em especial à Engenheira Benvinda Macedo, pela disponibilidade em me receber na empresa para realizar o projeto, pela prontidão em ajudar sempre que necessário e pela boa recepção na empresa.

À Teresa Dias, Investigadora do CEB, pela paciência, disponibilidade e ajuda durante a realização do trabalho.

Aos meus pais um especial muito obrigado por sempre acreditarem em mim, por fazerem de mim quem sou hoje, por sempre me incentivarem e apoiarem, por me ajudarem em tudo o que precisei e por todo o amor, carinho e educação que me deram.

Aos meus amigos um muito obrigado por sempre estarem lá para mim ao longo destes 5 anos acadêmicos, por sempre me darem força e uma visão otimista, por caminharmos sempre juntos e com o sorriso no rosto, uma enorme gratidão para convosco.

Ao meu namorado um obrigado por toda a paciência, pelo carinho e apoio mais do que nunca, bem como todo o amor demonstrado.

Declaração de Integridade

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

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

A utilização do ozono na indústria alimentar – caso das queijarias

Resumo

No processo produtivo do queijo, uma das últimas etapas é a maturação. Esta, é uma das mais importantes, caracterizando-se pelos processos enzimáticos que ocorrem no queijo, havendo modificações microbiológicas e físico-químicas. Nesta etapa, o produto é colocado em prateleiras, em câmaras refrigeradas, com elevadas percentagens de humidade relativa, entre os 80 % e os 97 %. Nestas condições, o queijo está especialmente sujeito a contaminações por bolores e leveduras, que posteriormente terão de ser eliminados por lavagem e raspagem minuciosa para não deteriorar o seu aspeto e interferirem nas suas características organoléticas. Essas circunstâncias limitam a humidade relativa do ar, em uso na câmara, tão essencial na sua cura.

Neste trabalho pretendeu-se avaliar a qualidade do ar ambiente de uma das câmaras de maturação de queijos de uma empresa de laticínios, bem como o corredor que lhe dá acesso. Para isso, através do recurso a um equipamento de recolha de ar com o acoplamento de placas de 55 mm com meio DRBC com cloranfenicol, realizaram-se 91 amostragens. Posteriormente, de forma a estudar a qualidade do ar em si, realizou-se a contagem de colónias presentes nas placas.

Os valores da carga microbiana no ar da câmara de maturação foram tendencialmente inferiores aos do corredor, o que seria de esperar visto que esta tem um sistema de ventilação controlado, bem como temperatura e humidade relativa controladas, e o corredor não. Apareceram casos, em dias de fabrico de queijo, em que os valores de carga microbiana no ar do corredor foram muito superiores ao que seria ideal. Assim, seria bom para a empresa adquirir um sistema de ventilação para o corredor, bem como um equipamento de medida da humidade relativa.

O que se propõe para o caso das câmaras de maturação e das salmouras, é o ozono, associando-o às desinfecções. Nas câmaras, seria acoplado ao sistema de ventilação, de forma a reduzir a carga microbiana no ar ambiente, e, assim, prevenir o aparecimento de bolores no queijo. Na salmoura, o sistema de ozonização seria aplicado para o tratamento das águas de maneira a não ser necessário trocar a água tão frequentemente e, de igual forma, reduzir a carga microbiana. Ao associar às desinfecções refere-se às lavagens de grades, espaços e máquinas com água, bem como desinfecção do ar, câmaras, corredores e salas de fabrico. Sendo que os equipamentos de ozono seriam fornecidos pela empresa Funcional.

Palavras-chave: maturação; fungos; DRBC; ozono; qualidade do ar; queijo.

The use of ozone in the food industry – case of cheese dairies

Abstract

In the cheese production process, one of the last stages is maturation. This is one of the most important stages, characterized by the enzymatic processes that occur in the cheese, with microbiological and physicochemical changes. In this stage, the product is placed on shelves in refrigerated chambers, with high percentages of relative humidity, between 80 % and 97 %. In these conditions, the cheese is especially subject to contamination by filamentous molds and yeasts, which must later be eliminated by thorough washing and scraping so as not to deteriorate its appearance and interfere with its organoleptic characteristics. These circumstances limit the relative humidity of the air, in use in the chamber, so essential in its cure.

In this work, we aimed to evaluate the quality of the ambient air in one of the cheese ripening chambers of a dairy company, as well as the corridor that gives access to it. For this purpose, 91 samplings were performed using an air sampler with 55 mm plates coupled with DRBC medium with chloramphenicol. Later, in order to study the quality of the air itself, a count of the colonies present on the plates was performed.

The values of microbial load in the air in the maturation chamber tended to be lower than in the aisle, which was to be expected, since the maturation chamber has a controlled ventilation system, as well as controlled temperature and relative humidity, while the aisle does not. Cases appeared, on days of cheese making, where the values of microbial load in the aisle air were much higher than what would be ideal. Thus, it would be good for the company to acquire a ventilation system for the corridor, as well as equipment to measure the relative humidity.

What is proposed for the case of the ripening chambers and brine rooms, is ozone, associating it with disinfections. In the chambers, it would be coupled to the ventilation system in order to reduce the microbial load in the ambient air, and thus prevent the appearance of mold in the cheese. In the brine, the ozonation system would be applied to treat the water so that it would not be necessary to change the water so often and also reduce the microbial load. By associating disinfection with disinfection we mean washing grids, rooms and machines with water, as well as disinfecting the air, chambers, corridors and manufacturing rooms. The ozone equipment would be supplied by the company Funcional.

Keywords: air quality; cheese, DRBC; fungi, maturation, ozone

Índice

Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	vii
Abstract.....	viii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas.....	xi
Lista de abreviaturas, variáveis e siglas.....	xii
1 Introdução.....	1
1.1 Empresas.....	1
1.1.1 Funcional – Soluções Tecnológicas.....	1
1.1.2 Lactimercados.....	2
1.2 Objetivos.....	6
2 Enquadramento teórico.....	7
2.1 Queijo.....	7
2.1.1 História do queijo.....	7
2.1.2 Definição.....	8
2.1.3 Processo de fabrico.....	8
2.1.3.1 Matérias-primas.....	9
2.1.3.2 Processo.....	10
2.1.3.3 Culturas Microbianas.....	16
2.1.3.4 Mocrorganismos Adjuntos.....	16
2.1.4 Classificação.....	17
2.1.5 Algumas classificações de queijos:.....	19
2.1.6 Informação nutricional.....	20
2.1.7 Contaminação.....	21
2.2 Ozono.....	22
2.2.1 História do Ozono.....	22
2.2.2 O que é o Ozono – características.....	25
2.2.3 Produção do Ozono.....	27
2.2.4 Atuação do ozono.....	31
2.2.4.1 Etapas da desinfecção do ozono.....	31

2.2.4.2	Aplicação do ozono na indústria alimentar.....	31
2.2.5	Comparação do ozono com outros desinfetantes.....	36
2.2.6	Benefícios do uso do ozono	36
2.2.7	Limitações do uso do ozono	37
2.2.8	Aplicações.....	39
2.2.9	Uso do ozono na indústria alimentar	39
2.2.9.1	Exemplos de uso do ozono na indústria alimentar.....	42
3	Materiais e Metodologias.....	44
3.1	Preparação das placas com meio DRBC.....	44
3.2	Amostragem.....	45
4	Resultados e Discussão	47
5	Planeamento para uso do ozono na indústria dos queijos	54
6	Considerações Finais	56
6.1	Conclusões	56
6.2	Sugestões para trabalhos futuros	56
	Referências Bibliográficas	58
	Anexos	63
	Anexo I – Fluxograma do processo de produção de queijo na Lactimercados.....	64
	Anexo II – Equipamento de recolha de ar AirTEST OMEGA	66
	Anexo III – Tabelas de conversão de <i>UFC</i> para <i>NPP_r</i>	67
	Anexo IV – Método usado para calcular o erro associado à concentração celular	76
	Anexo V – Ficha de segurança do Fumilac G.....	78
	Anexo VI – Gráficos para tentativa de extrapolação de dados	91
	Anexo VII – Ficha de segurança da solução antibolor	92

Índice de Figuras

Figura 1: Logótipo da empresa Funcional – Soluções Tecnológicas.	2
Figura 2: Logótipo da empresa Lactimercados.	2
Figura 3: Alguns dos prémios ganhos pela Lactimercados.	3
Figura 4: Circulação de ar dentro das câmaras de maturação.	6
Figura 5: Matérias-primas do queijo.	10
Figura 6: Esquema do processo de fabrico do queijo.	11
Figura 7: Representação de um queijo com "olhos".	17
Figura 8: Representação de um queijo com esporos azul-esverdeados.	17
Figura 9: Representação de um queijo com micélio branco.	17
Figura 10: Máquina geradora de ozono inventada por Siemens.	23
Figura 11: Ozonizador de Brodie.	24
Figura 12: Estrutura do ozono.	25
Figura 13: Representação esquemática de como se forma o ozono.	27
Figura 14: Processo de desinfecção por ozono.	28
Figura 15: Produção de ozono através de um gerador de UV.	29
Figura 16: Produção de ozono através de um gerador de descarga elétrica.	29
Figura 17: Lise bacteriana por ozono em 6 etapas.	33
Figura 18: Placas com meio de cultura na fase de espera de desaparecimento de condensação.	44
Figura 19: Posicionamento do equipamento durante o processo de amostragem na câmara de maturação (esquerda) e no corredor (direita)..	45
Figura 20: Visualização de placas de amostragem da câmara após o período de incubação.	48
Figura 21: Visualização de placas de amostragem, 19/11, da câmara (cima) e do corredor (baixo) após 3 dias de incubação com os volumes 50 L, 100 L e 1000 L da esquerda para a direita. ..	49
Figura 22: Visualização de placas de amostragem, 19/11, da câmara (cima) e do corredor (baixo) após 5 dias de incubação com os volumes 50 L, 100 L e 1000 L da esquerda para a direita..	49
Figura 23: Visualização de placas de amostragem, 24/11, da câmara (cima) e do corredor (baixo) após 5 dias de incubação com os volumes 100 L e 1000 L da esquerda para a direita..	50
Figura 24: Visualização de placas de amostragem, 25/11, da câmara (cima) e do corredor (baixo) após 5 dias de incubação com os volumes 100 L e 1000 L da esquerda para a direita..	51
Figura 25: Visualização de placas de amostragem, 02/12, da câmara (cima) e do corredor (baixo) após 5 dias de incubação com os volumes 100 L e 1000 L da esquerda para a direita..	51
Figura I.1: Fluxograma do processo do queijo.	64
Figura II.1: Esquema da fase de trás do equipamento, bem como as posições de recolha possíveis... ..	66
Figura III.1: Gráfico e respetiva equação obtidos para tentativa de extrapolação dos valores da amostragem realizada para o corredor com um volume de 100 L.	91
Figura IV.1: Gráfico e respetiva equação obtidos para tentativa de extrapolação dos valores da amostragem realizada para o corredor com um volume de 1000 L.	91

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Variedades de queijo produzido pela Lactimercados.....	4
Tabela 2 – Diferentes métodos possíveis para se realizar a salga do queijo.	14
Tabela 3 – Classificação dos queijos em termos do teor de humidade, $H/\%$	18
Tabela 4 – Classificação dos queijos em termos de teor de matéria gorda.....	19
Tabela 5 – Variedade de queijos DOP, em Portugal.	21
Tabela 6 – Características físico-químicas do ozono	27
Tabela 7 – Valores de número mais provável de microrganismos recolhidos (NPP) para diferentes volumes (V) e datas de amostragem, em função da temperatura (T) e da humidade relativa da câmara (H), bem como o respetivo erro associado ($p = 0.05$).	47
Tabela 8 – Condições específicas de conformidade tendo por base a perigosidade das diferentes espécies de fungos.....	53
Tabela I.1 – Valores das contagens obtidos, em UFC , para os diferentes dias de amostragem, para os vários volumes, V , utilizados	76

Lista de abreviaturas, variáveis e siglas

Siglas e Abreviaturas

a.C. – antes de Cristo

APN – Associação Portuguesa de Nutrição

AC – Corrente Alternada

CC – Corrente Contínua

CE – Comissão Europeia

DNA – Ácido desoxirribonucleico

DOP – Denominação de Origem Protegida

DRBC – *Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol*

EPA – *Environmental Protection Agency*

EUA – Estados Unidos da América

FDA – *Food and Drug Administration*

GRAS – *Generally Recognized as Safe*

RNA – Ácido ribonucleico

NP – Norma Portuguesa

UV – ultravioleta

Variáveis

d – desvio/erro

CMA – Concentração Máxima Admitida

MG – teor de matéria gorda

H – teor de humidade

m_g – massa de matéria gorda

m_h – massa húmida

m_t – massa total

n – número de amostras

NPP_c , NPP_r – número mais provável coletado e recolhido, respetivamente

s – desvio padrão

UFC – Unidades formadoras de colónias

\bar{x} – média

x_i – valores das diferentes amostras

Expressões do latim

et al. – *et alii* (e outros)

e.g. – *exempli gratia* (por exemplo)

a posteriori – posteriormente

1 Introdução

O atual documento enquadra-se no âmbito de Dissertação de Mestrado em Tecnologia e Ciência Alimentar, conjunto da Universidade do Minho e da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, e tem por objetivo o desenvolvimento do tema “A utilização do ozono na indústria alimentar – caso das queijarias”.

Existe uma tendência mundial para que os consumidores procurem produtos que contenham menos aditivos e que sejam produzidos de modo mais natural possível. Além disso, a pesquisa por novos sabores, e que sejam característicos, tem orientado as preferências dos consumidores, sendo que os queijos artesanais têm destaque. O consumo de queijos tem vindo a crescer de ano para ano, principalmente dos artesanais, devido às suas características distintas como sabor acentuado e o uso diferenciado de matérias-primas, além de que as condições climáticas e geográficas das regiões onde são produzidos ajudam a definir a sua identidade. Com o maior interesse no consumo de queijos, aumenta-se também a exigência quanto à qualidade sanitária dos produtos e de fiscalização por parte do governo.

A relevância do queijo como alimento deve-se a este ser um produto rico em proteínas, gordura, sais minerais, como cálcio e fósforo, e ainda vitaminas. Pessoas que não apreciem o leite, podem encontrar no queijo um alimento substituto, uma vez que uma pequena porção de queijo (40 g), contém proteína e cálcio em quantidades suficientes para substituir um copo de leite (200 mL).

Este projeto teve parceria com duas empresas, sendo uma delas uma empresa de produção de queijo e outra associada à tecnologia do ozono.

1.1 Empresas

1.1.1 Funcional – Soluções Tecnológicas

Este presente texto foi baseado na informação disponível na página da internet da empresa Funcional – Soluções Tecnológicas [1].

A Funcional – Soluções Tecnológicas (logótipo na Figura 1) é sediada em Braga e desenvolve soluções tecnológicas amigas do ambiente, baseadas na tecnologia de ozono (O₃). Estas estão enquadradas com as diretrizes da Comissão Europeia (CE) e o seu novo “Acordo Verde” por uma sociedade mais ecológica e um ambiente mais saudável promovendo a economia circular.



Figura 1: Logótipo da empresa Funcional – Soluções Tecnológicas.

Os equipamentos desta empresa são fabricados na Europa, com componentes europeus, cumprindo os regulamentos em vigor sobre os geradores de ozono e a marcação CE para o tratamento de ar e água.

O setor agrícola, e todos os dependentes deste, são o principal foco da empresa, pretendendo ser uma referência de excelência tecnológica e contribuir para a modernização do setor em Portugal de uma forma sustentável e mais ecológica.

As soluções tecnológicas desta empresa tanto se aplicam via ar como via água, podendo os equipamentos ser empregues quer a nível doméstico, quer semi-industrial quer industrial. Apresenta soluções agrícolas, soluções para estufas e adegas, para a produção de queijo, soluções para as indústrias pecuária, cervejeira e soluções para a panificação.

1.1.2 Lactimercados

A informação sobre a Lactimercados, descrita de seguida, é baseada na que está disponibilizada na sua página da internet [2].

A Lactimercados (logótipo na Figura 2) descende da tradição da arte de bem fazer queijos artesanais, tal como o queijo da Bica.



Figura 2: Logótipo da empresa Lactimercados.

Os produtos da Lactimercados são comercializados com a marca Quinta dos Moinhos Novos, estando no mercado há cerca de três décadas, e disponíveis nos principais pontos de venda espalhados pelo país.

No início do século passado a Bisavó Ana – minhota de gema – aproveitava do leite que o vitelo ou o borrego não mamavam, transformando em bicas de queijo. Estas, eram sempre produzidas de forma tradicional, ou seja, manualmente, misturando os leites dos animais da quinta.

Na altura, a cura artesanal era entre um espigueiro e a adega, locais frescos e arejados, onde os queijos permaneciam durante dois meses.

A empresa conseguiu recuperar toda esta história e o saber antigo para produzir este queijo de pasta semimole, macia ao corte, com um aroma intenso e um sabor suave.

A missão da empresa passa pelos seguintes aspetos: Saber, visto que tem experiência no mercado e aposta na melhoria de processos, tecnologia e produto; Sabor, em que o sucesso da empresa é a constante satisfação dos seus clientes com os seus queijos, o que se reflete no reconhecimento em concursos; Qualidade, pois é exigente no que faz e todos os seus produtos têm padrões muito rigorosos, e; Tradição, elemento diferenciador da empresa, em que faz queijos que deliciam os verdadeiros apreciadores e os palatos mais exigentes.

A Lactimercados foi já distinguida com diversos prémios de “Melhor Queijo” no Concurso Queijos de Portugal promovido pela ANIL – Associação Nacional dos Industriais de Lacticínios.

– Em 2014, recebem o prémio de “Melhor Queijo Mistura – Cura Normal”, atribuído ao Queijo Bica Quinta dos Moinhos Novos (Figura 3).

– Em 2015, o prémio de “Melhor Queijo Mistura – Cura Normal”, novamente atribuído ao Queijo Bica Quinta dos Moinhos Novos e foi distinguida como “Melhor Queijo Cabra – Cura Prolongada” para o Queijo de Cabra Serrano Quinta dos Moinhos Novos (Figura 3).



Figura 3: Alguns dos prémios ganhos pela Lactimercados.

- Em 2016 e 2018, o prémio de “Melhor Queijo Cabra – Cura Normal”, atribuído ao Queijo Puro de Cabra Quinta dos Moinhos Novos.

- Em 2019, distinguida com “Melhor Queijo Cabra – Cura Prolongada” para o Queijo de Cabra Serrano Quinta dos Moinhos Novos e com o “Melhor Queijo Mistura – Cura Normal”, atribuído ao Queijo Bica Quinta dos Moinhos Novos.

A empresa fabrica 5 tipos de queijo normal e 2 tipos de queijo com sabores, estando estes representados na Tabela 1.

Tabela 1 – Variedades de queijo produzidas pela Lactimercados

Queijo	Características	Tamanhos
<p>Puro de Cabra Quinta dos Moinhos Novos</p> 	<p>Queijo 100 % fabricado com leite de cabra pasteurizado, sendo de cura normal</p>	<p>pode ser vendido: inteiro (≈1 kg), às metades (≈ 500 g), a trouxa de Cabra, a cunha (≈ 250 g) e 100 g</p>
<p>Cabra Serrano Quinta dos Moinhos Novos</p> 	<p>Produzido com leite de cabra pasteurizado, sendo depois revestido com massa de vinho e pimentão; é um queijo de cura prolongada. Este queijo foi o vencedor do primeiro prémio na categoria queijos de cabra de cura prolongada, na edição de 2015 do concurso “Queijos de Portugal”.</p>	<p>É vendido inteiro (≈1 kg) e à metade (≈ 500 g).</p>
<p>Bica Quinta dos Moinhos Novos</p> 	<p>Queijo de mistura produzido com leite pasteurizado de vaca, cabra e ovelha, sendo de cura normal. Este queijo foi distinguido com o melhor queijo de mistura cura normal no concurso “Queijos de Portugal” nas edições de 2014 e 2015.</p>	<p>Pode ser vendido: ao quilo, a bica de 500 g, a cunha (≈ 250 g) ou a roda (≈ 6 kg).</p>
<p>Mistura Minhota</p> 	<p>Queijo de mistura produzido com leite de vaca e ovelha pasteurizado, sendo este de cura normal.</p>	<p>É vendido ao quilo à metade (≈ 500 g).</p>
<p>Minhota Quinta dos Moinhos Novos</p> 	<p>Queijo semimole, que é produzido com leite de vaca pasteurizado, sendo de cura normal.</p>	<p>Pode ser vendido ao quilo ou à metade (≈ 500 g).</p>

Tabela 1 – Variedades de queijo produzidas pela Lactimercados (continuação)

Queijo	Características	Tamanhos
<p>Com base de queijo Bica</p> 	<p>Queijos de mistura produzidos com leite pasteurizado de vaca, cabra e ovelha, em que a cura é normal. Podem ser queijos com pimenta rosa, malagueta e azeitonas.</p>	<p>Em que os formatos vendidos são a cunha de bica com azeitonas/malagueta/pimenta rosa (≈ 250 g) e o queijo bica com azeitonas/malagueta/pimenta rosa de 100 g.</p>
<p>Com base de queijo Cabra</p> 	<p>Queijos produzidos com leite de cabra pasteurizado, de cura normal. De igual forma, pode-se ter queijos com pimenta rosa, malagueta e azeitonas.</p>	<p>Em que os formatos vendidos são a cunha de cabra com azeitonas/malagueta/pimenta rosa (≈ 250 g) e o queijo cabra com azeitonas/malagueta/pimenta rosa de 100 g.</p>

A desinfecção das câmaras de maturação dos queijos é realizada através da fumigação (ficha de segurança no Anexo V) no mínimo 2 vezes por ano. Ao todo, existem quatro câmaras, em que três são

de maturação e uma de produto acabado (em que os queijos aguardam até à expedição). Uma das câmaras de maturação é só de passagem, em que o produto permanece lá cerca 48 h a 72 h. O trabalho desenvolvido esteve associado à câmara de frio 1, que é uma câmara de maturação, em que os queijos aí permanecem durante 15, 25 ou 30 dias, dependendo do tipo de queijo, saindo logo depois para expedição. No entanto, isto depende muito da afluência que a empresa apresenta, pois se tiverem muitos queijos já prontos e não puderem ser logo expedidos, terão que passar para a câmara de produto acabado. As câmaras de maturação apresentam uma pressão positiva e humidade relativa de aproximadamente 89 %; a temperatura mínima é 8 °C e a máxima é 12 °C. O seu volume é de 231 m³ (11 m × 7 m × 3 m). O sistema de ventilação das câmaras funciona como o demonstrado na Figura 4 (descendente no centro e ascendente nas laterais).

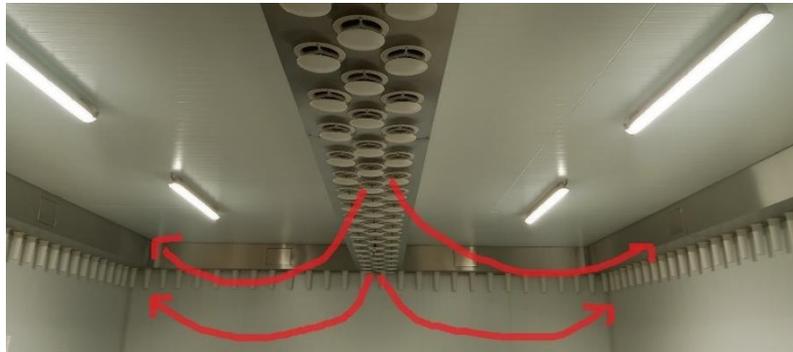


Figura 4: Circulação de ar dentro das câmaras de maturação.

1.2 Objetivos

Este trabalho surge como uma oportunidade para a empresa Lactimercados avaliar a qualidade do ar interior de uma das suas câmaras de maturação, bem como o corredor que lhe dá acesso, podendo assim fazer alterações ao nível industrial, caso seja necessário, de modo que os produtos fiquem com uma qualidade acrescida, bem como o ar interior.

Os objetivos deste trabalho passam sucintamente pelo estudo da qualidade do ar ambiente dos locais referidos anteriormente, recorrendo a amostragens com um equipamento de recolha destinado para tal efeito e posterior contagem de colónias. Foi também objetivo, a realização de um estudo teórico da aplicação do ozono nas queijarias.

2 Enquadramento teórico

2.1 Queijo

2.1.1 História do queijo

Apreciado desde a pré-história, o queijo é um dos alimentos mais ricos e saborosos que o Homem já produziu. Os Nómadas encontravam nele uma segura fonte de nutrientes.

A história do queijo ascende a tempos antigos, apesar de muitos especialistas considerarem a Idade Média como o marco inicial do seu fabrico. Há relatos do consumo de leite solidificado 7000 anos a.C. e descobertas arqueológicas descrevem a existência de queijos feitos a partir de leite de vaca e de cabra 6000 anos a.C [3].

Uma lenda atribui a descoberta do queijo a um nómada árabe que, numa das suas caminhadas pelo deserto, teria levado consigo tâmaras secas e um pouco de leite num cantil feito de estômago seco de carneiro. Depois de um certo tempo, quando foi beber o leite, descobriu que ele se tinha transformado num sólido de sabor agradável. Independente de como o queijo foi descoberto, o que se sabe é que este tem sido utilizado ao longo do tempo como uma forma de preservação do leite [3-6].

Os primeiros queijos eram apenas leite coagulado, isento de soro e salgado. Nos banquetes das antigas Grécia e Roma, os queijos eram apreciados pelas classes privilegiadas, que, no desejo de provar sabores diferentes, começaram a introduzir ervas aromáticas no processo de fabrico. Assim a técnica de produção queijeira foi-se aperfeiçoando e modernizando no decorrer do tempo, alcançando um alto nível. Na Idade Média os monges cristãos, transformaram o fabrico de queijos numa arte, introduzindo muitas das variedades consumidas ainda hoje [4, 5, 7].

Na Idade Média os queijos atingiram um dos pontos mais altos quando se fala de higiene. Certas ordens religiosas ganharam prestígio por causa da qualidade dos seus queijos, devido às rígidas regras de higiene na sua confeção. O nome queijo deriva do termo medieval *formatium*, ou “queijo colocado na forma”.

A Joseph Harding, um fazendeiro, é-lhe atribuído não só o fabrico do primeiro queijo Cheddar, mas também o seu contributo para o aprimoramento e a sistematização dos métodos empíricos que se usavam e que se tornaram importantes na indústria queijeira [4, 5].

No século XIX deu-se o grande crescimento no consumo do queijo, já que a sua produção, que era artesanal, passou a ser industrial. Um facto que também desenvolveu esta viragem foi a pasteurização.

O queijo industrializado ultrapassou a produção artesanal no período da Segunda Guerra Mundial e desde essa altura que as fábricas foram as maiores fontes de produção da maioria dos queijos na América e na Europa. Somente no início do século XX foi aberta a primeira grande queijaria em França [4, 5].

A produção de queijos pode também ter-se iniciado, à parte disto, pela prensagem e adição de sal ao leite coalhado a fim de preservá-lo. A análise de que a finalidade de armazenar o leite num recipiente feito de estômago de animal produzia coalhadas mais sólidas e de melhor textura, pode ter levado à adição intencional de coalho no leite [4, 5].

Apesar do processo básico de fabrico de queijos ser comum, pode haver variações na origem do leite, no clima, tipo de pastagens, nas técnicas de processamento e no tempo de maturação, o que cria a imensa variedade. Hoje, são conhecidas mais de 1400 variedades de queijo [3, 6, 8, 9].

Quase nenhum outro alimento fermentado consegue originar uma tão grande variedade de produtos, no que respeita à cor, aroma, gosto, sabor, textura e aparência, tendo por base uma matéria-prima tão simples [8-10].

Hoje em dia, combinando os conhecimentos científicos com a tecnologia disponível, consegue-se obter uma grande diversidade de produtos e com qualidade. Muitos dos conhecimentos atuais que se conhece sobre a produção de queijo foram obtidos por tentativa-erro, arte e habilidade [10].

2.1.2 Definição

O queijo é o nome dado a um grupo de produtos alimentares à base de leite fermentado produzidos em todo o mundo. Segundo a norma NP 1598/1983, considera-se queijo, o produto fresco ou maturado, de consistência variável, que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado) ou de soros lácticos, coagulados pela ação física do coalho, enzimas específicas de bactérias específicas, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar. Este queijo poderá ter ou não na sua constituição substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes. A legislação acrescenta a definição, restringindo o nome queijo apenas para produtos em que a base láctica não contenha gordura e/ou proteínas de outra origem [3, 7, 8, 11].

2.1.3 Processo de fabrico

O queijo consiste na transformação do leite num produto de fácil conservação, menor volume, relativamente ao leite, e alto valor nutricional, além de proporcionar um sabor agradável e ser de fácil

digestão. Fazer queijos é fácil, já que os ingredientes estão contidos nas próprias embalagens, mas fazer um queijo com qualidade constante é muito difícil, uma vez que o leite é um produto com uma flora numerosa e complexa, tornando-o um produto vivo, que se altera a cada instante sob determinadas condições de luz, ar e temperatura. Esse trabalho enzimático é o responsável pelas modificações que o queijo sofre quando está no processo de maturação [4-6].

2.1.3.1 Matérias-primas

Na maioria dos casos, as principais matérias-primas do queijo são [7]:

- a) Leite (de vaca, ovelha e cabra);
- b) Cultura microbianas – a cultura ou fermento láctico é geralmente o primeiro ingrediente adicionado ao leite. Provém de culturas selecionadas de acordo com o tipo de queijo e, deve estar ativo no momento da adição, de modo a começarem a agir imediatamente. Aplica-se cerca de 0.5 % a 2.0 % de fermento em relação ao leite, sendo que deve estar bem homogêneo, sem grumos de coágulo, para uma perfeita distribuição no leite;
- c) Cloreto de cálcio – é adicionado ao leite uma solução de cloreto de cálcio, na quantia de 0,02 % a 0,03 %, para remediar a deficiência de cálcio solúvel, perdido na pasteurização;
- d) Corante – alguns queijos recebem a adição de um corante, que é adicionado ao leite antes da coagulação. Normalmente é aplicado um corante natural extraído da semente de urucum, na quantidade de 5 mL a 10 mL para cada 100 L de leite, aproximadamente;
- e) Coalho – após a adição dos outros ingredientes é incorporado o agente coagulante ou coalho, nas proporções que atendem à sua atividade e ao tempo de coagulação que se deseja. Antes de ser adicionado, o coalho é diluído 6 a 10 vezes em água, visando facilitar a sua distribuição homogênea e evitar formações de flocos de coágulos. A sua incorporação é lenta, sob vigorosa agitação, durante 2 min a 3 min, depois o leite é deixado em repouso até que se obtenha a coagulação. Caso a diluição não seja realizada com rapidez, o coalho pode perder a sua atividade [7, 12]. Tradicionalmente, os coalhos são de origem animal, principalmente bezerros e porcos, mas também já existem coalhos de origem vegetal e microbiana, tendo em conta a padronização e os aspetos económicos.

No entanto, há outros ingredientes possíveis como os representados na Figura 5.

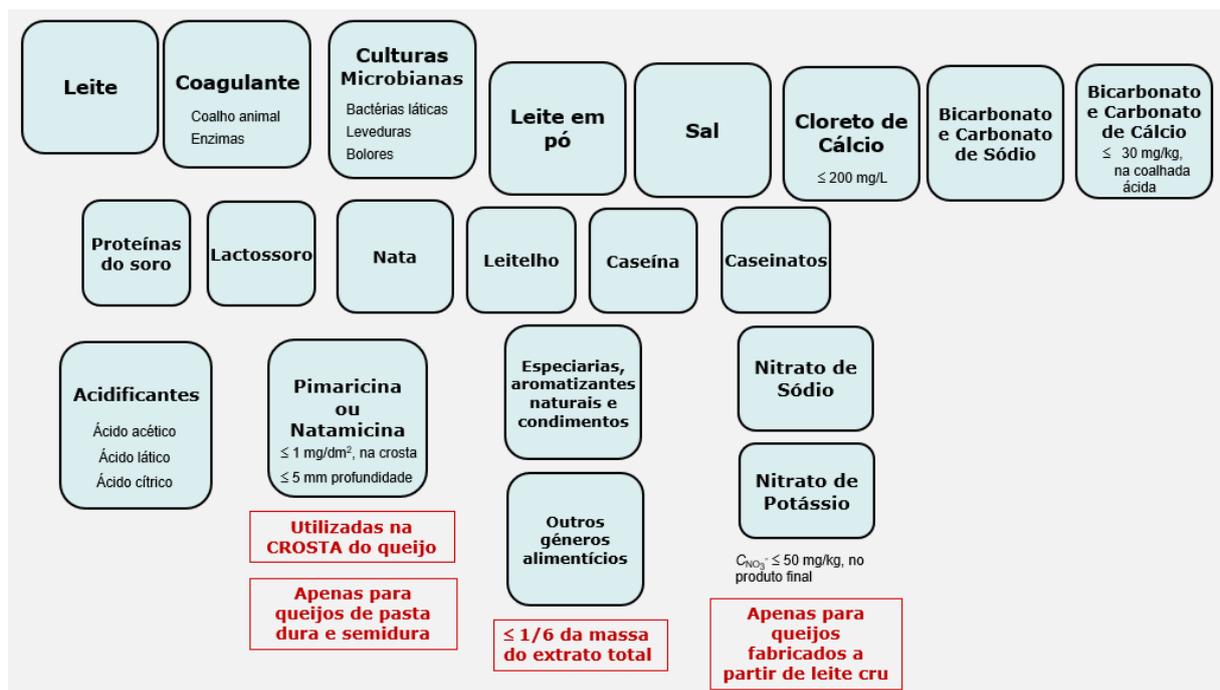


Figura 5: Matérias-primas do queijo (adaptado de APN, 2018)[8].

Às vezes, adiciona-se CO_2 ao leite destinado ao fabrico de queijos, de modo a baixar o seu pH, o que permite diminuir o tempo de fermentação ou utilizar menor quantidade de coagulante [3].

A cor dos queijos está diretamente ligada à gordura do leite e, por isso, é sujeita a variações sazonais que são retificadas pela adição de corantes. No caso de queijos azuis é comum adicionar-se clorofila à massa para que esta intensifique a cor dos fungos e o resto do queijo tenha uma coloração pálida. Queijos amarelos, como o Prato, podem ser corados com urucum [3].

2.1.3.2 Processo

Apesar do processo ser semelhante, com a ligação dos fatores disponíveis (matéria-prima, ingredientes, microrganismos, variáveis físico-químicas e tecnológicas), é possível obter uma grande variedade de produtos. Em média, 7 L a 10 L de leite dão origem a 1 kg de queijo.

Etapas genéricas da produção do queijo [8]

O fabrico de queijos, que se encontra esquematizado na Figura 6, envolve algumas operações gerais e outras que são específicas de cada tipo. Por exemplo, o queijo fresco e o requeijão não sofrem a etapa de maturação. Nestes queijos, é feito o dessoramento da coalhada do leite, sendo posteriormente, dispostos em moldes e embalados para expedição.

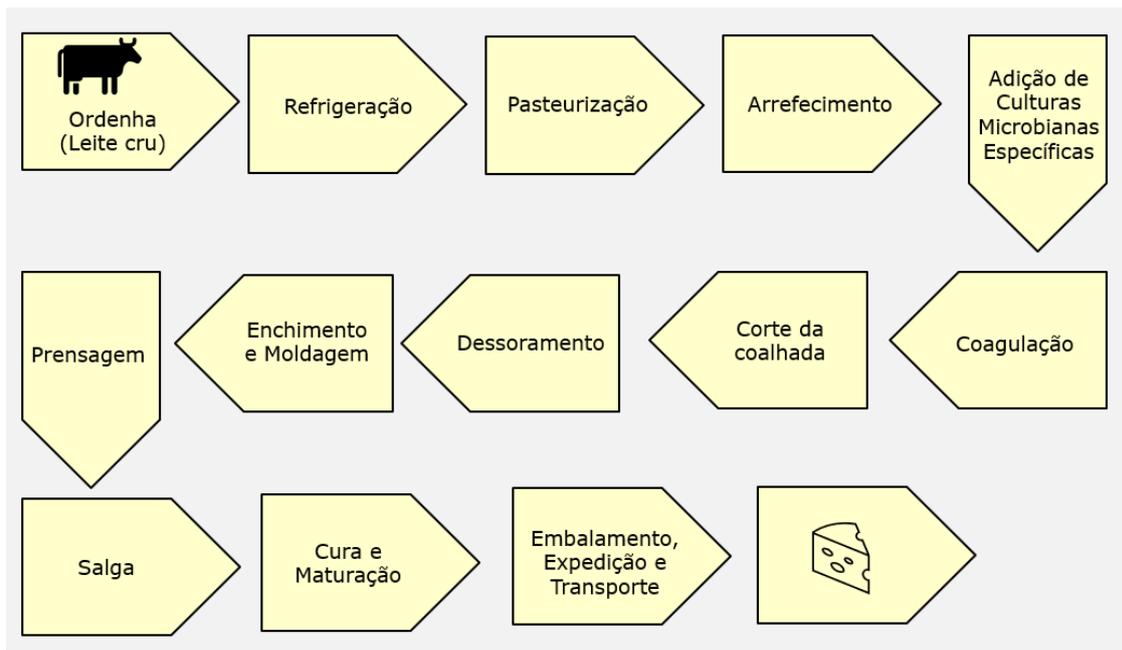


Figura 6: Esquema do processo de fabrico do queijo (adaptado de APN, 2018)[8].

Tal como em qualquer outro método de produção, o fabrico de queijo deve iniciar-se com a receção da matéria-prima, que neste caso será o leite [8].

Seleção e tratamento do leite: O leite deve ser de boa qualidade e livre de contaminação bacteriana ou agentes químicos como antibióticos, herbicidas, pesticidas, para se obter um produto final de boa qualidade [10]. Por isso, é necessário que haja seleção e padronização dos teores de gordura, acidez, percentagem de água, contagem de microrganismos, densidade e extrato seco total, através de análises químicas, microbiológicas e outros testes. Os leites mais vulgares em Portugal são o de vaca, ovelha e cabra, sendo frequentemente usada uma mistura de diferentes tipos. O queijo também é influenciado por fatores como a raça, saúde e estado de lactação do animal produtor de leite. Após a fase de caracterização qualitativa e quantitativa, o leite é sujeito a diferentes processos de pré-tratamento, como a filtração, para remoção das partículas grosseiras e impurezas eventualmente presentes, o tratamento térmico, e a padronização, que consiste na operação de separação e ajuste do teor de gordura do leite. É obrigatório que o leite utilizado na produção de queijos frescos seja pasteurizado. Para os queijos que passam por um período de maturação antes de serem consumidos, o leite pode ou não ser utilizado cru, dependendo do tipo [8, 10].

Pasteurização [3, 8]: O leite pode ser submetido a dois tipos de pasteurização, por exemplo a baixas temperaturas, entre 63 °C e 65 °C, por longos períodos de tempo (cerca de 30 min), sendo que este

tipo de pasteurização se designa por pasteurização *low-temperature, long-time* (LTLT). Pode ainda ocorrer uma pasteurização a temperaturas mais elevadas, entre 72 °C e 74 °C, de forma mais rápida, entre 15 s a 30 s, a chamada pasteurização *high-temperature, short-time* (HTST), sendo esta última a mais recente e mais utilizada. Este tratamento destrói cerca de 99 % dos microrganismos e esporos presentes. Imediatamente a seguir há refrigeração a temperatura inferior a 5 °C.

De seguida, o leite deve ser inoculado com uma cultura que vai dar ao produto as características desejadas. Do ponto de vista bioquímico, a microbiota dos queijos pode ser dividida em dois grupos: bactérias lácticas iniciadoras (BLI) e microrganismos adjuntos. As primeiras são, na maioria dos casos, indispensáveis para o fabrico dos queijos, uma vez que acidificam e aromatizam o leite, modificando a sua viscosidade. Já os microrganismos adjuntos podem crescer no interior da maioria das variedades de queijos, e outras bactérias, leveduras e/ou fungos crescem, tanto no seu interior, quanto na parte externa.

Coagulação: Esta é a etapa decisiva no fabrico de queijos, em que se procede à coagulação da caseína do leite, obtendo-se um gel designado por coalhada, uma substância semissólida e gelatinosa. A desnaturação da caseína é provocada pela atividade enzimática ou pelos ácidos. Para obter a coalhada é necessário adicionar ao leite um fermento ou cultura inicial de bactérias, o coalho e outros aditivos, dependendo do tipo de queijo pretendido. A operação de coagulação é realizada em cubas de aço inox contendo agitadores lentos, onde são adicionados os elementos referenciados, sendo que o coalho está aquecido a aproximadamente 30 °C. Existem dois tipos de coagulação, a coagulação ácida e a coagulação enzimática [3, 7, 12-15]:

- a) Coagulação ácida – pouco usada. A coagulação da caseína ocorre por acidificação, fazendo o pH diminuir e, ao atingir 4.65 (ponto isoelétrico da caseína), o complexo formado por caseína, cálcio e fósforo, transforma-se em caseína ácida que se insolubiliza e precipita em sais de cálcio e fósforo solúveis;
- b) Coagulação enzimática – é o processo mais utilizado na indústria. Apresenta duas fases: a fase enzimática, onde o coalho vai separar a caseína em 95 % de paracaseína e 5 % de proteínas do soro, e; a fase de coagulação, onde a paracaseína, o cálcio e o fósforo se transformam em paracaseinato de cálcio que precipita.

Corte da coalhada: O objetivo desta etapa é retirar o soro natural do leite, que poderá posteriormente ser usado para produzir requeijão, por exemplo. Dependendo do corte da coalhada, se pedaços maiores ou

menores, o queijo revela características finais diferentes. A massa da coalhada é sujeita a um corte, vertical e/ou horizontal, o que permite não só obter o tamanho desejado, como também aumentar a superfície de extração de soro, aprimorando o processo de sinérese e a taxa de remoção do soro da coalhada. A sinérese irá começar logo após o corte da coalhada, sendo que a sua taxa dependerá sempre do pH inicial, uma vez que, quanto menor o pH, maior a taxa. Geralmente, quando se pretendem queijos duros e com baixa humidade a coalhada é cortada em pedaços pequenos e, no caso dos queijos macios e com alta humidade, em pedaços maiores. Para este fim utiliza-se um instrumento designado lira [3, 7, 12-15].

Dessoramento da coalhada: o dessoramento significa a desidratação mais ou menos intensa do coágulo para obter uma pasta de consistência variável. Simultaneamente elimina-se água e uma parte das substâncias que se encontram em suspensão, ou seja, os elementos do lactosoro. A matéria gorda permanece, na maioria, aderida e retida na coalhada de caseína. Este processo evita a aglomeração e acelera a desidratação. O dessoramento, ou seja, a remoção do soro da coalhada, é uma etapa bastante importante para a obtenção de queijos de qualidade e com um bom poder conservante. Deve ser feita sem romper os grãos da coalhada, o que traria grandes perdas se acontecesse [3, 7, 12-15]. O dessoramento pode ser feito de diferentes maneiras, tal como através do aumento da temperatura, da agitação e da prensagem. Normalmente todos estes processos são aplicados, permitindo assim obter resultados mais eficazes. A elevada temperatura e a agitação da coalhada são os dois meios que mais promovem a remoção do soro, isto é, quanto maior a temperatura e agitação aplicadas à coalhada, mais eficaz é o processo de sinérese [10, 16].

Moldagem: Nesta fase, são adicionados os condimentos e a massa é colocada nas formas ou moldes para conferir ao queijo a forma desejada [3, 14, 15].

Prensagem: a massa é prensada, de forma manual ou mecânica, libertando o soro que ainda esteja em excesso nos seus poros, de forma a melhorar a textura e a consistência e dar um formato final do queijo. Contudo, alguns queijos, como o requeijão, podem não ser prensados. A textura do queijo depende desta fase, pois quanto mais intensa for a prensagem, mais dura será a consistência do queijo [3, 9, 14, 15].

Desmoldagem: Os queijos são retirados automaticamente ou manualmente das formas da máquina de moldagem, conforme o fabrico é industrial ou artesanal [3, 14, 15].

Salga: Nesta fase é adicionado o sal com a intenção de garantir a conservação, dar sabor à massa, favorecer a eliminação de soro e promover a formação da crosta; por vezes ainda contribui para a seleção de microrganismos de cura. Existem várias maneiras de se proceder à salga, quer adicionando o sal diretamente ao coalho, por pulverização após a expulsão do soro, quer submergindo os queijos em tanques com salmoura, entre outros, como se pode ver na Tabela 2. O tempo de salga varia em função do formato e peso do queijo, bem como da concentração final de sal desejada. Geralmente o sal é usado em teores de cerca de 1 % a 2 % de peso do queijo [3, 8, 10].

Relativamente à empresa onde foi realizado o trabalho, Lactimercados, o processo de fabrico do queijo está representado no Anexo I através do seu fluxograma. Esta empresa imerge os queijos numa solução antibolor, que se trata de um fungicida cujo componente ativo é a natamicina, isolada de uma cultura de *Streptomyces natalensis* (ficha de segurança no Anexo VII). Esta solução impede o crescimento de fungos e leveduras indesejáveis nos queijos; é realizado logo após a salga.

Tabela 2 – Diferentes métodos possíveis para se realizar a salga do queijo [3, 8, 10]

Métodos de salga

Salga na massa	aplicação do sal na massa/coalho, antes de ser colocada no molde
Salga direta	queijo é coberto/esfregado com sal (absorção gradual)
Salmoura	queijo já moldado é mergulhado numa solução salina
Salga mista	queijo é disposto em salmoura e, depois, é coberto com sal

Maturação: Nesta etapa, por ação dos microrganismos e enzimas, ocorrem diversas modificações que dão lugar a diferentes tipos de queijo. Como regra geral, qualquer queijo destinado ao envelhecimento deve ser fabricado, logo desde o início, de forma diferente de um queijo não envelhecido, já que o manuseio do leite, o pH do queijo, a humidade, o teor de sal, a temperatura e o regime de humidade durante a maturação são determinantes, influenciando a qualidade. O ciclo de cura varia segundo o tipo de queijo que se pretende obter. Nesta operação, o queijo passa por um conjunto de transformações com origem em processos microbiológicos, físicos, bioquímicos e enzimáticos, que lhe dão a cor, cheiro, textura e consistência característica. As condições de armazenamento dos queijos durante o ciclo são importantes, pois o objetivo é haver controlo o maior tempo possível. Então, para cada tipo de queijo deve ser mantida uma combinação de temperatura e humidade nas diferentes câmaras de cura, durante os diferentes estágios. Nesta etapa, a lactose é transformada em ácido láctico. As câmaras climatizadas

destinam-se a recriar as melhores condições de cura, independentemente das condições climatéricas externas. A temperatura nas câmaras de maturação é normalmente baixa (em torno de 3 °C a 7 °C), mas às vezes é muito mais alta. As câmaras apresentam uma humidade de 70 % a 95 %, e há viragem e lavagem dos queijos [3, 10, 14, 15].

Normalmente, o índice de maturação é medido pela degradação de caseína, com a avaliação da proporção entre azoto total e azoto solúvel, o denominado azoto oriundo de matéria orgânica. Este índice deve aumentar com o avanço da maturação. Recentemente a eletroforese capilar tem sido utilizada para acompanhar a degradação da caseína e o avanço da maturação. A literatura regista ainda o acompanhamento do estado de maturação de queijos usando ultrassons, que tem a vantagem de ser uma técnica não destrutiva e permitir detetar defeitos oriundos de fermentação anormal [17].

Durante a maturação, algumas culturas produzem dióxido de carbono, que expande o formato dos buracos formando “os olhos” [3, 14, 15].

Lavagem do queijo: A lavagem é essencial, dado que alguns queijos formam à superfície uma camada viscosa e bolores que devem ser retirados. Esta etapa deve realizar-se com água potável, corrente, de forma a evitar contaminações entre queijos, e utilizando uma escova limpa. Deve ser efetuada sempre que necessário, depois da formação da casca do queijo, durante e após a cura [3, 14, 15].

Conservação: A conservação do queijo fresco e do requeijão deve ser feita em câmaras de refrigeração, com temperaturas entre 0 °C e 6 °C. O queijo curado deve ser conservado a temperaturas inferiores a 10 °C. Se se pretender o processo de congelação, este deve ser praticado com o recurso ao equipamento apropriado que permita que seja realizado de forma rápida, como as células de congelação. As câmaras de congelados ou arcas frigoríficas não permitem o congelamento eficaz dos alimentos, devendo ser utilizadas somente para o armazenamento dos produtos congelados. Não se deve voltar a congelar os queijos que tenham sido descongelados. Caso o queijo tenha sido congelado, deverá constar no rótulo [3, 14, 15].

Embalagem: Existem equipamentos que garantem a selagem hermética dos produtos, tais como seladoras e máquinas a vácuo, modernas e de alta qualidade. Em cada embalagem é estampada a quente a sua data de fabrico e, em seguida, após o produto ser acondicionado em caixas, é armazenado em câmara fria até à sua expedição final [3, 7, 14, 15].

2.1.3.3 Culturas Microbianas

Nos dias que correm, pode-se selecionar as culturas microbianas de modo a obter um produto final com as características pretendidas. As culturas utilizadas para a fermentação de queijo consistem em vários géneros e espécies de bactérias lácticas. Para além de se selecionar uma cultura que proporcione a taxa e extensão desejadas para o desenvolvimento de ácido e que produza o sabor e a textura pretendidos, a principal característica para a seleção da cultura é a temperatura [10].

Pode-se ter as culturas mesófilas de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, que crescem dentro de uma ampla faixa de temperaturas (entre 10 °C e 40 °C). No entanto, as taxas de crescimento nas extremidades dessa faixa são normalmente baixas e as temperaturas muito acima do limite superior de crescimento podem ser letais. Assim, a temperatura ótima para o crescimento de culturas mesófilas é de aproximadamente de 28 °C a 32 °C (dependendo da estirpe) [10].

Depois tem-se as culturas termófilas, principalmente *Lactobacillus helveticus* e *Streptococcus thermophilus*, que foram, por muitos anos, de importância secundária em relação às culturas anteriores, mas hoje em dia são amplamente utilizadas. Estas culturas têm uma temperatura ótima em torno de 42 °C a 45 °C, mas são capazes de crescer até temperaturas de 52 °C. No entanto, tal como as mesófilas, temperaturas alguns graus acima da sua temperatura máxima de crescimento podem resultar em inativação térmica, o que significa que quando a coalhada é aquecida, a temperatura não deve ultrapassar aquela que a cultura pode tolerar. Caso contrário, a cultura será inativada ou danificada e a fermentação subsequente será lenta ou não ocorrerá [10].

A maioria das culturas de bactérias lácticas usadas é homofermentativa, mas alguns queijos usam culturas mesófilas heterofermentativas como *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* e *Leuconostoc lactis* [10].

2.1.3.4 Microrganismos Adjuntos

Há algumas espécies de microrganismos que são benéficas em certos tipos de queijos, isto é, proporcionam determinadas características desejadas. Um exemplo é o *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermani* que é uma bactéria não láctica, anaeróbia facultativa e sensível ao sal, sendo adicionada juntamente com as culturas microbianas; no seu processo de atuação usa a via do propionato, metabolizando ácido láctico a ácido propiónico. Este tipo de cultura proporciona a formação de “olhos”, isto é, os buracos que se pode encontrar em certos tipos de queijo (Figura 7) [8, 10].



Figura 7: Representação de um queijo com “olhos”.

Já o *Penicillium roqueforti*, um fungo filamentosso, aeróbio facultativo, atribui ao queijo um aroma típico, dando origem a queijos ácidos, salgados e frágeis com um pH de aproximadamente 6. Esta cultura é conhecida por conceder esporos azul-esverdeado aos queijos, sendo mais salientes no interior (Figura 8) [8, 10].



Figura 8: Representação de um queijo com esporos azul-esverdeado.

Por fim, o *Penicillium camemberti* confere aos queijos um aroma típico, proporcionando queijos macios e cremosos com um pH de cerca de 7. Esta cultura faz com que os queijos apresentem um micélio branco na superfície (Figura 9), sendo que os esporos são aplicados no leite ou na maturação [8, 10].



Figura 9: Representação de um queijo com micélio branco.

2.1.4 Classificação

A classificação aplica-se a todos os queijos, não impedindo ao fabricante de denominações e requisitos mais específicos, característicos de cada variedade [3].

Quimicamente, a diferença dá-se na composição quantitativa e qualitativa dos componentes. Os queijos diferem quanto ao tipo de leite original – vaca, ovelha, cabra, búfala – bem como a sua origem, e quanto ao tratamento pós-coalho, tempo e ambiente de maturação, uso ou não de salmouras e exposição ou não a fungos ou outros agentes biológicos. Podem também ser classificados relativamente ao tipo de coagulação, textura, intensidade do seu sabor e aroma e teor de gordura. A classificação mais comum é feita de acordo com a textura. Um tipo de queijo pode enquadrar-se em mais do que uma classificação. Outros fatores incluem a dieta animal e a adição de agentes aromatizantes tais como ervas, especiarias ou defumação [3, 4].

Classificação dos queijos quanto à cura [3, 8, 11]

Queijos frescos – Muito apreciados. Apresentam uma humidade de 48 % a 80 %, tendo como exemplos: queijo de cabra, *cream cheese*, *ricotta*, *cottage* e *mascarpone*. Este produto é obtido por coagulação com contribuição da fermentação láctica e posterior dessoramento, com ou sem adição do coalho. Este produto está pronto para consumo logo após o seu fabrico;

Queijo maturado pela ação de bolores – O produto em que as características se devem, essencialmente, à proliferação de bolores específicos no interior e/ou à superfície do queijo;

Queijo maturado – Produto apto para consumo depois de permanecer, durante algum tempo, em condições de temperatura, humidade e ventilação, que permitam modificações físicas e químicas características. Ou seja, este produto sofreu as trocas bioquímicas e físicas necessárias que são características deste tipo de queijo.

Classificação dos queijos quanto à humidade:

Podem ser classificados de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 – Classificação dos queijos em termos do teor de humidade, *H* (adaptado de Norma NP 1598/1983)

Queijo	<i>H</i>/%
De muita baixa humidade ou de consistência extradura	< 51
De baixa humidade ou de consistência dura	49 a 56
De humidade média ou de consistência semidura	54 a 63
De alta humidade ou de consistência semimole	61 a 69
De muito alta humidade ou de consistência mole	≥ 67

Classificação dos queijos quanto à matéria gorda no extrato seco:

Os queijos classificam-se em concordância com a Tabela 4.

Tabela 4 – Classificação dos queijos em termos de teor de matéria gorda, *MG* (adaptado de Norma NP 1598/1983)

Queijo	<i>MG</i>/%
Extra-gordo ou duplo creme	≥ 60 %
Gordo	45 a 59.9
Semigordo	25 a 44.9
Magro	10 a 24.9
Desnatado	< 10

A Organização Mundial de Saúde (OMS), classifica os queijos de acordo com o teor de gordura, *MG*, e o teor de humidade, *H*. As equações de cálculo estão representadas nas Equações 1 e 2, onde m_g , m_h , m_t são, respetivamente, a massa de matéria gorda, a massa húmida e a massa total. Pode-se ter escalas de $H < 1$ (queijos extra duros) a $H > 67$ (queijos macios) e $MG > 60$ (queijos muito gordurosos) a $MG < 10$ (queijos não-gordurosos) [3].

$$\frac{MG}{\%} = \frac{m_g}{m_t - m_g} \times 100 \quad \text{(Eq. 1)}$$

$$\frac{H}{\%} = \frac{m_h}{m_t - m_g} \times 100 \quad \text{(Eq. 2)}$$

2.1.5 Algumas classificações de queijos:

As classificações de queijo a seguir apresentadas foram adaptadas das preconizadas pela Associação Portuguesa de Nutrição [8].

Pasta fresca – *Mascarpone, Mozzarella, Halloumi*.

Pasta mole com casca lavada – onde pertence a maioria dos queijos portugueses, produzidos com uma variedade de leite ou com mistura de leites (*e.g.* queijo Flamengo, Serra da Estrela, Pico, *Taleggio, Raclett*).

Pasta mole com bolores brancos – Apresentam uma casca branca e macia a todo o seu redor devido ao crescimento homogéneo do fungo, em toda a sua superfície (*e.g.* *Brie, Camembert*).

Pasta mole com bolores azuis – Apresentam um aspeto marmoreado, com estrias azul-esverdeadas (*e.g.* *Stilton, Roquefort, Gorgonzola*).

Pasta semidura – Com o aumento do tempo de cura podem evoluir para queijos duros (*e.g.* Flamengo, Castelo Branco envelhecido e *Edam*).

Pasta dura a extradura – Grande variedade deste tipo de queijos, principalmente a nível internacional (*e.g.* São Jorge, *Cheddar*, *Parmiggiano-Reggiano*, *Gruyère*, *Pecorino*).

Fantasia – Podem ser de pasta mole, semimole, semidura ou dura e têm adicionados ingredientes como especiarias (*e.g.* pimenta preta, vermelha, cominhos, paprica), frutas desidratadas (*e.g.* uvas passas, figos), ervas aromáticas (*e.g.* basilico, manjericão, hortelã), alho e tomate seco, sendo habitual a presença de sabor a fumado.

2.1.6 Informação nutricional

O queijo é um produto rico e indispensável para ter uma boa saúde. Sendo derivado do leite, facilmente se percebe a importância deste alimento. Fornece ao organismo algumas substâncias importantes tais como: proteínas, lípidos, carboidratos, sais minerais, cálcio, fósforo e vitaminas (entre elas, a A e as do complexo B). As proteínas e o cálcio fazem com que o queijo seja um alimento ideal para a alimentação das crianças, ajudando no desenvolvimento físico. Por outro lado, ajuda a reduzir o risco de osteoporose, já que o cálcio presente é facilmente absorvido pelo organismo humano [4, 5]. O componente mais importante do queijo é, sem dúvida, a proteína [7].

O queijo é um dos alimentos mais nutritivos que se conhece. Um queijo que contenha 48 % de gordura possui cerca de 23 % a 25 % de proteína o que significa que, em termos de valor proteico, 210 g desse produto equivalem a 300 g de carne [3]. Quando consumido pelo menos 3 vezes ao dia, favorece eficazmente o atendimento diário de pelo menos 35 % das necessidades de cálcio, que é fundamental na formação das estruturas ósseas e cartilaginosas, e 30 % das necessidades de vitamina A, importante antioxidante que atua sobre os radicais livres exercendo ação desativante do oxigénio molecular, através da produção de metabólitos funcionais [4].

Os queijos mais curados, de cores mais amareladas, contêm uma maior proporção de gordura e colesterol. Para quem precisa de ter controlo, o melhor é escolher os queijos com menos gordura, normalmente os de cor mais clara [5, 6].

A Tabela 5 apresenta algumas das variedades de queijo que existem a nível nacional que são de Denominação de origem protegida (DOP). Denomina-se DOP um produto originário de um determinado local ou região, em que a sua qualidade ou características se devam essencial ou exclusivamente a um

meio geográfico característico, integrando os seus fatores naturais e humanos, e cujas fases de produção sejam todas realizadas na área geográfica delimitada [8, 17].

Tabela 5 – Variedade de queijos DOP, em Portugal [8, 18]

Amarelo da Beira Baixa	Azeitão	de cabra Transmontano
de Castelo Branco	de Évora	de Nisa
do Pico	Picante da Beira Baixa	Rabaçal
São Jorge	Serpa	Serra da Estrela
Terrincho	Requeijão da Beira Baixa	Requeijão da Serra da Estrela

2.1.7 Contaminação

O bolor está presente em muitos dos queijos, principalmente dos mais húmidos; não provém do queijo em si, mas do ar ambiente, que não se vê. Um queijo exposto ao ar, que não esteja protegido com embalagem, é um hospedeiro ideal do bolor. Ali ele germinará, crescerá e se reproduzirá, provocando um visual desagradável no produto, proporcionando posteriormente, um trabalho redobrado de renovação via reforma ou limpeza do queijo. A presença do bolor, salvo o que é adicionado como microrganismo adjunto, não indica que o queijo é inadequado para o consumo, apenas deve ser removido, por razões estéticas e comerciais [4, 5].

O processo de maturação é caro, pois são necessárias instalações com temperatura e humidade controladas. Além disso, diminui o capital do produtor por retardar a comercialização do produto. Por vezes, pressões financeiras e comerciais levam produtores a vender os seus queijos antes do tempo adequado de maturação, o que provoca falta de homogeneidade e perda de qualidade do produto. Este comportamento acarreta prejuízos a longo prazo e, no caso de derivados de leite cru, representa um risco à saúde do consumidor [3]. A necessidade de diminuir o tempo de maturação dos queijos, sem alterar as suas características nutricionais e organolépticas, é uma questão mundial, despertando interesse em cientistas de diversos países [3].

Na indústria de alimentos, a contaminação microbiológica representa um grave perigo para a saúde do consumidor e grandes prejuízos económicos. Os laticínios, pela própria matéria-prima que utilizam, pela temperatura e pelo alto teor de humidade nos locais de produção, são particularmente suscetíveis a essa contaminação. O ambiente das câmaras de maturação de queijos favorece geralmente, também, a multiplicação fúngica. Algumas espécies de fungos ambientais são produtoras de micotoxinas, que podem levar à alteração das propriedades sensoriais pela produção de exoenzimas durante a sua multiplicação. Isto provocará sabores inusitados ou defeitos de coloração na superfície, alterando o seu

aspecto tradicional, o que representa riscos à saúde [3, 19]. As micotoxinas são substâncias naturais produzidas por fungos que causam uma resposta tóxica quando são introduzidas a baixas concentrações por uma via natural. Algumas micotoxinas apresentam graves riscos para a saúde humana, por isso certos alimentos têm limites para a presença destas, como é o caso dos laticínios e massas.

Alguns microrganismos patogênicos, como espécies de *Staphylococcus*, podem ser encontrados em laticínios, sendo responsáveis por intoxicações alimentares preocupantes, devido às toxinas que formam durante as fases de processamento e armazenamento dos produtos. Quando as condições sanitárias mínimas não são atendidas, pode ocorrer a contaminação do queijo por microrganismos patogênicos, como a *Listeria monocytogenes* [20]. Os elementos mais frequentemente responsáveis por alterações, no produto, são bolores, leveduras e bactérias. Para controlar a alteração superficial do queijo é habitual a utilização de antifúngicos (natamicina, sorbatos, entre outros), bem como paragens sanitárias das câmaras de cura para efetuar a limpeza e desinfecção periódica [21]. Daí, a importância da consciencialização dos profissionais do setor, para a necessidade da implantação de programas de boas práticas de fabrico e do controlo permanente dos processos e os pontos críticos de controlo da higiene alimentar para garantir um produto seguro [3]. Além disso, há a necessidade de elaboração de um protocolo-padrão para condução dos estudos técnico-científicos.

A pulverização de desinfetantes químicos no ar é uma prática de rotina para o controlo de esporos de bolor e cargas de propagação em salas de cura de queijo. Como alternativa, o uso de ozono no ar tem sido amplamente utilizado [22]. Este pode ser aplicado de diversas formas na indústria de alimentos, incluindo na redução da carga fúngica ambiental [23, 24].

2.2 Ozono

2.2.1 História do Ozono

No ano de 1785, um químico holandês chamado Van Marum detetou pela primeira vez um odor característico no ar, quando nas suas experiências eram produzidas faíscas com uma máquina eletrostática a alta tensão. No entanto, não conseguiu identificar o gás gerado. Na descrição das experiências, ele mencionou a noção de um cheiro característico ao redor de seu eletrificador [25-28].

O gerador eletrostático de Marum produzia ozono a baixas concentrações, no entanto ele não sabia que o gás estava a desenvolver-se. O gás permaneceu sem nome por 55 anos, até que em 1840, Schönbein detetou durante as suas experiências o mesmo odor peculiar que Marum teria identificado e deu-lhe o nome de “ozono”, que deriva do grego *ozein*, para perfume/odor/cheiro [26-29]. Além disso,

Schönbein é citado como a primeira pessoa a estudar os mecanismos de reação do ozono com a matéria orgânica [25].

Depois de 1840, seguiram-se muitos estudos sobre o mecanismo de desinfecção do ozono. Desde esse ano, até 1863, pensou-se que se tratava de peróxido de hidrogénio, até que Soret afirmou de que se tratava de um composto de onde aparecem somente átomos de oxigénio ($285.4 \text{ kJ} + 3 \text{ O}_2 = 2 \text{ O}_3$) [26]. Já em 1888, foi emitida por Fewson uma patente nos Estados Unidos, que tratava da remoção de odores provenientes de esgotos [30].

Muitos cientistas trataram de determinar as características deste composto, mas só Marius Paul Otto foi o que conseguiu determinar a sua densidade e peso molecular, e estudou detalhadamente a sua formação. Desses estudos surgiu o sistema ideal para produzir ozono artificialmente através de descargas elétricas, tal como a própria natureza produz, dando lugar ao sistema OTTO, processo que se aplica atualmente nos geradores de ozono [26, 27]. Este químico foi a primeira pessoa a abrir uma empresa especializada no fabrico de instalações de ozono: 'Compagnie des Eaux et de l'Ozone' [30].

A produção em laboratório foi melhorando até que, em 1857, Werner Von Siemens desenvolveu um processo para o uso geral e industrial do ozono [31]. Siemens construiu em Berlim a primeira máquina geradora de ozono (Figura 10), o que levou à realização de uma série de projetos-piloto, durante os quais se pesquisou o seu mecanismo de desinfecção. A máquina consistia em dois tubos de vidro concêntricos, em que o tubo interno tinha uma folha de alumínio fina cobrindo a sua superfície interna e o tubo externo era identicamente coberto na sua superfície externa [29].

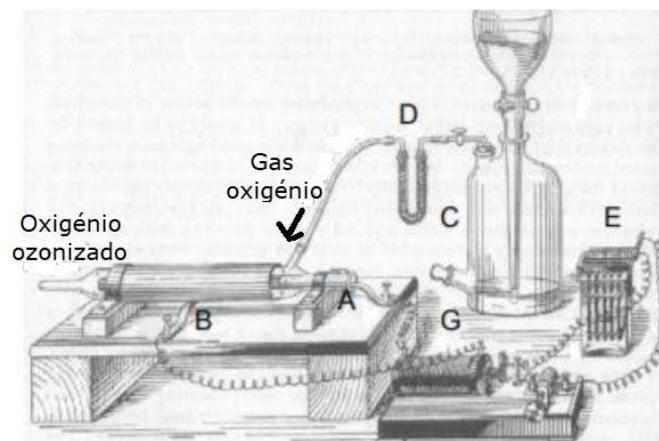


Figura 10: Máquina geradora de ozono inventada por Siemens. Legenda: A – Terminal conectado à superfície interna; B – Terminal conectado à superfície externa; C – Recipiente de armazenamento de gás contendo oxigénio; D – Tubo de secagem com cloreto de cálcio; E – bateria; G – Bobina de indução (adaptado da Lateral Science, 2020 [29]).

Quando se aplicava uma tensão elevada, fornecida pelo circuito da fonte E-G, entre os terminais A-B, a área entre os dois tubos de vidro tornava-se ionizada. No mesmo instante, um gás contendo oxigênio e mantido no recipiente C era injetado no secador D até atingir o espaço interelétrodo. Assim, o ar ionizado neste local provocava a quebra das moléculas de oxigênio resultando na sua rutura. Consequentemente, alguns átomos de oxigênio recombinavam e transformavam-se em ozono [28, 29].

No ano de 1886, após a realização de várias experiências, verificou-se que o ozono era um excelente germicida [28].

Em 1872, Brodie também realizou um projeto para ozonização (Figura 11). Neste ozonizador, o oxigênio passa lentamente pelo espaço entre dois tubos de vidro, estando o tubo interno preenchido com uma solução diluída de sulfato de cobre e todo o aparelho colocado num frasco do mesmo líquido. Os fios de uma bobina de indução mergulham nos líquidos. Um brilho violeta-azulado é visto nas superfícies de vidro, acompanhado por um ruído estridente [29].

A primeira aplicação de ozono em escala técnica ocorreu em Oudshoorn, Holanda, em 1893. Esta instalação de ozono foi estudada por cientistas franceses e outra unidade foi instalada em Nice (em 1906) [30].

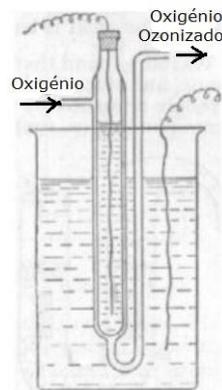


Figura 11: Ozonizador de Brodie (adaptado Santos, 2014 [30]).

Em 1982, a *Food and Drug Administration* (FDA) declarou a ozonização de água engarrafada como segura, começando a integrar a lista de produtos “Generally Recognized as Safe” (GRAS). Em 1997, o ozono foi reconhecido pela FDA o estatuto GRAS como sanitizante de alimentos, e em 2001, foi declarado seguro como agente antimicrobiano para o tratamento, armazenamento e processamento de alimentos, seja sob a forma de gás ou dissolvido em água, em contato direto com os alimentos, incluindo produtos minimamente processados de frutas e hortaliças [32-36].

Nos anos anteriores à Primeira Guerra Mundial, houve um aumento no uso de instalações de ozono em vários países. Por volta de 1916, 49 instalações de ozono estavam em uso em toda a Europa. No

entanto, esse aumento vacilou logo depois, consequência da pesquisa de gases tóxicos, que evidentemente levaram ao desenvolvimento de cloro. Este desinfetante parecia ser uma alternativa adequada ao ozono, pois não apresentava as deficiências de gestão, como baixa garantia de aplicação e baixo rendimento de geração. A produção de ozono não atingiu o seu nível anterior até depois da Segunda Guerra Mundial. Em 1940, o número de instalações de ozono que estavam em uso em todo o mundo tinha crescido para 119. Em 1977, esse número aumentou para 1043 e, por volta de 1985, o número de instalações de ozono aplicado foi estimado acima de 2000 [25].

2.2.2 O que é o Ozono – características

O ozono (O_3) é uma forma alotrópica de oxigênio, é molécula formada por três átomos de oxigênio carregados negativamente e, a disposição dos seus elétrons com um núcleo de oxigênio no seu centro, proporciona-lhe uma forte reatividade – Figura 12 [25-27, 29, 37, 38].

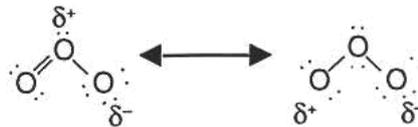


Figura 12: Estrutura do ozono [25].

Os símbolos δ^+ e δ^- demonstram que as moléculas de ozono têm poucos elétrons nos locais onde esses sinais ocorrem, o que significa que o ozono é uma molécula dipolar, que faz com que tenha propriedades características. Este reage muito seletivamente e é eletrofílico [25].

O ozono tem um forte odor característico, semelhante ao percebido após uma trovoadas e geralmente associado a faíscas elétricas [25, 27, 37]. Devido à sua reordenação intermolecular constante ou à sua conversão natural de oxigênio para ozono e vice-versa, o ozono não se acumula. Ao contrário do oxigênio, à temperatura ambiente, a concentrações muito altas o ozono é um gás visível com uma cor azul-claro, mas a baixas concentrações, o ozono é incolor [32, 39, 40]. As concentrações de ozono nos espaços interiores podem variar significativamente, entre 10 % a 80 % dos níveis do exterior. Esta variação deve-se a diversos fatores tais como, infiltração de ar, insuflação pelos sistemas AVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado), circulação do ar interior, composição das superfícies interiores (tecidos, mobília, entre outros) e por reações com outros componentes do ar interior [27].

O ozono é geralmente detetável pelo nariz humano a concentrações entre 0.02 ppm e 0.05 ppm, sendo estes valores recomendados apenas por 15 min [25, 32]. Foi estabelecida uma quantidade máxima de ozono para áreas onde se usa ozono, a chamada Concentração Máxima Admitida, ou valor *CMA*. Trata-se da concentração máxima de uma substância à qual um ser humano pode ser

exposto por um determinado período de tempo. Para uma semana normal de trabalho de cinco dias, oito horas por dia, o ozono tem um valor *CMA* de 0.1 ppm. Por 15 min, o valor *CMA* é 0.3 ppm. Devido ao odor característico do ozono, a violação do valor *CMA* é notada rapidamente, no entanto, a concentração desejada num sistema pode ser monitorizada e quando os valores *CMA* perto do gerador de ozono são atingidos, um alarme soa [25, 32, 33].

A molécula de ozono é muito instável, aumentando a instabilidade com a temperatura e a humidade, sendo mais estável a uma temperatura de -50 °C e uma pressão de 5066.25 Pa [27]. Tem meia-vida curta, fazendo com que volte à sua forma original após algum tempo. Autodecompõe-se rapidamente em oxigénio molecular a temperaturas normais, de acordo com o mecanismo de reação: $2O_3 \rightarrow 3O_2$ [32, 41]. A meia-vida pode ser afetada por fatores como temperatura, pH, ambiente e concentração. Como o ozono reage com todo o tipo de componentes, a sua concentração reduz-se rapidamente. A decomposição é acelerada pelo contacto com superfícies sólidas, com substâncias químicas e pelo efeito do calor [25, 32].

A taxa de destruição do ozono está positivamente correlacionada com a temperatura e negativamente correlacionada com a pureza da água. A meia-vida do ozono na água é de cerca de 20 min, já no ar tem meia-vida de 12 h, o que torna a sua estabilidade no ar superior. À pressão atmosférica, pode-se dissolver parcialmente na água. Misturas concentradas de ozono e oxigénio que contêm mais de 20 % de ozono podem tornar-se explosivas tanto em fluidos quanto em gases, apesar de em geradores comerciais de ozono, essas concentrações não ocorrerem, porque não podem ser facilmente geradas. Como o ozono é instável, pode haver perigo de explosão a altas temperaturas na presença de materiais como hidrogénio, ferro, cobre e crómio. A explosão de ozono com faíscas elétricas também ocorre devido a mudanças bruscas de pressão ou temperatura, no entanto, a detonação do ozono é um acontecimento extremamente raro. O que torna o ozono tão eficaz microbiologicamente é o seu alto potencial de oxidação (-2.07 V), ou seja, o seu potencial de reagir com outras substâncias [32, 42].

O ozono tem um dos maiores potenciais de oxidação, apenas menor que o átomo de flúor, o átomo de oxigénio e o radical hidroxilo. Este facto confere-lhe grande rapidez na desinfeção e demonstra a sua principal característica, que é ser um agente com alto poder de desinfeção. As suas propriedades antimicrobianas têm largo espectro [32, 42]. O ozono é cerca de cinco vezes mais oxidante do que o oxigénio e duas vezes mais oxidante que o cloro [32, 33].

O ozono tem como características físicas e químicas apresentadas na Tabela 6.

2.2.3 Produção do Ozono

O ozono é produzido pela reação de radicais livres de oxigênio com moléculas de O_2 (Figura 13). Existem numerosos métodos para a geração de ozono, incluindo descarga elétrica de corona, radiação ultravioleta com comprimentos de onda inferiores a 180 nm, métodos térmicos, químicos, eletrolíticos e quimioclimáticos [32, 34, 37, 42].

Tabela 6 – Características físico-químicas do ozono [33, 37, 42]

Massa molar	48 g/mol
Ponto de ebulição	-111.9 °C
Ponto de fusão	-192.6 °C
Temperatura crítica	-12.1 °C
Pressão crítica	5460 kPa
Densidade relativa (ao ar)	1.7 kg/m ³
Massa volúmica (0°C e 101.3 kPa)	2.14 kg/m ³

O ozono aflui de forma natural no ambiente, formando-se na estratosfera através da ação dos raios ultravioleta, que derivam do sol; a sua concentração varia com a altitude e latitude [25, 27, 32]. O ozono também se forma durante as tempestades, nas quedas de água e na névoa fotoquímica que se forma no verão [25, 32]. Na indústria, o ozono pode ser produzido de forma artificial de 3 maneiras possíveis: luz ultravioleta, eletrólise do ácido perclórico ou por descarga elétrica (com altas tensões), sendo esta última a mais usada [26, 28].

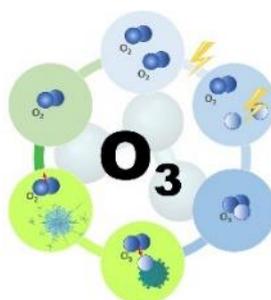


Figura 13: Representação esquemática de como se forma o ozono.

Durante uma tempestade, os elétrons movem-se para cima e para baixo até que a carga seja neutralizada, o que cria muito calor e vácuo na atmosfera, que entra em colapso, daí o que se ouve como

trovão, uma onda de choque. Daqui, resultam moléculas de oxigénio muito reativas e que podem transformar-se em ozono em vez de oxigénio nessas condições [38].

A luz ultravioleta, do sol, atinge uma molécula de oxigénio diatómica e divide-a em dois átomos de oxigénio. O ozono é criado pela fotólise da molécula de oxigénio, o que irá gerar átomos de oxigénio (O) que se irão ligar a qualquer molécula de oxigénio (O₂) para formar ozono (O₃) [38].

De acordo com a *Environmental Protection Agency* (EPA) (1999), um sistema de desinfecção por ozono integra as fases de preparação e tratamento do gás de alimentação, geração de ozono, desinfecção do efluente e destruição do ozono (Figura 14) [43].

Os geradores de ozono UV, ou geradores de ozono com vácuo ultravioleta (VUV), utilizam uma fonte de luz que vai gerar uma luz ultravioleta de banda estreita, um pequeno segmento da que é produzida pelo Sol. Estes geradores utilizam luz UV no comprimento de onda de aproximadamente 180 nm que incide no gás de alimentação que flui através de uma câmara de tubo adequada, como se pode perceber pela Figura 15 [38].

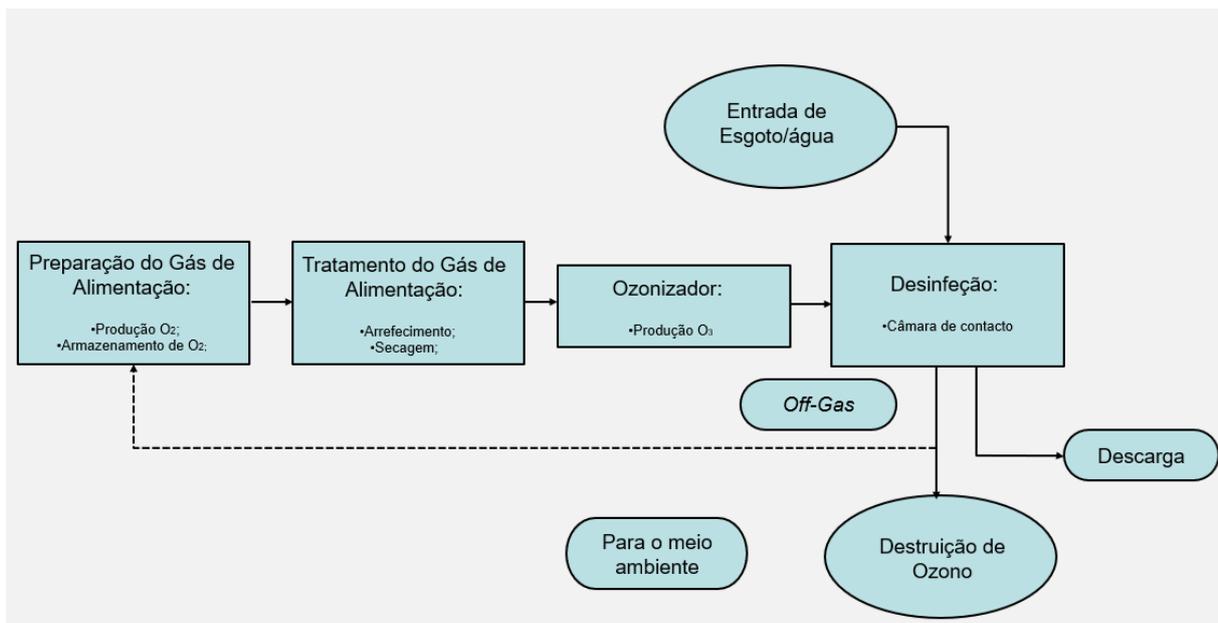


Figura 14: Processo de desinfecção por ozono (adaptado de EPA, 1999 [43]).

Os geradores de ozono UV usam o ar ambiente para a produção de ozono; não são utilizados secadores de ar ou concentradores de oxigénio, portanto, os geradores costumam ser mais baratos. No entanto, a produção de ozono por estes geradores geralmente é de baixa concentração, o que limita a taxa potencial de produção. Outra desvantagem deste método é que é exigido que o ar ambiente seja exposto à fonte de UV por um maior período de tempo e que não se lidar com um gás que não seja exposto à fonte de luz. As lâmpadas UV solarizam com o tempo, exigindo substituição periódica [38].

Para a produção de ozono, o método de descarga elétrica de corona é mais usado, por causa das suas vantagens. As vantagens correspondem a menores custos de produção e maior durabilidade do sistema. Quando o ozono é utilizado na indústria, é normalmente produzido no ponto de aplicação e em sistemas fechados. Para tal efeito utilizam-se geradores de ozono com oxigénio puro ou com ar ambiente como fonte de gás, sendo este previamente seco [32, 44]. No caso do oxigénio puro, podem ser usados geradores de oxigénio para concentrar o oxigénio do ar. Para além disso, a energia necessária para o tratamento do ozono é muito inferior à radiação e tratamento térmico [32, 34]. A formação de ozono a partir do oxigénio do ar, é endotérmica.

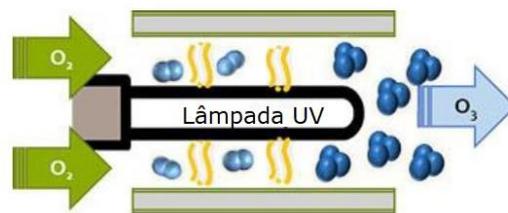


Figura 15: Produção de ozono através de um gerador de UV (adaptado de Solution OZONE, 2020 [38]).

Normalmente, os geradores da descarga elétrica de pulsos (descarga corona) são económicos e, para produzir concentrações de ozono de 3 % a 6 %, não requerem uma fonte de oxigénio diferente do ar ambiente. Contudo, estes podem usar um secador de ar, para remover o vapor de água e aumentar a produção de ozono ou um concentrador de oxigénio, para este último fim [38]. Este método baseia-se na aproximação de 2 elétrodos paralelos separados por um dielétrico (vidro, quartzo ou cerâmica) e um espaço livre por onde flui o oxigénio, Figura 16 [27, 30, 31]. É neste espaço livre que é produzida a descarga elétrica de alta voltagem em alta frequência, gerada por meio de um conversor *flyback* (pulsos de voltagem na faixa de 40 kV e frequências entre 0.05 kHz e 80 kHz) [45]. Quando a tensão ultrapassa o potencial de ionização do material dielétrico, os eletrões livres são impulsionados a altas velocidades, quebrando as duplas ligações das moléculas de oxigénio (O_2) presentes no ar, recorrendo ao impacto, e formando assim o ozono [27, 30, 31].

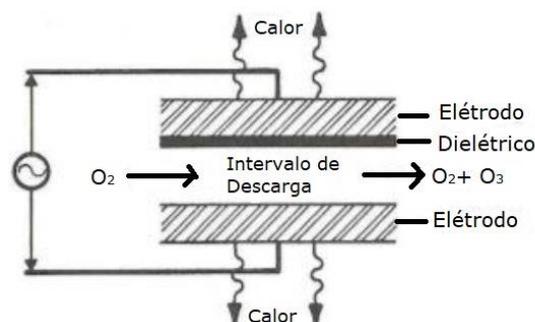


Figura 16: Produção de ozono através de um gerador de descarga elétrica (adaptado de Lenntech, 2020 [25]).

Após esta fase, o ozono entra em contacto com o afluente que se encontra numa câmara de contacto onde será realizado o processo de transferência de massa. De seguida, o sistema *off-gas* promove a destruição de vestígios de ozono que ainda estejam presentes, antes de ser lançado novamente para o meio ambiente. Caso o gás de alimentação seja o oxigénio, este poderá ser reciclado e usado novamente no processo. O sistema só funciona quando o circuito de alta tensão do reator de ozono é estimulado. Simultaneamente, o injetor Venturi, devidamente acoplado a um tubo *manifold* e este ao canal principal, trabalha forçando a entrada do ozono no meio [25, 28].

O método mais eficiente, e usado, para se produzir ozono em quantidades significativas para a escala industrial, é pela descarga corona. Diferentes formas de descarga corona podem ocorrer devido a fatores como frequência e polaridade do campo (AC, CC) e da configuração geométrica dos elétrodos [28].

A produção de ozono é um processo de equilíbrio e desequilíbrio, já que está constantemente a ser produzido e a ser destruído logo de seguida. Variáveis como tensão, frequência da corrente, propriedade e espessura do material dielétrico, intervalo de descarga, pressão durante o intervalo de descarga, calor, material particulado/impurezas do ar, humidade e fluxo de alimentação afetarão a qualidade do ozono e a concentração [37]. Para potencializar a produção de ozono, é essencial um sistema de remoção de calor eficaz. O ar seco é passado através de uma corrente de alta tensão, convertendo o oxigénio em ozono em concentrações até 4 %, em peso. A composição do gás de alimentação afeta a taxa de geração de ozono. Aumentando a taxa de fluxo do gás, a taxa de produção de ozono aumenta, enquanto que a concentração diminui [28]. Assim, a qualidade do ar que entra no gerador é fundamental para uma boa geração de ozono, sendo que a utilização de oxigénio puro é recomendada sobre o ar seco para maximizar o rendimento [37].

A produção de ozono está relacionada com a tecnologia dos geradores utilizados. Um gerador de plasma distingue-se por produzir ozono com descargas elétricas a frequências maiores do que um gerador de ozono convencional [31]. Quando se escolhe de forma correta as dimensões radiais dos cilindros, é possível intensificar o sistema para se obter uma descarga corona máxima, livre de rutura. Quando o nível de tensão no cilindro menor atinge o nível de rutura, ocorrerá uma descarga corona estabilizada ou rutura completa. A configuração ideal deve ser definida em termos de segurança para não romper e não se usar no ponto de máxima tensão. De forma a estabelecer uma concentração constante de ozono à saída do gerador são necessários alguns cuidados, tais como, manter a tensão de saída (ordem de kV) constante, uma vez que a concentração de ozono depende da tensão aplicada no

reator, manter a corrente secundária constante, manter o escoamento de ar/oxigénio num ponto previamente determinado e controlar a temperatura [28].

Alguns estudos verificaram que as taxas de produção em que a duração de descarga não é maior que 40 ns para cada ciclo, estão na mesma ordem dos geradores convencionais de tamanho similar a funcionar a 50 Hz; a duração da descarga está em torno de 4 ms, havendo vantagem em se usar pulsos de duração curta. A tensão ótima deverá estar em torno de 30 kV a 40 kV. Noutro estudo, a máxima produção de ozono foi obtida quando o número de eléctrodos de descarga era 4, sendo que a produção de ozono aumentou quando se utilizava uma potência da descarga até 0.04 W e diminuiu com uma potência maior do que 0.04 W [28].

O efeito joule faz com que a temperatura do gás ser um pouco superior à temperatura ambiente (cerca de 300 K), quando uma descarga corona está em desenvolvimento, especialmente a altas tensões. Este efeito é potenciado pelo isolamento térmico da célula de descarga. Então, a alta temperatura neste local aumenta a decomposição de ozono, resultando na diminuição da sua concentração [28, 45].

Outros métodos de produção de ozono [29]:

- Auto-oxidação fosforescente do fósforo amarelo no oxigénio – brilho esverdeado;
- O ar estimulante do lado do mar – devido à evaporação de spray de água salgada;
- Componente ultravioleta da luz solar no oxigénio atmosférico superior – essencial para a vida na Terra;
- Componente UV da luz de um arco eléctrico sobre o oxigénio líquido – transforma-o de azul-claro em azul-escuro;
- Peróxido de bário agitado com ácido clorídrico (HCl) concentrado;
- Aquecimento de ácido periódico cristalino;
- Aquecimento de persulfato de amónio com ácido nítrico;
- Radiação de sais de rádio no oxigénio;
- Fio de platina fortemente aquecido por corrente eléctrica mergulhada em oxigénio líquido;
- Chama de hidrogénio ou monóxido de carbono colidindo com o oxigénio líquido;
- Ação do gás flúor na água.

2.2.4 Atuação do ozono

A aplicação de ozono é uma tecnologia comprovada para o tratamento antimicrobiano, antiviral, antiparasitário e antifúngico. Mesmo em concentrações muito pequenas, tem a poderosa capacidade

higienizante [32]. Por ser oxidante, pode afetar as condições de existência de microrganismos no ar, resultando numa esterilização [46].

É útil na diminuição da carga microbiana, sendo capaz de matar 99.7 % de 650 tipos de organismos patogénicos, apresentando assim um largo espectro antimicrobiano. Das espécies já estudadas e que apresentaram sensibilidade ao ozono, destacam-se as bactérias *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes* e os fungos *Alternaria* sp., *Aureobasidium* sp., *Cladosporium* sp., *Geotrichum* sp., *Mucor* sp., *Stachybotrys chartarum*, *Trichoderma viride*, *Ulocladium* sp., *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum magna*, *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp., entre outros [32, 33, 47].

O ozono atua segundo o princípio de oxidação. Quando a molécula de ozono, que se encontra carregada, entra em contacto com algo “capaz de oxidar”, a carga da molécula de ozono flui diretamente. O átomo de oxigénio extra é libertado da molécula de ozono e liga-se ao outro material, isto é, o radical extra de oxigénio liga-se rapidamente a cada componente que entra em contacto com as moléculas de ozono [25, 38].

Bactérias, vírus, fungos e várias espécies de protozoários são todos carregados positivamente, enquanto o ozono é carregado negativamente, o que faz com que as espécies anteriores sejam atraídas. Quando o ozono entra em contacto com os contaminantes, a ligação fraca do tri-átomo de oxigénio é quebrada, fazendo com que o radical de oxigénio extra seja libertado da molécula de ozono e se ligue a outros materiais, de forma a que apenas as moléculas de oxigénio puras e estáveis sobrem [25, 38].

A ação biológica do ozono pode dar-se de duas maneiras: pode agir diretamente sobre as moléculas-alvo ou de forma indireta, através dos radicais livres, resultantes de processos de peroxidação de ácidos gordos polinsaturados e oxidação de grupos sulfidrilo e aminoácidos de enzimas, proteínas e péptidos. Se se considerar que o mecanismo de ação do ozono promove efeitos de oxidação e destruição da membrana citoplasmática e parede celular, pode-se entender que a diferença de tolerância ao ozono ocorre em função da estrutura da parede e da membrana celular [30, 31]. Depende da difusão no protoplasma celular e da inativação das enzimas.

2.2.4.1 Etapas da desinfeção do ozono

A seguir são apresentadas as diferentes etapas que ocorrem ao nível celular quando se pretende uma desinfeção por ozono (Figura 17) [25]:

1 – Animação por computador de uma célula bacteriana;

- 2 – *Close* de uma molécula de ozono na parede celular bacteriana;
- 3 – O ozono penetra na parede celular e causa corrosão;
- 4 – *Close* do efeito do ozono na parede celular;
- 5 – Célula bacteriana após ter entrado em contacto com várias moléculas de ozono;
- 6 – Destruição celular (lise).

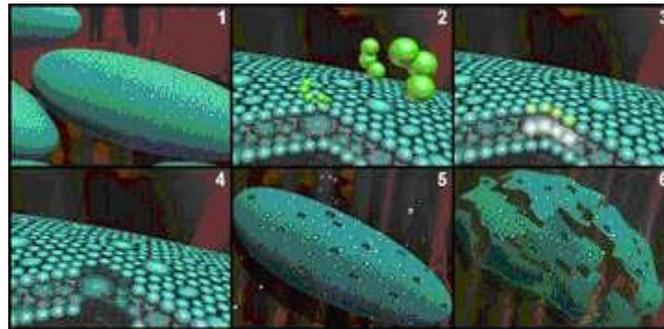


Figura 17: Lise bacteriana por ozono em 6 etapas [25].

O ozono, introduzido em qualquer ambiente, possui uma ação bacteriana, germicida, viricida, fungicida e desodorizante.

Ação microbicida – é possivelmente a propriedade mais importante do ozono e para a qual existem mais aplicações [26].

Na grande maioria, os microrganismos são responsáveis pela transmissão de todo o tipo de doenças. Por isso, uma das grandes preocupações tem sido o controlo de alguns desses organismos, a partir do momento em que foram descobertos [26].

Devido às suas propriedades, o ozono pode ser considerado um dos agentes mais rápidos e eficazes microbicidas que é conhecido, apesar da inativação microbiana por este ser um processo complexo. As propriedades antimicrobianas devem-se ao seu elevado potencial de oxidação e à sua capacidade de se difundir através de membranas biológicas. Cada microrganismo possui uma sensibilidade ao ozono que lhe é específica. Dessa forma, bactérias apresentam maior vulnerabilidade que leveduras e fungos filamentosos; bactérias gram-negativas são menos sensíveis que as gram-positivas e os esporos fúngicos são mais tolerantes que células vegetativas. Deve também referir-se que o ozono é utilizado eficazmente para desintoxicar micotoxinas que ocorrem normalmente, degradando-as completamente ou causando modificações químicas, reduzindo assim consideravelmente a sua bioatividade [34, 37, 42, 48, 49].

A) Efeito bactericida

O ozono é uma boa opção para o combate a bactérias nocivas, porque tem propriedades altamente reativas, o que significa que reage com as bactérias e as destrói. Mesmo em concentrações extremamente baixas é perceptível um efeito bacteriostático. O ozono interfere no metabolismo das células da bactéria, através da inibição e bloqueio da operação do sistema de controlo enzimático. Quando uma molécula de ozono encontra uma célula bacteriana, vai começar a parti-la fazendo um buraco na parede celular da bactéria, o que fará com que estas comecem a desfazer-se. Isto irá acontecer inúmeras vezes, e uma quantidade suficiente de ozono quebra a membrana celular, levando à destruição da bactéria rapidamente [26, 31, 38]. A oxidação de células bacterianas usando o ozono ocorre dentro de apenas 1 s a 10 s [31]. Algumas das espécies bacterianas sensíveis ao ozono, devido à sua estrutura celular pertencem à família Enterobacteriaceae, ou aos géneros *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Legionella*, *Pseudomonas*, *Yersinia*, *Campylobacter* e *Mycobacterium*.

B) Efeito viricida

Ao contrário das bactérias, os vírus são sempre prejudiciais e causam doenças a qualquer corpo que atacam. O ozono destrói vírus por difusão pela camada de proteína para o núcleo de ácido nucleico, em que o RNA viral se danifica. Em concentrações mais altas, por ação oxidativa, destrói a camada proteica externa do vírus, modificando a sua estrutura dimensional, em que as estruturas de DNA ou RNA são afetadas. Quando isso acontece, o vírus, que não se pode fixar a qualquer célula por não reconhecer o seu próximo ponto de ligação, encontra-se desprotegido e, sendo incapaz de se reproduzir, morre. Famílias numerosas de vírus, incluindo poliovírus I e II, rotavírus humanos, vírus Norwalk, Parvovírus e Hepatites A e B, entre muitos outros, são suscetíveis às ações viricidas do ozono [26, 31].

C) Efeito fungicida

Existem certos tipos de fungos que são capazes de causar doenças aos seres humanos, sendo outros capazes de causar mudanças nos alimentos, tornando-os inaceitáveis para o consumo. O ozono dá a possibilidade de os eliminar através da sua ação oxidante que causa danos celulares irreversíveis. Este, destrói fungos e bolores por difusão, através da parede fúngica para o citoplasma, interrompendo os organelos que dirigem a função das células. Algumas das famílias de fungos que são inibidas e destruídas pela exposição ao ozono incluem géneros como *Candida*, *Aspergillus*, *Histoplasma*, *Actinomyces* e *Cryptococcus* [26, 31].

D) Efeito de eliminar esporos

Existem bactérias que, quando as condições para o seu desenvolvimento são favoráveis, produzem uma bainha espessa ao seu redor e paralisam a sua atividade metabólica, mantendo-se latentes. Quando as condições se tornam novamente adequadas voltam à sua forma normal e o seu metabolismo recupera a atividade. Este tipo de mecanismo de resistência torna difícil o seu combate e tratamentos tão úteis, como altas temperaturas e múltiplos antimicrobianos, tornam-se ineficazes. As concentrações de ozono ligeiramente superiores às utilizadas para outras bactérias podem eliminar esporos resistentes [26].

Ação desodorizante – É uma das melhores propriedades que se comprovou existir, devido à sua grande utilidade em todos os tipos de instalações, bem como no tratamento de certos odores provenientes de fontes industriais [26].

O ozono tem a particularidade de combater os odores atacando diretamente na sua origem, alterando a estrutura química das moléculas, o que cria moléculas inodoras e limpa o ar, sem acrescentar mais um odor adicional [26, 50]. De um modo geral, quanto mais baixa é a temperatura e quanto maiores as moléculas envolvidas, mais difícil é a oxidação [31]. Existe um grande leque de odores que podem ser atacados por ozono, mas tudo depende da sua natureza. De acordo com o que causa o odor, pode-se determinar a vulnerabilidade à ação do ozono e as doses necessárias para a sua eliminação. Encher o ar de ozono é um método rápido e eficaz para a remoção sustentável, mesmo dos cheiros mais difíceis [51]. O resultado de uma boa ozonização é aquela em que nos lugares onde havia maus odores não cheira a nada [26].

Ação oxidante – O ozono decompõe-se rapidamente em oxigênio atômico e oxigênio molecular. O primeiro é responsável por algumas das propriedades já referidas. O segundo é residual desta ação. No entanto, não se trata de um indesejável residual, muito pelo contrário, este é responsável pela adição a ambientes escassos em oxigênio, tornando o ar mais respirável [26].

2.2.4.2 Aplicação do ozono na indústria alimentar

O ozono inativa os microrganismos de forma menos eficaz quando estes se encontram em superfícies alimentares do que em meios líquidos. A inativação da microbiota nos alimentos por ozono depende fortemente da natureza e composição da sua superfície, do tipo de contaminante microbiano, do nível de contaminação, do estado fisiológico das células bacterianas, do tipo de material orgânico e do grau de ligação ou associação dos microrganismos [32, 33, 37].

A aplicação do ozono melhora a segurança microbiológica de produtos alimentícios e prolonga a sua vida útil, sem alterar as suas propriedades nutricionais, químicas e físicas [38]. Por exemplo, a ozonização torna-se eficaz em retardar o processo de maturação do queijo, reduzindo as contagens iniciais de mesófilos aeróbios totais, bactérias lácticas, leveduras e bolores [42]. As condições de tratamento devem ser determinadas de forma específica e seguindo os padrões de segurança, para o uso do ozono ser eficaz e seguro em todo o tipo de produtos. É imprescindível que a superfície seja limpa de sujidades antes da sua aplicação para atingir a redução microbiana desejada [31, 52].

2.2.5 Comparação do ozono com outros desinfetantes

O ozono tem um alto potencial de oxidação eletroquímico, superior ao do cloro ou ao de outros produtos desinfetantes. É o segundo agente oxidante comum mais forte depois do flúor [42, 53]. O alto potencial de oxidação permite que o ozono decomponha os compostos orgânicos que o cloro não consegue [31]. Tendo quase o dobro de potência que o cloro, é 3000× mais rápido na inativação de bactérias e, ao contrário deste, não deixa resíduos químicos [28]. É, portanto, caracterizado por um amplo espectro de atividades antibacterianas, antifúngicas e antivirais [21, 33].

Relativamente à sua eficácia, o ozono é 25× mais eficaz que o ácido hipocloroso (HOCl); 2500× mais eficiente do que o hipoclorito (OCI) e 5000× mais eficaz que a monocloramina (NH₂Cl) [38].

O ozono decompõe-se espontaneamente em oxigénio, a sua forma natural, reduzindo a acumulação de resíduos orgânicos no ambiente. Isto é considerado como uma vantagem do ozono sobre outros higienizadores [33, 38].

Uma das vantagens mais importantes do ozono sobre os outros bactericidas é que o efeito para controlar ou reduzir a população microbiana é evidente, a baixas concentrações (10 µg/m³ ou menos) e durante períodos de exposição muito curtos. O ozono é também mais eficaz do que outros desinfetantes contra organismos resistentes, tais como cistos, amebas e vírus [26, 37]. Outra das vantagens é o facto de o ozono não requerer armazenamento, ou manuseamento especial, e não precisar ser misturado com outros produtos [38].

2.2.6 Benefícios do uso do ozono

Há muitas vantagens em se utilizar o ozono como um potente agente oxidante. É útil na diminuição da carga microbiana, do nível de compostos orgânicos tóxicos, tornando-os em elementos mais seguros, e da carência química/bioquímica de oxigénio. A molécula decompõe-se espontaneamente em oxigénio, pelo que, a utilização do ozono minimiza a acumulação de resíduos inorgânicos no ambiente. O elevado

poder oxidante e a decomposição espontânea também o tornam um desinfetante viável para assegurar a segurança e qualidade dos produtos alimentares [37, 38]. Além disso, o seu uso não implica nenhum transporte ou armazenamento perigoso, uma vez que o ozono é sempre produzido no local de uso e a uma taxa à qual é necessário [28]. O maior benefício do ozono é o seu caráter puro, já que a formação de subprodutos raramente ocorre e, por isso, é um tratamento seguro [25].

Apresenta ainda como benefícios [32, 33, 42, 54, 55]:

- Redução de mão-de-obra e eliminação da despesa com produtos fungicidas;
- Diminuição da frequência das paragens sanitárias das câmaras para a sua desinfeção;
- Prescinde-se do arejamento posterior da câmara, para eliminar os desinfetantes utilizados, evitando a recontaminação da mesma;
- Produz menos ou nenhuns resíduos químicos, logo não existe restrição de doses máximas permitidas de ozono no tratamento de alimentos;
- Consegue degradar contaminantes e poluentes, removendo maus odores;
- Leva a um produto mais natural, acedendo a novos mercados;
- É um tratamento rápido, automático, com baixa temperatura de operação e eficaz;
- Tecnologia avançada, rentável, ecológica e respeita o meio ambiente;
- Tem uma manutenção mínima;
- Aumento do rendimento de certas colheitas;
- É possível conseguir um prolongamento do prazo de validade de um produto alimentar;
- Reduz os custos com produtos químicos e com geração, secagem e transporte;
- Evita o crescimento de microrganismos após a ozonização, ao contrário da desinfeção por ultravioleta;
- Por si só, não afeta o pH da água ou de produtos;
- Neutraliza em média 99.8 % dos agrotóxicos em alimentos e efluentes provenientes da sua lavagem;
- Destrói todos os tipos de bactérias, vírus, fungos e protozoários;
- Estimula a produção de glóbulos brancos, que ajudam no combate e proteção do corpo contra vírus, bactérias, fungos e cancro.

2.2.7 Limitações do uso do ozono

A EPA, que realiza estudos sobre o ozono, relata a seguinte afirmação: “Benéfico em maiores altitudes, mau próximo a nós”, fazendo referência ao risco de toxicidade do ozono. Desta forma, é

importante saber que, mesmo tendo os seus benefícios, ozono é um gás que se for utilizado, necessita de cuidados, conhecimento e uso correto, pois também apresenta limitações [43, 50].

O ozono é um poluente perigoso para a saúde quando presente em excesso na troposfera. Por isso é que a sua utilização não controlada em espaços interiores deve ser evitada [27]. A exposição ao ozono a baixas concentrações (cerca de 0.1 mg/L) causa dores de cabeça, tosse, dores no peito, respiração acelerada, irritação nos olhos, garganta e nariz, enquanto que níveis de ozono elevados como 95 mg/L com exposições de longo prazo (> 30 min) podem mesmo ter efeitos irreversíveis nos seres humanos ou até mesmo letais, apesar de ser quase impossível permanecer numa sala com esses níveis de concentrações [34, 37, 42]. Por isso mesmo, são necessários sistemas eficazes para a deteção e destruição do ozono, para a segurança dos trabalhadores, nos locais onde se utiliza este gás. Pode-se recorrer, por exemplo, a um analisador que desencadeie um alarme geral, isto é, emitindo tanto sinais acústicos como visuais, logo que a concentração de ozono exceda a Concentração Máxima Admitida (*CMA*) na atmosfera da sala [34, 37, 42].

Tal como outros desinfetantes, o ozono tem a desvantagem de ser extremamente instável, sendo difícil de prever como reage na presença de matéria orgânica. Pode oxidar ou ionizar o composto, ou decompor-se espontaneamente em oxigénio e radicais livres [33, 37]. O ozono reage facilmente com compostos orgânicos voláteis resultando na formação de formaldeído e outros compostos perigosos para a saúde [50]. Além disso, os mecanismos de decomposição do ozono são complexos e dependem de fatores como a matéria orgânica presente no meio, que promove ou inibe a reação radical em cadeia. Por isso, não se pode dizer, com certeza, que uma determinada concentração de ozono num determinado momento será sempre eficaz na inibição de microrganismos [33, 37].

O ozono não é universalmente benéfico, pois em alguns casos, o seu uso excessivo pode resultar na oxidação da superfície dos alimentos e promover a deterioração oxidativa, originando por exemplo, odores indesejáveis, descoloração ou mudança de cor na superfície de alimentos. Pode ainda ter um efeito negativo na qualidade sensorial de certos produtos, tais como grãos, especiarias moídas, leite em pó e bolo de peixe, devido à oxidação lipídica; no entanto, pode melhorar esta mesma propriedade noutros alimentos como carne de bovino, ovos, algumas frutas e vegetais. Portanto, as alterações nos atributos sensoriais dependem da composição química dos alimentos, dose de ozono, e condição de tratamento [37].

Por fim, pode ter desvantagens a nível económico, no que toca ao equipamento e adaptação das instalações, não ser recomendável para determinados tipos de queijo e ainda restringir o acesso dos trabalhadores, para não sofrerem consequências ao nível da saúde [21].

2.2.8 Aplicações

O ozono pode ser usado para uma grande variedade de fins. É aplicado no tratamento de águas residuais, purificação do ar, na desinfecção de piscinas e de água potável, na prevenção de incrustações de permutadores de calor e torres de arrefecimento [32]. O ozono trata da remoção sustentável, mesmo dos odores mais difíceis tais como do tabaco, de bebidas alcoólicas, dos alimentos fritos e de perfume. Permite ainda resolver o problema dos bolores através da neutralização dos esporos, inibição do crescimento de bolores e tratar dos alergénios como pólen, pó e ácaros [52]. Pode ser usado em locais como hospitais, dentistas, veterinários, ginásios, escolas, lavandarias, salões de beleza, laboratórios, lojas, ou até em casa [38, 52, 56]. É cada vez mais utilizado para proteção contra infeções e aplicações de esterilização, como para higienizar ferramentas de laboratório como pipetas, luvas e óculos, bem como o espaço em si e superfícies como pisos, paredes e balcões [38].

A aplicação de ozono na indústria tem vindo a aumentar. A indústria de alimentos usa ozono para desinfecção e a indústria têxtil usa-o para remoção de cor [25]. O ozono pode ser aplicado em diversas componentes, como processamento de alimentos (bebidas, carnes, ovos, queijo), desinfecção da superfície de frutas, vegetais e outros ingredientes, o armazenamento e conservação de produtos e das matérias-primas tais como leite, produtos de carne, gelatina, caseína e albumina e ainda saneamento de equipamento. Ou seja, é utilizado para reduzir e eliminar os agentes patogénicos não só dos produtos frescos, mas também da água utilizada nas indústrias alimentares. Poderá também aparecer no início do processo da indústria, sendo usado na criação dos animais e na degradação de agrícolas e agrotóxicos, ou até noutros pontos como na desinfecção de linhas de engarrafamento, desinfecção de barricas e desinfecção de câmaras frigoríficas [32, 37, 42].

2.2.9 Uso do ozono na indústria alimentar

O uso do ozono na indústria de alimentos tem crescido, de forma a atender a exigências dos consumidores preocupados não só com os ingredientes dos alimentos que consomem, mas também com os processos que são empregues para levar a comida "do prado ao prato". Um aumento no número de pesquisas sugere que os consumidores estão a exigir alimentos com o menor processamento possível,

que satisfaçam os seus desejos nutricionais e gustativos e ainda requerem um tempo mínimo de preparação [31].

A utilização de alguns higienizadores foi limitada ou proibida (por exemplo, formaldeído) devido aos potenciais perigos para a saúde. A necessidade de potentes agentes antimicrobianos aumentou nos últimos anos, e também cresceu devido ao maior número de surtos de doenças e ao aparecimento de novos agentes patogénicos de origem alimentar [37]. Em resposta às necessidades dos consumidores por alimentos mais sustentáveis e pela procura da indústria por desinfetantes eficazes contra agentes patogénicos comuns, emergentes e seguros para utilização em produtos alimentares, o interesse pelo ozono aumentou nos últimos anos. Isto decorre das suas propriedades oxidantes, que contribuem para a melhoria da segurança, da aparência, da qualidade dos produtos alimentícios, bem como o seu tempo de conservação [32, 38]. O desenvolvimento de procedimentos para uso eficiente de ozono na indústria de alimentos convive com atividades técnicas que se destinam a definir melhores valores e mais eficazes, para a quantidade de gás a ser utilizado, tempo de exposição, convivência com a temperatura e o teor de humidade no local de aplicação [31]. A sensibilização tem vindo a crescer no que toca à segurança dos alimentos, dos produtos alimentares e, em especial, aos métodos de interferência que são utilizados para reduzir e eliminar os agentes patogénicos [32].

A água é um dos ingredientes principais da indústria de processamento alimentar, uma vez que é indispensável para muitas das operações unitárias tais como branqueamento, arrefecimento, aquecimento, pasteurização, lavagem, entre outros. É importante considerar a qualidade e segurança dos produtos acabados após o tratamento da água. O ozono reage diretamente com água a pH baixo, enquanto a reação indireta não seletiva do ozono com água, a pH elevado, produz espécies reativas de oxigénio. As propriedades do ozono fazem dele uma escolha conveniente para a degradação dos contaminantes nas águas residuais e água potável. A filtração prévia da água é essencial para o tratamento eficiente do ozono, uma vez que melhora a dissolução do ozono, elimina sólidos em suspensão e provoca uma redução ótima da carga microbiana [32].

No processamento de alimentos, é essencial manter os produtos alimentares livres de microrganismos e reduzir a possível contaminação cruzada de patógenos mortais. A desinfecção da superfície e o armazenamento de alimentos e das matérias-primas também são muito importantes. E, como o ozono não deixa resíduos químicos nas superfícies de contacto dos alimentos ou nos alimentos, devido à sua rápida autodecomposição em produtos não tóxicos, é possível reduzir tanto o impacto ambiental como os custos da empresa [34, 42]. A aplicação do ozono melhora a segurança

microbiológica de produtos alimentícios, remove odores indesejáveis e prolonga a sua vida útil, sem alterar as suas propriedades nutricionais, químicas e físicas [32, 37].

A eficácia do ozono em aplicações de processamento de alimentos é afetada por um grande número de variáveis, incluindo a temperatura do tratamento, a dose de ozono, o valor do pH, a humidade relativa e a quantidade de compostos que consomem ozono, porque todos estes fatores afetam de forma diferente a sua solubilidade, reatividade e estabilidade. À medida que a temperatura aumenta, o ozono torna-se menos estável e menos solúvel, mas mais reativo. Por conseguinte, a temperatura deve ser cuidadosamente controlada durante a ozonização, de modo a se manter um equilíbrio na solubilidade, estabilidade e eficácia. Quanto ao pH, sabe-se que o ozono é menos estável a valores mais altos do que a valores baixos de pH. No entanto, quando o ozono se autodecompõe a valores de pH elevados, os radicais formados contribuem para a sua eficácia. No que diz respeito à humidade, as taxas de destruição microbiana são maiores quando o ozono é utilizado numa atmosfera com valores percentuais elevados [34, 37, 42]. Porém, as condições de tratamento com ozono devem ser particularmente determinadas para todos os tipos de produtos alimentares para a sua utilização segura e eficaz. Todo o equipamento que possa entrar em contacto com o ozono durante o processamento dos alimentos deve ser resistente à corrosão por parte deste (*e.g.* aço inoxidável) [32].

O ozono é uma solução natural para desinfetar e higienizar não apenas no armazenamento, mas também embalagens e alimentos, garantindo que o que vai para a mesa do consumidor permanece livre de microrganismos nocivos [38]. Para além disso, tem sido aplicado tanto na conservação dos alimentos em câmaras frigoríficas, como em armazéns de carne, frutas, queijos, entre outros. O seu principal objetivo é reduzir ou eliminar o índice bacteriológico que ocorre nos sistemas de armazenamento e, conseqüentemente, obter uma maior durabilidade tanto no estado de refrigeração de alimentos, congelamento ou armazenamento em frio, eliminando as bactérias através da oxidação, para não permitir a degradação [26, 30]. Quando se determina, para cada caso, a concentração de ozono e humidade relativa de ar a usar, consegue-se maior durabilidade e garantia higiénica [26].

Na aplicação prática do ozono na indústria alimentar, a segurança de utilização é uma questão importante. São necessários sistemas de deteção e destruição do ozono e respiradores para a segurança dos trabalhadores nas instalações de processamento de alimentos. É também necessário desenvolver um tratamento eficaz do ozono para a aplicação específica, para evitar o uso excessivo de ozono. Além disso, são essenciais boas práticas de fabrico, análise de perigos e sistemas de pontos críticos de controlo para controlar materiais com elevada exigência de ozono no processamento de alimentos [37].

2.2.9.1 Exemplos de uso do ozono na indústria alimentar

Sabe-se que, em produtos agrícolas, o ozono inibe ou retarda o desenvolvimento de fungos dos géneros *Fusarium*, *Geotrichum*, *Myrothecium* e *Mucor*, além de outros microrganismos, como as bactérias [34, 37]. O ozono foi utilizado em instalações de armazenamento de queijo pela primeira vez nos EUA na década de 1940.

As salas de maturação dos queijos têm um ambiente especial que encoraja o crescimento de bolores. Portanto, se a sala estiver contaminada com esporos de bolor, é muito provável que o queijo não embalado se torne bolorento. A ozonização é um método eficaz para inativar bolores transportados pelo ar [42, 57]. Os fungos fazem parte da microbiota normal das câmaras de maturação de queijos e, neste ambiente, são indesejáveis por provocar alterações sensoriais, desclassificação dos produtos, e defeitos, levando a perdas económicas.

Testes com ozono comprovaram a eliminação de rachaduras em queijos, melhoria do controlo de maturação, qualidade do produto e desodorização do ambiente. Esta tecnologia já foi incorporada em grandes empresas como Polenghi, Tirolez e Vigor [31]. Foi então estudada a possibilidade de usar o ozono como inibidor de microrganismos em salas de maturação de queijos e materiais de embalagem, sem afetar as suas qualidades químicas e sensoriais [23, 33]. Shiler e colaboradores [58] sugeriram um método de ozonização para inativar a microbiota contaminante durante o amadurecimento e armazenagem do queijo, sem qualquer dano aos materiais de embalagem de queijo. Para obter bons resultados, a ozonização foi realizada por 1 h/d a 3 h/d a uma concentração de ozono, no ar, de 0.08 µg/L a 0.1 µg/L com intervalos de 2 h a 12 h. Além disso, a cada 10 a 30 dias as câmaras são tratadas com ozono a uma concentração de 8 µg/L a 12 µg/L por 2 h a 4 h [33, 37, 42]. Num estudo, por Horvath *et al.* em 1985, esporos criados nas superfícies dos queijos, durante o período de cura, foram destruídos e o tempo de armazenamento aumentado para 11 semanas pela aplicação de ozono numa concentração de 0.02 mg/L a uma temperatura de 14 °C e humidade relativa de 80 % a 85 % [22, 32, 37, 42, 59].

Shiler *et al.*, em 1978, relataram que concentrações de ozono de 0.1 µg/L e 10 µg/L na atmosfera de uma sala de maturação de queijo inativaram 80 % a 90 % e 99 %, respetivamente, de esporos sem afetar as qualidades sensoriais dos queijos [37, 42, 58]. O mesmo grupo de investigadores desenvolveu um método de ozonização durante a cura e armazenagem do queijo para inativar microrganismos contaminantes, melhorando assim a higiene de queijarias [42]. Os investigadores descobriram que a ozonização periódica durante pelo menos 4 h a intervalos de 2 a 3 dias com concentração de ozono no

ar de 5 $\mu\text{g/L}$ a 7 $\mu\text{g/L}$, impede o crescimento de bolores em queijos e materiais de embalagem durante 4 meses, sem afetar negativamente as propriedades químicas e sensoriais do produto [37, 42]. A ozonização gasosa pode por vezes não eliminar o crescimento de bolores já presentes na superfície do queijo que entra na sala de cura, mas sim reduzir ou prevenir o desenvolvimento de bolores transportados pelo ar durante o processo de maturação [22, 42].

3 Materiais e Metodologias

Este trabalho foi definido de forma a se avaliar a qualidade do ar ambiente de uma câmara de maturação de uma empresa de laticínios e do corredor que lhe dá acesso. Para isso foi realizada a contagem de fungos (bolors e leveduras), em placas de 55 mm com meio DRBC com antibiótico, após amostragens realizadas na empresa com o recurso a um equipamento de recolha de ar (AirTEST OMEGA). O meio utilizado é específico para este tipo de microrganismos.

3.1 Preparação das placas com meio DRBC

Suspenderam-se 15.75 g de DRBC Agar Base¹ (OXOID, CM0727), pesado numa balança analítica (RADWAG; precisão de 0.1 mg), em 500 mL de água destilada, mexendo sempre para promover a dissolução. De forma a dissolver completamente o conteúdo, e o esterilizar, levou-se a autoclavar (Tuttnauer 2840 ELV) a 121 °C por 15 min. De seguida, os frascos com o meio de cultura foram colocados numa estufa (wtc binder), para arrefecer a 50 °C, evitando, assim, o risco de o meio solidificar. Reidratou-se 1 frasco de suplemento de cloranfenicol, o antibiótico, (SIGMA-ALDRICH) com etanol 99.8 % (Fisher Chemical, Code: E/0650DF/C17) e adicionou-se ao meio. Misturou-se bem e verteu-se em placas de Petri estéreis até lhes cobrir o fundo. Feito isto, desviou-se a tampas das placas, de forma que a condensação desaparecesse (Figura 18).



Figura 18: Placas com meio de cultura na fase de espera de desaparecimento de condensação.

Tanto a adição do antibiótico ao meio DRBC como o plaqueamento foram realizados numa câmara de fluxo laminar de nível 2 (ESCO) para não haver qualquer contaminação.

¹ Fórmula típica: 5.0 g/L de peptona, 10.0 g/L de glucose, 1.0 g/L de di-hidrogenofosfato de potássio, 0.5 g/L de sulfato de magnésio, 2 mg/L de diclorano, 250 mg/L Rose Bengal e 15.0 g/L de Agar

3.2 Amostragem

Antes de começar a amostragem em si, teve que se posicionar o equipamento de recolha de ar (AirTEST OMEGA), características do equipamento no Anexo II, no local pretendido para realizar as amostras na empresa de laticínios (foram escolhidos 2 pontos, um dentro da câmara de maturação e um no corredor de acesso às câmaras como é demonstrado na Figura 19). O equipamento foi acoplado a um tripé para não ser colocado no chão.



Figura 19: Posicionamento do equipamento durante o processo de amostragem na câmara de maturação (esquerda) e no corredor (direita).

Depois de devidamente posicionado, foi escolhido o volume pretendido para a amostra (ao longo do trabalho foram testados três: 50 L, 100 L e 1000 L). Desta forma, tentou-se aferir qual seria o volume mais indicado para realizar uma amostragem de ar naquele tipo de ambiente, o que seria aferido posteriormente pela carga microbiana que as placas apresentavam. Cada amostra foi realizada em triplicado (exceto uma, em quadruplicado), de forma a haver repetibilidade, sendo ao longo do trabalho todo realizadas 91 amostras distribuídas por 5 dias de amostragens, de forma não consecutiva.

Após isto, retirou-se a tampa do equipamento, acoplou-se no devido local uma placa de 55 mm sem a tampa, com o meio preparado, e, por cima, encaixou-se um crivo pertencente ao equipamento, tendo tudo pronto pôs-se o aparelho a funcionar. Acabada a recolha do ar, retirou-se o crivo, colocou-se a tampa na placa e preparou-se tudo para uma nova amostragem (nova placa, novo crivo). Entretanto desinfetou-se o crivo utilizado na amostragem anterior com toalhita desinfetante e deixou-se a secar, identificando-se a placa anterior. Foi realizado este processo para todas as amostras. No final, desinfetou-se todo o equipamento e levou-se os crivos para autoclavar (de modo a ficarem estéreis).

As placas foram colocadas a incubar a 25 °C na estufa (Thermo scientific, Heraeus). Após o período de incubação de 5 dias (estabelecido *a posteriori*) foram realizadas as contagens de colónias (*UFC* – Unidades Formadoras de Colónias) que se desenvolveram nas placas e os seus valores foram corrigidos para o número mais provável de microrganismos (*NPP*) de acordo com as tabelas de conversão disponibilizadas pelo equipamento (Anexo III).

4 Resultados e Discussão

Nesta secção são apresentados todos os dados obtidos, assim como a sua discussão.

A Tabela 7 exprime os valores obtidos nas contagens de colónias realizadas ao final do intervalo de incubação dos 5 dias de amostragens para os volumes de 50 L, 100 L e 1000 L, quer na câmara de maturação quer no corredor. É apresentada uma concentração celular no que respeita ao número mais provável de microrganismos recolhido (NPP_i) por unidade de volume, determinado a partir do número de unidades formadoras de colónias nas placas (UFC). A conversão foi realizada usando as Tabelas do Anexo III, conforme demonstrado no Anexo IV, aplicando a lei de FELLER. Esta correção estatística traduz a passagem aleatória de microrganismos através dos orifícios do crivo. A aplicação da correção estatística supõe que a contagem de UFC efetuada sobre a placa contém o número de aglomerados de colónias, isto é, o número de impactos positivos sem distinguir no seio de um aglomerado o número de colónias confluentes que o compõe.

Tabela 7 – Valores de número mais provável de microrganismos recolhidos (NPP_i) para diferentes volumes (V) e datas de amostragem, em função da temperatura (T) e da humidade relativa da câmara (H), bem como o respetivo erro associado ($p = 0.05$)

Data de amostragem	Condições na câmara		V/L	Câmara	Corredor
	T/°C	H/%		NPP_i/m^{-3}	NPP_i/m^{-3}
17/11	13.3	73.5	50	2245 ± 287	1364 ± 455
17/11			100	1155 ± 576	854 ± 273
17/11			1000	462 ± 506	86 ± 47
19/11 – 3.º dia incubação	11.2	86.7	50	60 ± 87	142 ± 134
19/11 – 3.º dia incubação			100	30 ± 92	95 ± 104
19/11 – 3.º dia incubação			1000	84 ± 136	193 ± 248
19/11 – 5.º dia incubação			50	169 ± 128	274 ± 210
19/11 – 5.º dia incubação			100	119 ± 99	176 ± 70
19/11 – 5.º dia incubação			1000	92 ± 112	178 ± 140
24/11	7.5	86.6	100	1838 ± 1073	> 16321
24/11			1000	161 ± 146	> 1632
25/11	8.4	87.0	100	43 ± 15	944 ± 3798
25/11			1000	163 ± 103	> 1632
02/12	10.8	86.0	100	270 ± 140	1152 ± 9863
02/12			1000	26 ± 15	824 ± 504

De ressaltar que os valores de *NPP* para o corredor, quer para dia 24-11-2021, quer para o dia 25-11-2021, quando foram recolhidos 1000 L de ar, e para o dia 24-11-2021 quando foram recolhidos 100 L de ar, estão fora dos limites da tabela de conversão. Tentou-se fazer extrapolação dos dados da tabela através das equações de gráficos (Anexo VI), mas não foi possível, visto que os valores tendem para infinito quando estão fora da tabela.

Na Figura 20 estão exemplos de placas com colónias ao final do intervalo de incubação com um volume de 50 L e 1000 L, respetivamente, na câmara de maturação.



Figura 20: Visualização de placas de amostragem da câmara após o período de incubação.

A carga microbiana da amostragem realizada a dia 17/11 encontrava-se muito alta, superior ao esperado, quer para a câmara de maturação quer para o corredor, visto que a concentração celular (em *NPP*) ultrapassa os 1000/m³. Tem ainda a agravante de que os valores da câmara de maturação tendem a ser tendencialmente superiores, ou seja, esta encontra-se em piores condições. Decidiu-se, portanto, que não se iria fazer contagem de colónias nestas placas ao final do quinto dia de incubação, como foi inicialmente planeado, uma vez que estes valores não seriam os esperados, isto é, não deveriam transmitir a realidade e que depois haveria muita sobreposição de colónias para permitir a contagem.

Na Figura 21 estão exemplos de placas com colónias ao final do terceiro dia de incubação da amostragem realizada a 19/11, com um volume de 50 L, 100 L e 1000 L, respetivamente, na câmara de maturação e no corredor.

Como a empresa transmitiu que no dia 15/11/2021 ou 16/11/2021 (não há certeza do dia) a câmara tinha sofrido uma desinfeção com Fumilac G (ficha de segurança no Anexo V), não se estaria a atribuir uma explicação para tal acontecimento. Mais tarde percebeu-se que estes valores poderiam dever-se a uma avaria da câmara que já se estaria a manifestar, visto que no dia seguinte (a 18/11/2021) a câmara avariou e esteve desligada o dia todo.

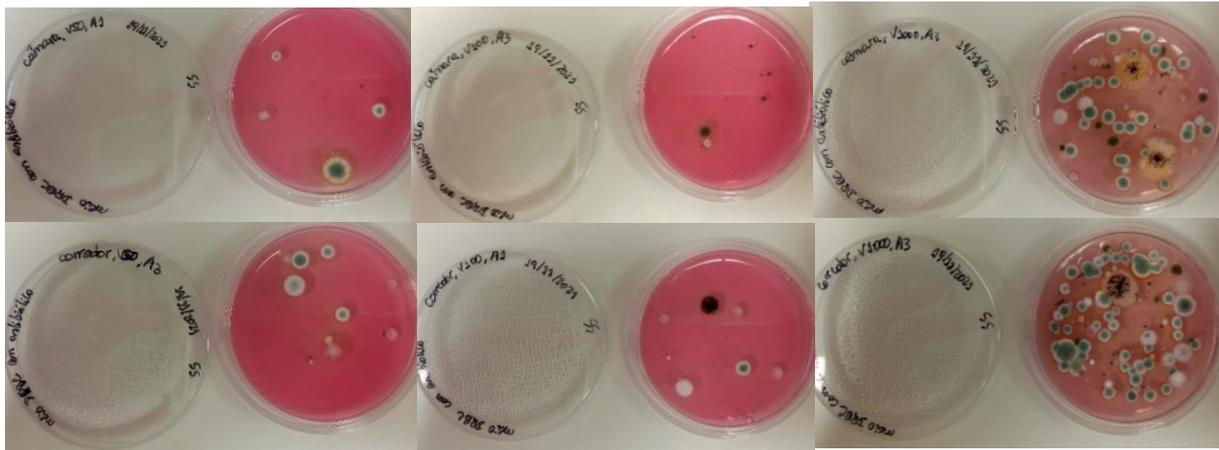


Figura 21: Visualização de placas de amostragem, 19/11, da câmara (cima) e do corredor (baixo) após 3 dias de incubação, com os volumes 50 L, 100 L e 1000 L da esquerda para a direita.

Neste caso da amostragem do dia 19-11-2021, com contagem após o terceiro dia de incubação, as amostras apresentam um padrão completamente diferente. Por um lado, a carga microbiana é muito menor, percebendo-se que a carga microbiana no ar é muito menor, e que os valores de *NPPi* na câmara são menores do que no corredor. No entanto, os resultados mais definitivos saem ao final do quinto dia, que mais tarde se estabeleceu como tempo de incubação. E a partir desta amostragem descartou-se o volume de 50 L, visto que o número de colónias encontrado não era muito significativo, relativamente aos outros volumes.

Na Figura 22 estão exemplos de placas com colónias ao final do quinto dia de incubação da amostragem realizada a 19-11-2021, com um volume de 50 L, 100 L e 1000 L, respetivamente, na câmara de maturação e no corredor.

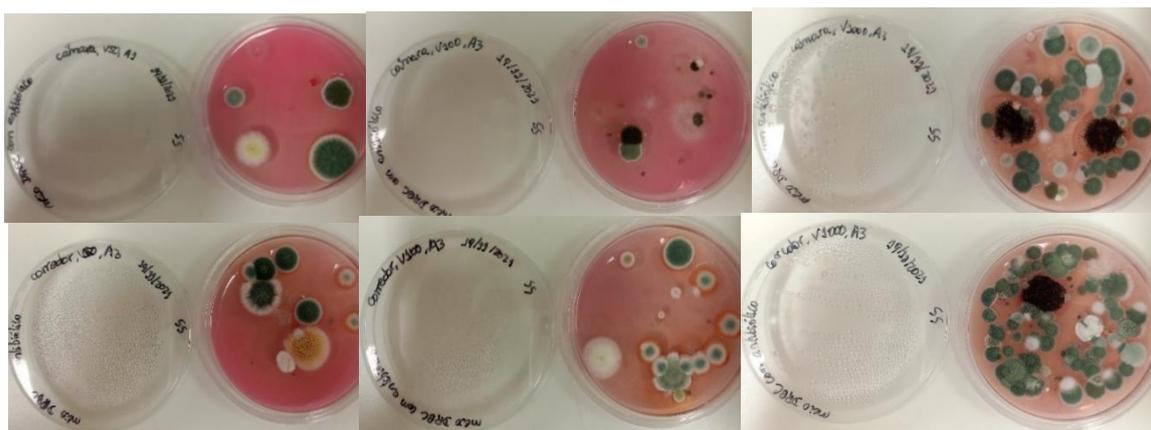


Figura 22: Visualização de placas de amostragem, 19/11, (cima) e do corredor (baixo) após 5 dias de incubação, com os volumes 50 L, 100 L e 1000 L da esquerda para a direita.

O padrão encontrado nestas amostras do dia 19-11-2021, com contagem após o quinto dia de incubação, encontra-se em concordância com o anteriormente referido (ao final do terceiro dia de incubação), em que a carga microbiana é muito menor. Isto permite dizer que a carga microbiana no ar na câmara é muito menor do que no corredor.

Na Figura 23 são mostrados exemplos de placas com colónias ao final do quinto dia de incubação da amostragem realizada a 24/11, com um volume de 100 L e 1000 L, respetivamente, na câmara de maturação e no corredor.

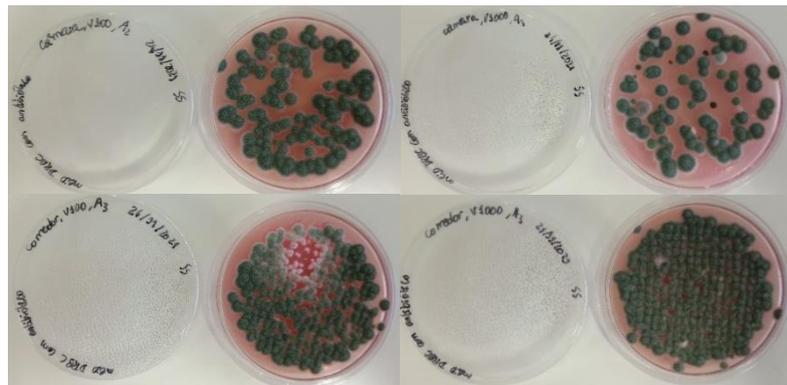


Figura 23: Visualização de placas de amostragem, 24/11, da câmara (cima) e do corredor (baixo) após 5 dias de incubação, com os volumes 100 L e 1000 L da esquerda para a direita.

Neste caso, volta-se a encontrar novamente uma carga microbiana muito elevada quer na câmara quer no corredor, superior à que se esperaria, visto que na maior parte das amostras a concentração celular (como NPP_i) são superiores a 1000 m^{-3} . No entanto, ao contrário do primeiro caso, aqui têm-se valores no corredor muito superiores aos da câmara, o que já era de esperar visto que neste dia a humidade no corredor era muito elevada (estava tudo ressuado), o que pode ajudar ao crescimento da carga microbiana. Esta suposição tem em consideração a humidade sentida pelo operador, visto que não fazem qualquer controlo de humidade no corredor e não possuem nenhum sistema de ventilação neste espaço.

Na Figura 24 estão exemplos de placas com colónias ao final do quinto dia de incubação da amostragem realizada a 25/11, com um volume de 100 L e 1000 L, respetivamente, na câmara de maturação e no corredor.

Neste caso, a carga microbiana já é menor quer no corredor quer na câmara, exceto no caso do corredor para 1000 L. Tal como no caso anterior, os valores no corredor são muito superiores aos da

câmara, para o volume de 1000 L, o que já era também de esperar visto que neste dia a humidade no corredor também estava muito elevada (o que era sentido, pois não existe nenhum equipamento para medir a humidade do corredor).

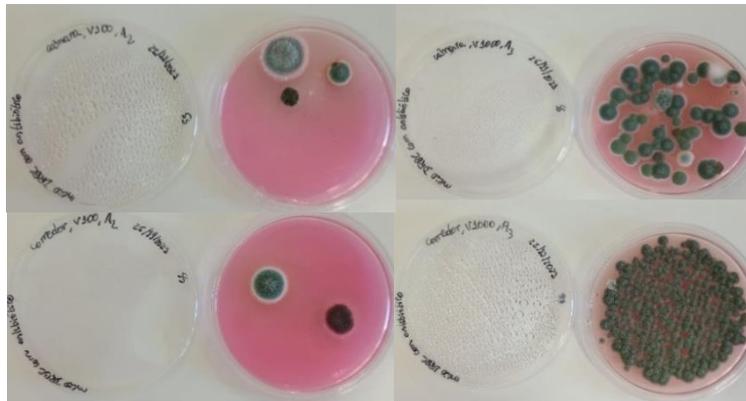


Figura 24: Visualização de placas de amostragem, 25/11, da câmara (cima) e do corredor (baixo) após 5 dias de incubação, com os volumes 100 L e 1000 L da esquerda para a direita.

A humidade relativa verificada nos dias 24-11-2021 e 25-11-2021 pode dever-se ao fabrico do queijo, visto que foram os únicos dias em que as amostragens coincidiram com o processo de fabrico. Assim sendo, havia vários equipamentos em funcionamento e muito vapor a sair destas, o que por sua vez afeta a humidade do espaço e poderá ajudar no desenvolvimento da carga microbiana. Pode dever-se de igual forma da movimentação dos trabalhadores nesses dias, que poderá ser maior, e também da abertura de portas.

Na Figura 25 estão exemplos de placas com colónias ao final do quinto dia de incubação da amostragem realizada a 02-12-2021, com um volume de 100 L e 1000 L, respetivamente, na câmara de maturação e no corredor.

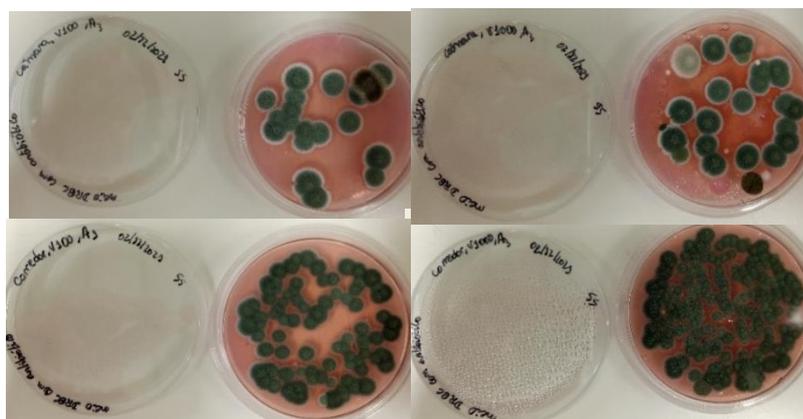


Figura 25: Visualização de placas de amostragem, 02/12, da câmara (cima) e do corredor (baixo) após 5 dias de incubação, com os volumes 100 L e 1000 L da esquerda para a direita.

Nesta situação, a carga microbiana já é menor quer no corredor quer na câmara, o que querará dizer que a carga microbiana no ar será também menor, e que os valores de *NPR* na câmara são menores do que no corredor.

Relativamente ao erro associado aos valores de *NPR*, pode-se dizer que estes valores são tendencialmente superiores ao que seria esperado, isto é, quando se compara o erro com a concentração celular, os resultados dão na maioria superiores a 50 %, havendo mesmo 10 casos em que ultrapassam os 100 %, chegando à ordem dos 400 % e 800 % em dois casos. Quanto mais próximo de zero fosse o erro melhor era, pois significaria que os erros derivados das várias componentes (instrumentos, operador, metodologia, etc) ao longo das amostragens não foram tão elevados.

Como se pode verificar pelas figuras das placas apresentadas ao longo desta discussão, morfologicamente as colónias dos fungos que se desenvolveram não são todas iguais. Embora haja uma morfologia que predomine, ocorrem esporadicamente outras colónias. Para a análise das diversas espécies de fungos existentes nas placas, dever-se-ia usar métodos microbiológicos como o isolamento e a repicagem de culturas, procedendo posteriormente a uma microscopia e identificação molecular.

Após os fungos serem identificados, seria possível avaliar a qualidade do ar ambiente da câmara e corredor que seria o objetivo do trabalho. Isto seria realizado em conta as concentrações legais, plasmadas na Portaria n.º138-G/2021, de 1 de julho, Tabela 8, que refere as condições que devem existir no ar ambiente, tendo como base a perigosidade das diferentes espécies de fungos [60].

A empresa tem tido problemas ao nível do funcionamento da câmara onde foram realizadas as amostragens para o trabalho. O sistema de ventilação não tem funcionado da melhor forma e, por isso, têm aparecido queijos com bolores.

Tabela 8 – Condições específicas de conformidade tendo por base a perigosidade das diferentes espécies de fungos. UFC – Unidades Formadoras de Colónias [60]

Espécies		Condições específica de conformidade
Espécies comuns (excluindo as produtoras de toxinas)	<i>Cladosporium</i> spp.	Mistura de espécies: $UFC \leq 500 \text{ m}^{-3}$
	<i>Penicillium</i> spp.	
	<i>Aspergillus</i> spp.	
	<i>Alternaria</i> spp.	
	<i>Eurotium</i> spp.	
	<i>Paecilomyces</i> spp.	
	<i>Wallemia</i> spp.	
Espécies pouco comuns	<i>Acremonium</i> spp.	Cada espécie: $UFC < 50 \text{ m}^{-3}$ Misturas de espécies: $UFC \leq 150 \text{ m}^{-3}$
	<i>Chrysonilia</i> spp.	
	<i>Trichothecium</i> spp.	
	<i>Curvularia</i> spp.	
	<i>Nigrospora</i> spp.	
Espécies patogénicas	<i>Cryptococcus neoformans</i>	Ausência de toda e qualquer espécie
	<i>Histoplasma capsulatum</i>	
	<i>Blastomyces dermatitidis</i>	
	<i>Coccidioides immitis</i>	
Espécies toxinogénicas	<i>Stachybotrys chartarum</i>	Cada espécie: $UFC < 12 \text{ m}^{-3}$ (várias colónias por cada placa)
	<i>Aspergillus versicolor</i>	
	<i>Aspergillus flavus</i>	
	<i>Aspergillus ochraceus</i>	
	<i>Aspergillus terreus</i>	
	<i>Aspergillus fumigatus</i>	
	<i>Fusarium moniliforme</i>	
	<i>Fusarium culmorum</i>	
	<i>Trichoderma viride</i>	

5 Planeamento para uso do ozono na indústria dos queijos

Tendo em conta tudo o que já foi discutido anteriormente, no capítulo 4, relativamente aos resultados obtidos na queijaria onde ocorreram as amostragens de ar para verificação da sua qualidade, aconselha-se a empresa a adquirir um equipamento de medição de humidade relativa para o corredor das câmaras, bem como um sistema de ventilação para esta zona. Isto, porque, em dias de fabrico de queijo, a carga microbiana no ar deste espaço era muito elevada, superior ao que seria ideal para não haver propagação de fungos.

Redirecionando para o uso do ozono na empresa, este poderia ser usado quer ao nível da desinfeção, quer a nível das salmouras e ao nível da maturação, que seria alvo deste trabalho, usando os equipamentos de ozono da Funcional. Quando se refere a utilização do ozono na desinfeção, estar-se-ia a falar do seu uso para a desinfeção da condição do ar, introduzindo-o nos sistemas de ventilação. Poder-se-ia usar o ozono para a desinfeção dos espaços, isto é, quando se faz a limpeza quer das câmaras (chão, paredes, etc) quer dos corredores e máquinas. E, por fim, fazer uso do ozono nas águas que utilizam para limpar as grades do queijo, o chão dos espaços, etc.

A salga, nesta empresa, é realizada mergulhando os queijos numa solução salina – salmoura. Neste processo não existe qualquer controlo de humidade e aparecem frequentemente fungos no local onde este é realizado. Aqui a água é renovada 3 vezes por ano, mas a cada 2 semanas é realizada a sua filtração, removendo partículas mais grosseiras como bocados de queijo. Assim, seria proveitoso para a empresa em recorrer ao uso do ozono nesta etapa do processamento do queijo, quer ao nível das águas (desinfeção da água), quer ao nível do ar (ozonização do espaço), para prevenir o aparecimento de microrganismos ou diminuir a carga microbiana.

Existe ainda a possibilidade do uso do ozono nas câmaras de maturação, de modo a prevenir o desenvolvimento de microrganismos nos queijos. Poderá ser acoplado ao sistema de ventilação, de forma a fazer uma constante renovação do ar da câmara por ar ozonizado. Neste caso, se o processo for contínuo, as concentrações de ozono no ar terão que ser baixas, uma vez que os trabalhadores necessitam ir às câmaras fazer a verificação dos queijos. Talvez a melhor opção seria o uso intermitente do ozono, com uma concentração mais estável, em que a aplicação de concentrações entre 0.5 mg/L e 1 mg/L talvez fossem suficientes, em períodos em que os trabalhadores não estejam no horário de trabalho, para não haver quaisquer complicações ao nível da saúde.

Também seria apropriado haver um túnel de desinfecção com ozono à porta das câmaras, para que os trabalhadores se pudessem desinfetar antes de entrar. A entrada/saída dos trabalhadores nas câmaras é, normalmente, uma das causas de contaminação.

Na salmoura, o ideal seria introduzir um sistema de ozonização no circuito fechado de recirculação, de forma a melhorar a qualidade do produto, reduzir a contaminação bacteriana, e assim economizar a salmoura. A introdução do ozono seria então no final do circuito, antes de ser reintroduzida no tanque, evitando assim, que contaminantes, a infetem. Já na cura, recorrer-se-ia a um sistema de ozonização acoplado ao sistema de ventilação, de forma que o ar da câmara fosse sempre ozonizado quando o equipamento estivesse ligado. Isto é possível, sincronizando o sistema de ventilação com a entrada do ozono, ou a ozonização pode ser realizada no período da noite para não haver qualquer contacto com os trabalhadores. Visto que a empresa funciona das 8h30 às 17h30, o ideal seria colocar a funcionar a partir deste horário e desligar por volta das 7h30 para dar tempo para o ar ambiente estabilizar. Caso se optasse pela opção de o equipamento estar a funcionar no horário de trabalho da empresa, poder-se-ia instalar um sinal luminoso para os trabalhadores perceberem se o aparelho está ou não a funcionar naquele momento que quiserem entrar no devido espaço. Se fosse escolhida a opção de ozonização durante a noite, poder-se-ia fazer uso de um temporizador para o equipamento funcionar num determinado tempo. A concentração de ozono necessária nestes casos está entre 0.6 mg/L e 0.7 mg/L, e, por isso, o ideal seria testar as duas concentrações e averiguar através de amostragens de ar, qual seria a concentração mais eficaz para prevenir o desenvolvimento de fungos, e depois fazer o ajuste consoante os resultados obtidos. Teriam que ser várias amostragens, de forma a se obter resultados significativos, ou seja, obter mais de 15 amostras para cada concentração. De forma a se aferir a repetibilidade dos resultados, estes seriam realizados em triplicado em vários lotes de queijo, por exemplo, um disposto em cada canto da câmara. Tal como nas amostragens pré-ozonização, para a amostragem utilizar-se-ia um equipamento de recolha de ar (AirTEST OMEGA), no qual se dispõem placas de 55 mm com meio DRBC com cloranfenicol. De seguida, as placas passariam por um processo de incubação por 5 dias e ao fim deste tempo procedia-se à contagem de colónias, para averiguar o estado da carga microbiana (se se manteve, aumentou ou diminuiu). E, posteriormente, proceder à identificação dos microrganismos por métodos microbiológicos.

Tendo na mesma em conta o ozono nas câmaras de maturação, poder-se-ia fazer o controlo com alguns lotes de queijo sem a solução antibolor, de modo a se perceber se os efeitos da carga microbiana no queijo se deveriam à utilização do ozono ou à própria solução.

6 Considerações Finais

Este trabalho permitiu verificar que a produção de queijo é um processo complexo e com várias etapas importantes, nomeadamente a maturação, dado que os processos que ocorrem ao longo desta fase vão influenciar o sabor e a textura do produto final.

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões retiradas do estudo executado e feitas sugestões para estudos futuros.

6.1 Conclusões

Os objetivos para o trabalho apresentado foram cumpridos, visto que se conseguiu avaliar a qualidade do ar ambiente da câmara de maturação e do corredor que lhe dá acesso da empresa de laticínios.

Com as amostragens realizadas, para averiguar como estava o ar ambiente das câmaras de maturação em termos microbiológicos, bem como o corredor de acesso, para depois servir como um controlo, podem-se tirar algumas conclusões. Primeiramente, o volume de 50 L foi descartado, visto que o número de colónias nas placas não seria tão significativo quanto para os dois outros volumes. Em segundo lugar, apreendeu-se que a carga microbiana no ar das câmaras de maturação é tendencialmente menor do que no ar do corredor. No entanto, houve uma certa exceção em que a câmara obteve valores muito superiores, o que se viria a atribuir à possibilidade de avaria da câmara. Do estudo realizado, verificou-se ainda que, nos dias em que havia produção de queijo (o que nem sempre acontece), a humidade é muito elevada, podendo ajudar no desenvolvimento da carga microbiana do ar, que provavelmente se refletiu nos valores elevados. Seria bom para a empresa obter um sistema de ventilação para o corredor, bem como um medidor de humidade relativa, para haver também um controlo neste espaço e não haver desenvolvimento de fungos.

Morfologicamente as colónias dos fungos que se desenvolveram nas placas com meio DRBC com antibiótico não são todas iguais, embora haja uma morfologia que predomine, ocorrem esporadicamente outras colónias.

6.2 Sugestões para trabalhos futuros

Para um melhor controlo do processo de produção, seria vantajoso o investimento em tecnologias de controlo, como, por exemplo, sensores de temperatura e humidade quer para o corredor das câmaras quer para a sala de fabrico. Além disso, seria bem apostar em adquirir um sistema de ventilação para o corredor para prevenir a propagação de microrganismos.

Propõe-se o uso do ozono nas câmaras de maturação, mas também a sua aplicação na salmoura, e associá-lo às desinfecções. Nas câmaras, seria acoplado ao sistema de ventilação, de forma a haver renovação do ar ozonizado. Na salmoura, como esta é feita através de uma solução salina, o sistema de ozonização seria aplicado para o tratamento da água de maneira a não ser necessário trocá-la diariamente e a reduzir a carga microbiana. Já no caso da desinfecção, o ozono poderia ser usado ao nível da lavagem das grades, espaços e máquinas com água, que neste caso seria ozonizada, bem como ao nível da desinfecção do ar, quer das câmaras, quer dos corredores e salas de fabrico, como do espaço da salmoura, onde se desenvolvem alguns fungos no teto. Sendo que os equipamentos de ozonização seriam disponibilizados pela empresa Funcional.

Finalmente, poder-se-ia fazer o controlo com alguns lotes de queijo sem a solução antibolor, de modo a se perceber se os efeitos da carga microbiana no queijo se deveriam à utilização do ozono ou à própria solução.

Referências Bibliográficas

1. Funcional. (acedido a 27 novembro de 2021). <http://www.funcionalst.pt/>.
2. Lactimercados. 2016. (acedido a 27 novembro de 2021). <http://lactimercados.pt/>.
3. Perry, K.S.P. 2004. *Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos*. Química Nova, 27(2): p. 293-300.
4. IDFA – *International Dairy Foods Association*. 2019. *Cheese Labeling Manual*. (acedido a 20 outubro de 2020). <https://www.idfa.org/>
5. *History of Cheese*. 2021. (acedido a 14 de novembro de 2020). <http://www.historyofcheese.com/>.
6. Undeniably Dairy. 2021. *Cheese: Nutrition Facts and Health Benefits*. (acedido a 20 outubro de 2020). <https://www.usdairy.com/>.
7. Xavier, N., Assis, O., Moreira, Z., *Queijo*. Universidade Federal de Pelotas (UFPel). docsity. (acedido a 27 outubro de 2020). <https://www.docsity.com/pt/queijo-nathalie-xavierolivia-assiszeliane-moreira-olivia-de-assis-d/4806386/>
8. APN – Associação Portuguesa de Nutrição. 2018. *Queijos Dos frescos aos Curados*. (E-book n.º48)
9. Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. 2006. *Dairy Science and Technology*. 2nd ed.: Taylor & Francis.
10. Hutkins, R.W. 2019. *Microbiology and Technology of Fermented Foods*. (Cap 6 – Cheese). 2nd ed. Wiley Blackwell.
11. Norma NP 1598/1983. 1984. *Queijo – Definição, classificação, acondicionamento e marcação*. IPQ – Instituto Português da Qualidade,
12. Costa, D.C. 2011. *Caracterização e Tratamento de Efluentes Resultantes da Atividade de Produção de Queijo*. Dissertação de Mestrado em Ciências e Engenharia do Ambiente. Universidade Nova de Lisboa.
13. Cardoso, J.M.P. 2013. *Influência duma indústria de laticínios num processo global de tratamento de água*. Dissertação de Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar. *Escola Superior Agrária – Instituto Politécnico de Bragança*.
14. Moutinho, A.M.R., Rosa, Cláudia M.F.G., Vieira, Elisabete R.S., Medeiros, Francisco M.T.V., Machado, Luís M.A.S., Leal, Mário R.S., Pires, Paulo M., Rosa, Ulisses F.L. 2011. *Inspeções ambientais à indústria do leite e derivados*. Secretaria Regional do Ambiente e do Mar. Inspeção Regional do Ambiente p. 63.

15. Noronha, J.F., Santos, C., Malta, Miguel C., Azevedo, Helena P. C., Henriques, Cláudia S.F., Madanelo, João P.H.L., Cabral, Anabela C., Almeida, José L.C., Oliveira, Maria J.D.A., Amaral, Manuela S., Rodrigues, Rui M.C., Sampaio, Francisco F.A., Branco, Jorge F., Melo, Ana A., Guerra, J. 2005. *Boas práticas de fabrico em queijarias tradicionais*. Escola Superior Agrária de Coimbra. p. 38.
16. Fox, P.F., Guinee, Timothy P., Cogan, Timothy M., McSweeney, Paul L.H. 2017. *Fundamentals of Cheese Science*. 2nd ed. Springer.
17. Benedito, J., Carcel, J., Gisbert, M., Mulet, A. 2001. *Quality control of cheese maturation and defects using ultrasonics*. Journal of Food Science, 66(1): p. 100-104.
18. Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. *DOP – Denominação de Origem Protegida (Produtos agrícolas e géneros alimentícios)*. (acedido a 18 dezembro 2020). <https://tradicional.dgadr.gov.pt/pt/produtos-por-regime-de-qualidade/dop-denominacao-de-origem-protegida?start=40>.
19. Veiga, P.G., Viotto, W.H. 2001. *Fabricação de queijo petit suisse por ultrafiltração de leite coagulado. Efeito do tratamento térmico do leite no desempenho da membrana*. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 21(3): p. 267-272.
20. MAPA – *Ministérios do Planeamento e da Administração do Território, da Agricultura, Pescas e Alimentação e do Comércio e Turismo*. 2000. *Critérios de funcionamento e de controle da produção de queijarias, para seu relacionamento junto ao serviço de inspeção federal*. Resolução N.º 7, de 28 de novembro de 2000.
21. Interreg Sudoeste, AGROSMARTcoop. *Ozonização das câmaras de cura de queijo*. 2017. (acedido a 30 outubro de 2020).
22. Serra, R., Abrunhosa, L., Kozakiewicz, Z., Venâncio, A., Lima, N. 2003. *Use of ozone to reduce molds in a cheese ripening room*. Journal of Food Protection, 66(12): p. 2355-2358.
23. Pinto, A.T., Schmidt, V., Raimundo, Suely A., Raihmer, F. 2007. *Uso de ozônio no controle de fungos em sala de maturação de queijos*. Acta Scientiae Veterinariae, 35(3): p. 333-337.
24. Rice, R.G., Farquhar, J.W., Bollyky, L.J. 1982. *Ozone: Science & Engineering (Ozone)*. Vol 4. Cap 3 *Review of the applications of ozone for increasing storage times of perishable foods*, p 147-163.
25. Lenntech. *Ozone*. (acedido a 4 dezembro de 2020). <https://www.lenntech.com/library/>.
26. Friorganic. *Propriedades do ozono*. (acedido a 26 outubro de 2020). <https://www.yumpu.com/pt/document/read/12717676/propriedades-do-ozono-friorganic>.
27. Climonet. *Gerador de ozono*. 2016, (acedido a 17 outubro de 2020). <https://www.climanet.pt/gerador-de-ozono/>.

28. Armadori, J.G. 2007. *Nova Abordagem de Ozonizadores para Tratamento de Água e Esgoto por Descarga Corona*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica. Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo.
29. Lateral science. *Ozone*. (acedido a 10 dezembro de 2020).
30. Santos, R.R. 2014. *Ozônio como agente fungicida e seu efeito na qualidade do arroz (Oryza sativa L.)*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa – MG, Brasil.
31. Myozone. *Ozônio: o mais poderoso sanitizante do planeta*. 2019. (acedido a 14 novembro de 2020). <https://myozone.com.br/>.
32. Pandiselvam, R., Subhashini, S., Priya, E.P.B., Kothakota, A., Ramesh, S.V., Shahir, S. 2019. *Ozone based food preservation: a promising green technology for enhanced food safety*. *Ozone: Science & Engineering, The Journal of the International Ozone Association*, 41(1): p. 17-34.
33. James, L., Puniya, A.K., Mishra, V., Singh, K. 2002. *Ozone: A Potent Disinfectant for Application in Food Industry – An Overview*. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 61: p. 505-509.
34. Khadre, M.A.Y., A.E., Kim, J-G. 2001. *Microbiological aspects of ozone applications in food: a review*. *Journal of food science*, 66(9): p. 1242-1252.
35. FDA – Food and Drugs Administration. 2001. *“Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP): Procedures for the Safe and Sanitary Processing and Importing of Juice: Final Rule.”*, Federal Register 66: 6137–202.
36. FDA – Food and Drugs Administration. 1995. *Beverages Bottled Water Final Rule*, Federal Register 60: 57075.
37. Kim, J.-G., Yousef, A.E., Dave, S. 1999. *Application of Ozone for Enhancing the Microbiological Safety and Quality of Foods: A Review*. *Journal of food protection*, 62(9): p. 1071-1087.
38. Solution OZONE. *About Ozone*. (acedido a 18 novembro de 2020). <https://www.solutionozone.com/ozone/>.
39. Jodzis, S., Patkowski, W. 2016. *Kinetic and energetic analysis of the ozone synthesis process in oxygen-fed DBD reactor. Effect of power density, gap volume and residence time*. *Ozone: Science & Engineering, The Journal of the International Ozone Association*, 38(2): p. 86-99.
40. Miller, G.W. 1978. *An assessment of ozone and chlorine dioxide technologies for treatment of municipal water supplies*. Vol. 1.: Environmental Protection Agency, Office of Research and Development.

41. Pandiselvam, R., Sunoj, S., Manikantan, M.R., Kothakota, A., Hebbar, K.B. 2017. *Application and kinetics of ozone in food preservation*. Ozone: Science Engineering, The Journal of the International Ozone Association, 39(2): p. 115-126.
42. Varga, L., Szigeti, J. 2016. *Use of ozone in the dairy industry: A review*. International Journal of Dairy Technology, 69(2): p. 157-168.
43. EPA – Environmental Protection Agency. 1999. *Wastewater Technology Fact Sheet: Ozone Disinfection*.
44. Nakamura, H., Oya, M., Hanamoto, T., Nagashio, D. 2017. *Reviewing the 20 years of operation of ozonation facilities in Hanshin Water Supply Authority with respect to water quality improvements*. Ozone: Science Engineering, The Journal of the International Ozone Association, 39(6): p. 397-406.
45. Souza, I.A. 2013. *Descarga em Barreira Dielétrica: Construção de um reator DBD e Caracterização Mediante Análises óticas e elétricas do plasma produzido*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
46. Sterilair. *Ozonizador de ar e purificador de ar: qual é a diferença?* (acedido a 21 novembro de 2020). <https://www.sterilair.com.br/duvidas/tipos-de-aparelhos/ozonizador>.
47. Restaino, L., Frampton, Elon W., Hemphill, Jenifer B., Palnikar, P. 1995. *Efficacy of ozonated water against various food-related microorganisms*. Applied and Environmental Microbiology, 61(9): p. 3471-3475.
48. Moore, G., Griffith, C., Peters, A. 2000. *Bactericidal properties of ozone and its potential application as a terminal disinfectant*. Journal of food protection, 63(8): p. 1100-1106.
49. Freitas-Silva, O., Venâncio, A. 2010. *Ozone applications to prevent and degrade mycotoxins: a review*. Drug Metabolism Reviews, 42:4, 612-620, DOI: 10.3109/03602532.2010.484461
50. Aur, D. 2019. *Ozonoterapia: o ozônio beneficia ou prejudica nossa saúde?*. (acedido a 6 novembro de 2020). <https://www.greenme.com.br/saude-e-bem-estar/71213-ozonoterapia-o-ozonio-beneficia-ou-prejudica-nossa-saude/>.
51. Trotec At Work. *Gerador de Ozono*. (acedido a 21 dezembro de 2020). <https://www.trotec24.pt/maquinas/neutralizacao-de-odor-desinfeccao/gerador-de-ozono/gerador-de-ozonio-airozonr-14-eco.html>.
52. Top Ozone. 2020. (acedido a 21 novembro de 2020). <https://www.topozone.ie/>.
53. Guzel-Seydim, Z.B., Greene, Annel K., Seydim, A.C. 2004. *Use of ozone in the food industry*. Food Science Technology, 37(4): p. 453-460.

54. Berjar – tecnologias de ozono. *Setor Alimentar*. (acedido a 29 dezembro de 2020). <https://ozono-portugal.com/setores-ozono/1/alimentar>.
55. Wier. *Conheça o poder do ozônio*. (acedido a 30 outubro de 2020). <https://wier.com.br/>.
56. Faria Bombas. *Ozonizador: Deixe a água da Piscina ainda Melhor*. (acedido a 14 novembro de 2020). <https://fariabombas.com.br/ozonizador-deixe-a-agua-da-piscina-ainda-melhor/>.
57. Ewell, A.1946. *Recent ozone investigations*. Journal of Applied Physics, 17(11): p. 908-911.
58. Shiler, G.G., N. N. Eliseeva, V. I. Volodin, L. N. Chebotarev, L. S. Matevosyan., *Method of ozonizing rooms for ripening and storing cheeses*. 1983.
59. Horvath, M., L. Bilitzky, and J. Huttner, "*Fields of Utilization of Ozone*." 1985, New York: Elsevier Science Publishing Co. p. 257–316.
60. Portaria n.º 138-G/2021. Diário da República, 1.ª série — N.º 126.

Anexos

Anexo I – Fluxograma do processo de produção de queijo na Lactimercados.....	64
Anexo II – Equipamento de recolha de ar AirTEST OMEGA.....	66
Anexo III – Tabelas de conversão de <i>UFC</i> para <i>NPP_T</i>	67
Anexo IV – Método usado para calcular o erro associado à concentração celular	76
Anexo V – Ficha de segurança do Fumilac G.....	78
Anexo VI – Gráficos para tentativa de extrapolação de dados.....	91
Anexo VII – Ficha de segurança da solução antibolor	92

Anexo I – Fluxograma do processo de produção de queijo na Lactimercados

Neste anexo encontra-se esquematizado o processo produtivo do queijo por parte da empresa de laticínios onde foi realizado o trabalho.

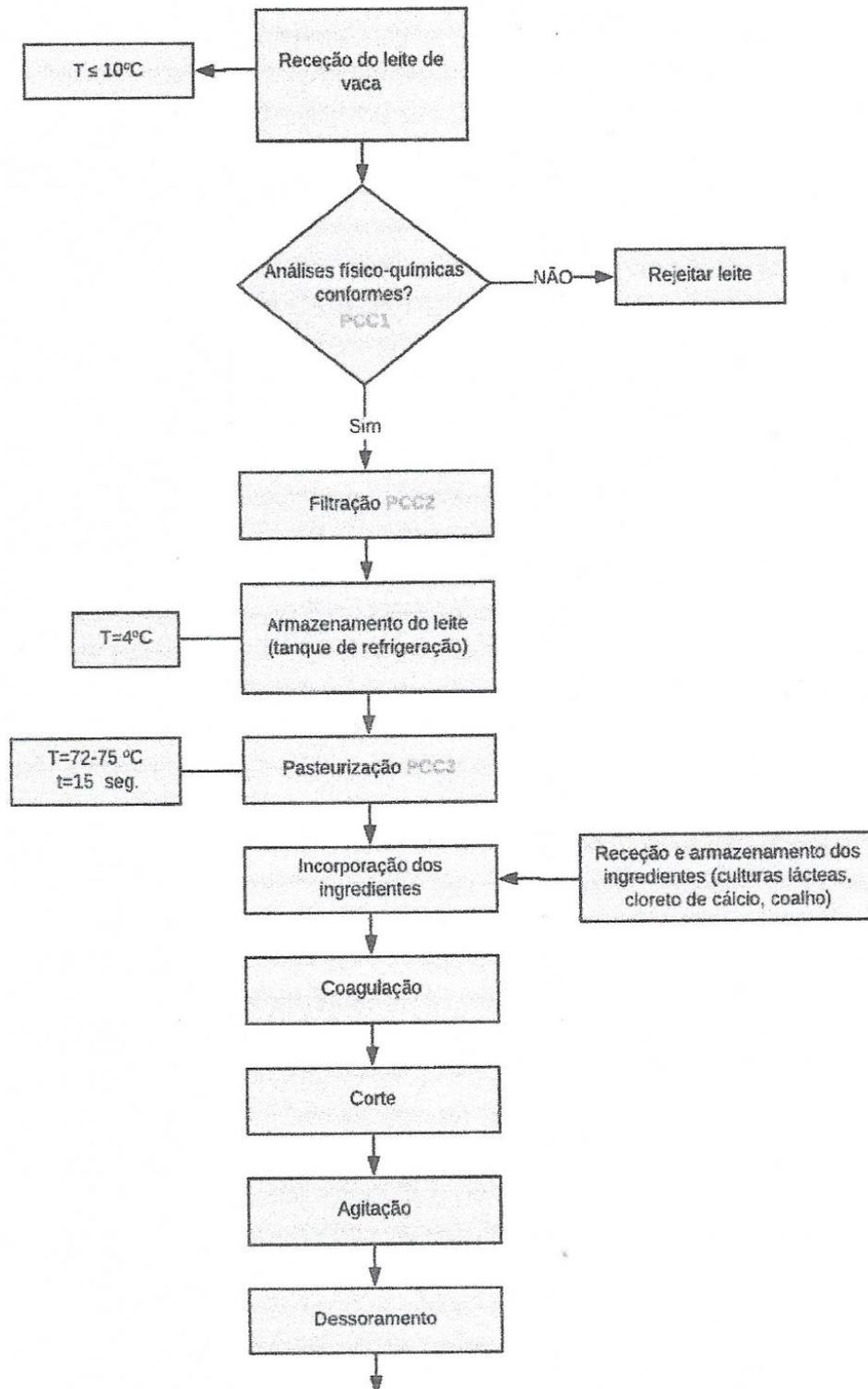


Figura I.1 – Fluxograma do processo do queijo.

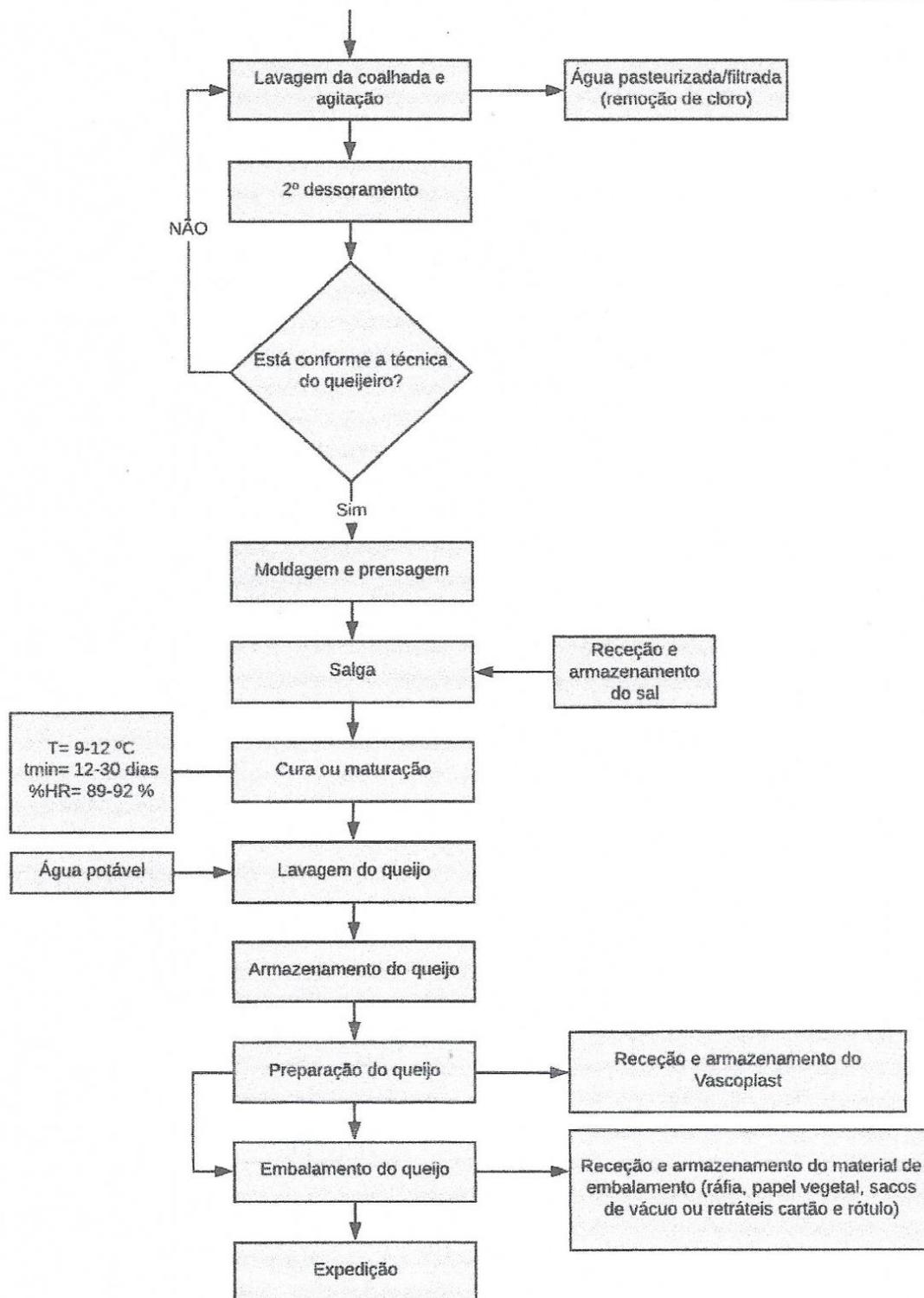


Figura I.1 – Fluxograma do processo do queijo (continuação).

Anexo II – Equipamento de recolha de ar AirTEST OMEGA

O equipamento de recolha de ar AirTEST OMEGA possui um débito de (100 ± 10) L/min, um peso de 1.2 kg, e, em termos de dimensões, tem 208 mm (*l*), 146 mm (*b*) e 128 mm (*h*). Relativamente aos materiais, a caixa é em ABS, que é uma resina termoplástica derivada do petróleo; o teclado é em policarbonato; os crivos de recolha em polioximetileno; as juntas estanque do circuito de ar em Viton e as lamelas de fixação e parafusos em inox. A caixa e os crivos possuem resistência aos choques. Os crivos sendo autoclaváveis apresentam boa resistência térmica e o equipamento possuiu resistência química à maior parte dos desinfetantes (peróxido de hidrogénio, ácido paracético concentrado, lixívia, etanol 70 %, etc.). É possível a recolha com placas de 90 mm, ou de 55 mm de diâmetro interior e 65 mm de diâmetro exterior. A alimentação é feita através de uma bateria interna de níquel metal híbrido, tendo uma autonomia de 4 h, sendo fornecido o seu carregador. O aparelho apresenta um punho ergonómico (para mão esquerda ou direita), e existe a possibilidade de recolha estável em várias posições, podendo fixar-se sobre um tripé (Figura II.1). Com este equipamento torna-se executável recolhas de ar reguláveis de 10 L a 1000 L, em intervalos de 10 L. O espetro granulométrico de colheita de partículas começa nos 0.3 μm . Para conservar este equipamento, o operador deve recarregar a bateria, limpá-lo e desinfetá-lo e tratar da esterilização do crivo de recolha de ar (autoclavar).

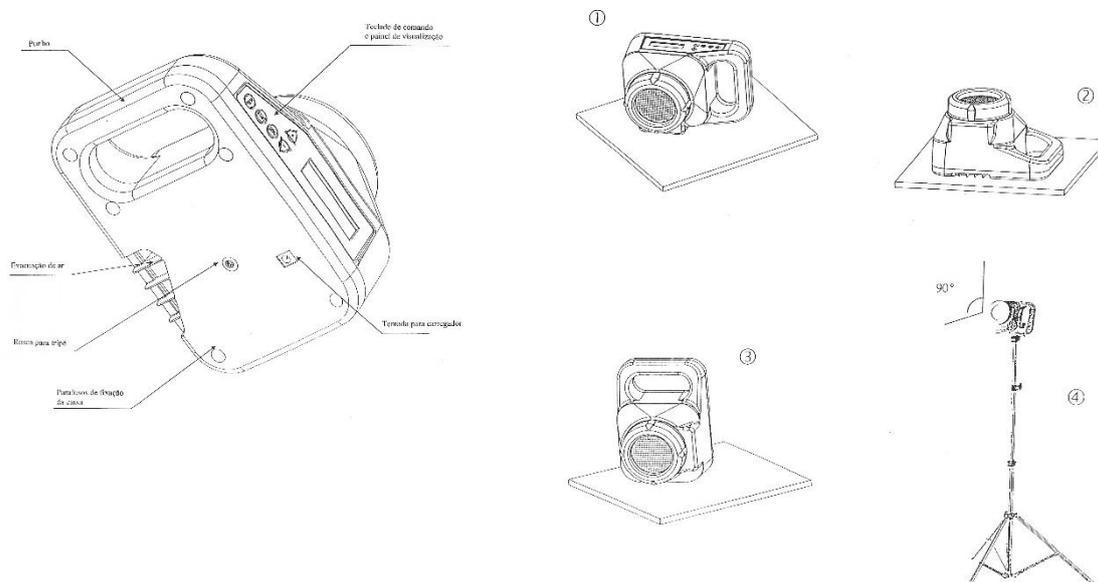


Figura II.1 – Esquema da face de trás do equipamento, bem como as posições de recolha possíveis.



TABLE DE LECTURE
DIAMETRE 55 mm intérieur / 65 mm extérieur

UFC lue	VOLUME PRELEVE (en litres)																
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
1	100	50	33	25	20	17	14	13	11	10	9	8	8	7	7	6	6
2	200	100	67	50	40	33	29	25	22	20	18	17	15	14	13	13	12
3	301	151	100	75	60	50	43	38	33	30	27	25	23	22	20	19	18
4	402	201	134	101	80	67	57	50	45	40	37	34	31	29	27	25	24
5	504	252	168	126	101	84	72	63	56	50	46	42	39	36	34	31	30
6	606	303	202	151	121	101	87	76	67	61	55	50	47	43	40	38	36
7	708	354	236	177	142	118	101	89	79	71	64	59	54	51	47	44	42
8	811	405	270	203	162	135	116	101	90	81	74	68	62	58	54	51	48
9	914	457	305	228	183	152	131	114	102	91	83	76	70	65	61	57	54
10	1017	509	339	254	203	170	145	127	113	102	92	85	78	73	68	64	60
11	1121	561	374	280	224	187	160	140	125	112	102	93	86	80	75	70	66
12	1226	613	409	306	245	204	175	153	136	123	111	102	94	88	82	77	72
13	1330	665	443	333	266	222	190	166	148	133	121	111	102	95	89	83	78
14	1436	718	479	359	287	239	205	179	160	144	131	120	110	103	96	90	84
15	1541	771	514	385	308	257	220	193	171	154	140	128	119	110	103	96	91
16	1647	824	549	412	329	275	235	206	183	165	150	137	127	118	110	103	97
17	1754	877	585	438	351	292	251	219	195	175	159	146	135	125	117	110	103
18	1860	930	620	465	372	310	266	233	207	186	169	155	143	133	124	116	109
19	1968	984	656	492	394	328	281	246	219	197	179	164	151	141	131	123	116
20	2075	1038	692	519	415	346	296	259	231	208	189	173	160	148	138	130	122
21	2184	1092	728	546	437	364	312	273	243	218	199	182	168	156	146	136	128
22	2292	1146	764	573	458	382	327	287	255	229	208	191	176	164	153	143	135
23	2401	1201	800	600	480	400	343	300	267	240	218	200	185	172	160	150	141
24	2511	1255	837	628	502	418	359	314	279	251	228	209	193	179	167	157	148
25	2621	1310	874	655	524	437	374	328	291	262	238	218	202	187	175	164	154
26	2731	1366	910	683	546	455	390	341	303	273	248	228	210	195	182	171	161

TABLE DE LECTURE
DIAMETRE 55 mm intérieur / 65 mm extérieur

UFC lue	NPP corrigé arrondi	VOLUME PRELEVE (en litres)																
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
27	28	2842	1421	947	711	568	474	406	355	316	284	258	237	219	203	189	178	167
28	30	2953	1477	984	738	591	492	422	369	328	295	268	246	227	211	197	185	174
29	31	3065	1533	1022	766	613	511	438	383	341	307	279	255	236	219	204	192	180
30	32	3177	1589	1059	794	635	530	454	397	353	318	289	265	244	227	212	199	187
31	33	3290	1645	1097	823	658	548	470	411	366	329	299	274	253	235	219	206	194
32	34	3403	1702	1134	851	681	567	486	425	378	340	309	284	262	243	227	213	200
33	35	3517	1759	1172	879	703	586	502	440	391	352	320	293	271	251	234	220	207
34	36	3631	1816	1210	908	726	605	519	454	403	363	330	303	279	259	242	227	214
35	37	3746	1873	1249	937	749	624	535	468	416	375	341	312	288	268	250	234	220
36	39	3861	1931	1287	965	772	644	552	483	429	386	351	322	297	276	257	241	227
37	40	3977	1989	1326	994	795	663	568	497	442	398	362	331	306	284	265	249	234
38	41	4093	2047	1364	1023	819	682	585	512	455	409	372	341	315	292	273	256	241
39	42	4210	2105	1403	1053	842	702	601	526	468	421	383	351	324	301	281	263	248
40	43	4327	2164	1442	1082	865	721	618	541	481	433	393	361	333	309	288	270	255
41	44	4445	2223	1482	1111	889	741	635	556	494	445	404	370	342	318	296	278	261
42	46	4563	2282	1521	1141	913	761	652	570	507	456	415	380	351	326	304	285	268
43	47	4682	2341	1561	1171	936	780	669	585	520	468	426	390	360	334	312	293	275
44	48	4802	2401	1601	1200	960	800	686	600	534	480	437	400	369	343	320	300	282
45	49	4921	2461	1640	1230	984	820	703	615	547	492	447	410	379	352	328	308	289
46	50	5042	2521	1681	1260	1008	840	720	630	560	504	458	420	388	360	336	315	297
47	52	5163	2581	1721	1291	1033	860	738	645	574	516	469	430	397	369	344	323	304
48	53	5285	2642	1762	1321	1057	881	755	661	587	528	480	441	407	377	352	330	311
49	54	5407	2703	1802	1352	1081	901	772	676	601	541	492	451	416	386	360	338	318
50	55	5529	2765	1843	1382	1106	922	790	691	614	553	503	461	425	395	369	346	325
51	57	5653	2826	1884	1413	1131	942	808	707	628	565	514	471	435	404	377	353	333
52	58	5776	2888	1925	1444	1155	963	825	722	642	578	525	481	444	413	385	361	340



TABLE DE LECTURE
DIAMETRE 55 mm intérieur / 65 mm extérieur

UFC lue	NPP corrigé arrondi	VOLUME PRELEVE (en litres)															
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
53	5901	2950	1967	1475	1180	983	843	738	656	590	536	492	454	421	393	369	347
54	6026	3013	2009	1506	1205	1004	861	753	670	603	548	502	464	430	402	377	354
55	6151	3076	2050	1538	1230	1025	879	769	683	615	559	513	473	439	410	384	362
56	6278	3139	2093	1569	1256	1046	897	785	698	628	571	523	483	448	419	392	369
57	6404	3202	2135	1601	1281	1067	915	801	712	640	582	534	493	457	427	400	377
58	6532	3266	2177	1633	1306	1089	933	816	726	653	594	544	502	467	435	408	384
59	6660	3330	2220	1665	1332	1110	951	832	740	666	605	555	512	476	444	416	392
60	6788	3394	2263	1697	1358	1131	970	849	754	679	617	566	522	485	453	424	399
61	6918	3459	2306	1729	1384	1153	988	865	769	692	629	576	532	494	461	432	407
62	7048	3524	2349	1762	1410	1175	1007	881	783	705	641	587	542	503	470	440	415
63	7178	3589	2393	1795	1436	1196	1025	897	798	718	653	598	552	513	479	449	422
64	7309	3655	2436	1827	1462	1218	1044	914	812	731	664	609	562	522	487	457	430
65	7441	3721	2480	1860	1488	1240	1063	930	827	744	676	620	572	532	496	465	438
66	7574	3787	2525	1893	1515	1262	1082	947	842	757	689	631	583	541	505	473	446
67	7707	3853	2569	1927	1541	1284	1101	963	856	771	701	642	593	550	514	482	453
68	7841	3920	2614	1960	1568	1307	1120	980	871	784	713	653	603	560	523	490	461
69	7975	3988	2658	1994	1595	1329	1139	997	886	798	725	665	613	570	532	498	469
70	8110	4055	2703	2028	1622	1352	1159	1014	901	811	737	676	624	579	541	507	477
71	8246	4123	2749	2062	1649	1374	1178	1031	916	825	750	687	634	589	550	515	485
72	8383	4191	2794	2096	1677	1397	1198	1048	931	838	762	699	645	599	559	524	493
73	8520	4260	2840	2130	1704	1420	1217	1065	947	852	775	710	655	609	568	533	501
74	8658	4329	2886	2165	1732	1443	1237	1082	962	866	787	722	666	618	577	541	509
75	8797	4398	2932	2199	1759	1466	1257	1100	977	880	800	733	677	628	586	550	517
76	8936	4468	2979	2234	1787	1489	1277	1117	993	894	812	745	687	638	596	559	526
77	9077	4538	3026	2269	1815	1513	1297	1135	1009	908	825	756	698	648	605	567	534
78	9218	4609	3073	2304	1844	1536	1317	1152	1024	922	838	768	709	658	615	576	542

TABLE DE LECTURE
DIAMETRE 55 mm intérieur / 65 mm extérieur

VOLUME PRELEVE (en litres)

UFC lue	NPP corrigé arrondi	VOLUME PRELEVE (en litres)																
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
79	94	9359	4680	3120	2340	1872	1560	1337	1170	1040	936	851	780	720	669	624	585	551
80	95	9502	4751	3167	2375	1900	1584	1357	1188	1056	950	864	792	731	679	633	594	559
81	96	9645	4823	3215	2411	1929	1608	1378	1206	1072	965	877	804	742	689	643	603	567
82	98	9789	4895	3263	2447	1958	1632	1398	1224	1088	979	890	816	753	699	653	612	576
83	99	9934	4967	3311	2483	1987	1656	1419	1242	1104	993	903	828	764	710	662	621	584
84	101	10080	5040	3360	2520	2016	1680	1440	1260	1120	1008	916	840	775	720	672	630	593
85	102	10226	5113	3409	2556	2045	1704	1461	1278	1136	1023	930	852	787	730	682	639	602
86	104	10373	5187	3458	2593	2075	1729	1482	1297	1153	1037	943	864	798	741	692	648	610
87	105	10521	5261	3507	2630	2104	1754	1503	1315	1169	1052	956	877	809	752	701	658	619
88	107	10670	5335	3557	2668	2134	1778	1524	1334	1186	1067	970	889	821	762	711	667	628
89	108	10820	5410	3607	2705	2164	1803	1546	1352	1202	1082	984	902	832	773	721	676	636
90	110	10970	5485	3657	2743	2194	1828	1567	1371	1219	1097	997	914	844	784	731	686	645
91	111	11122	5561	3707	2780	2224	1854	1589	1390	1236	1112	1011	927	856	794	741	695	654
92	113	11274	5637	3758	2819	2255	1879	1611	1409	1253	1127	1025	940	867	805	752	705	663
93	114	11427	5714	3809	2857	2285	1905	1632	1428	1270	1143	1039	952	879	816	762	714	672
94	116	11581	5791	3860	2895	2316	1930	1654	1448	1287	1158	1053	965	891	827	772	724	681
95	117	11736	5868	3912	2934	2347	1956	1677	1467	1304	1174	1067	978	903	838	782	734	690
96	119	11892	5946	3964	2973	2378	1982	1699	1487	1321	1189	1081	991	915	849	793	743	700
97	120	12049	6024	4016	3012	2410	2008	1721	1506	1339	1205	1095	1004	927	861	803	753	709
98	122	12207	6103	4069	3052	2441	2034	1744	1526	1356	1221	1110	1017	939	872	814	763	718
99	124	12365	6183	4122	3091	2473	2061	1766	1546	1374	1237	1124	1030	951	883	824	773	727
100	125	12525	6263	4175	3131	2505	2088	1789	1566	1392	1253	1139	1044	963	895	835	783	737
105	133	13338	6669	4446	3334	2668	2223	1905	1667	1482	1334	1213	1111	1026	953	889	834	785
110	142	14177	7088	4726	3544	2835	2363	2025	1772	1575	1418	1289	1181	1091	1013	945	886	834
115	150	15043	7521	5014	3761	3009	2507	2149	1880	1671	1504	1368	1254	1157	1074	1003	940	885
120	159	15938	7969	5313	3985	3188	2656	2277	1992	1771	1594	1449	1328	1226	1138	1063	996	938



TABLE DE LECTURE
DIAMETRE 55 mm intérieur / 65 mm extérieur

UFC lue	NPP corrige arrondi	VOLUME PRELEVE (en litres)																
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
125	169	16865	8432	5622	4216	3373	2811	2409	2108	1874	1686	1533	1405	1297	1205	1124	1054	992
130	178	17825	8913	5942	4456	3565	2971	2546	2228	1981	1783	1620	1485	1371	1273	1188	1114	1049
135	188	18821	9411	6274	4705	3764	3137	2689	2353	2091	1882	1711	1568	1448	1344	1255	1176	1107
140	199	19857	9928	6619	4964	3971	3309	2837	2482	2206	1986	1805	1655	1527	1418	1324	1241	1168
145	209	20934	10467	6978	5234	4187	3489	2991	2617	2326	2093	1903	1745	1610	1495	1396	1308	1231
150	221	22057	11029	7352	5514	4411	3676	3151	2757	2451	2206	2005	1838	1697	1576	1470	1379	1297
155	232	23230	11615	7743	5807	4646	3872	3319	2904	2581	2323	2112	1936	1787	1659	1549	1452	1366
160	245	24457	12228	8152	6114	4891	4076	3494	3057	2717	2446	2223	2038	1881	1747	1630	1529	1439
165	257	25744	12872	8581	6436	5149	4291	3678	3218	2860	2574	2340	2145	1980	1839	1716	1609	1514
170	271	27096	13548	9032	6774	5419	4516	3871	3387	3011	2710	2463	2258	2084	1935	1806	1693	1594
175	285	28521	14260	9507	7130	5704	4753	4074	3565	3169	2852	2593	2377	2194	2037	1901	1783	1678
180	300	30027	15013	10009	7507	6005	5004	4290	3753	3336	3003	2730	2502	2310	2145	2002	1877	1766
185	316	31624	15812	10541	7906	6325	5271	4518	3953	3514	3162	2875	2635	2433	2259	2108	1976	1860
190	333	33323	16662	11108	8331	6665	5554	4760	4165	3703	3332	3029	2777	2563	2380	2222	2083	1960
195	351	35139	17569	11713	8785	7028	5856	5020	4392	3904	3514	3194	2928	2703	2510	2343	2196	2067
200	371	37088	18544	12363	9272	7418	6181	5298	4636	4121	3709	3372	3091	2853	2649	2473	2318	2182
210	415	41478	20739	13826	10370	8296	6913	5925	5185	4609	4148	3771	3457	3191	2963	2765	2592	2440
220	467	46743	23371	15581	11686	9349	7790	6678	5843	5194	4674	4249	3895	3596	3339	3116	2921	2750
230	533	53319	26660	17773	13330	10664	8887	7617	6665	5924	5332	4847	4443	4101	3809	3555	3332	3136
240	621	62086	31043	20695	15522	12417	10348	8869	7761	6898	6209	5644	5174	4776	4435	4139	3880	3652
250	753	75276	37638	25092	18819	15055	12546	10754	9409	8364	7528	6843	6273	5790	5377	5018	4705	4428
260	1027	102701	51350	34234	25675	20540	17117	14672	12838	11411	10270	9336	8558	7900	7336	6847	6419	6041
265	1632	163209	81605	54403	40802	32642	27202	23316	20401	18134	16321	14837	13601	12555	11658	10881	10201	9601

TABLE DE LECTURE
DIAMETRE 55 mm intérieur / 65 mm extérieur

UFC lue	NPP corrigé arrondi	VOLUME PRELEVE (en litres)									
		940	950	960	970	980	990	1000			
27	28	30	30	30	29	29	29	29	29	28	
28	30	31	31	31	30	30	30	30	30	30	
29	31	33	32	32	32	31	31	31	31	31	
30	32	34	33	33	33	32	32	32	32	32	
31	33	35	34	34	34	34	33	33	33	33	
32	34	36	36	35	35	35	34	34	34	34	
33	35	37	37	37	36	36	36	36	35	35	
34	36	39	38	38	37	37	37	37	36	36	
35	37	40	39	39	39	38	38	38	37	37	
36	39	41	41	40	40	39	39	39	39	39	
37	40	42	42	41	41	41	41	40	40	40	
38	41	44	43	43	42	42	41	41	41	41	
39	42	45	44	44	43	43	43	43	42	42	
40	43	46	46	45	45	44	44	44	43	43	
41	44	47	47	46	46	45	45	45	44	44	
42	46	49	48	48	47	47	46	46	46	46	
43	47	50	49	49	48	48	47	47	47	47	
44	48	51	51	50	50	49	49	49	48	48	
45	49	52	52	51	51	50	50	50	49	49	
46	50	54	53	53	52	51	51	51	50	50	
47	52	55	54	54	53	53	52	52	52	52	
48	53	56	56	55	54	54	53	53	53	53	
49	54	58	57	56	56	55	55	55	54	54	
50	55	59	58	58	57	56	56	56	55	55	
51	57	60	60	59	58	58	57	57	57	57	
52	58	61	61	60	60	59	58	58	58	58	



TABLE DE LECTURE
DIAMETRE 55 mm intérieur / 65 mm extérieur

UFC lue	NPP corrigé arrondi	VOLUME PRELEVE (en litres)								
		940	950	960	970	980	990	1000		
53	59	63	62	61	61	60	60	60	59	
54	60	64	63	63	62	61	61	61	60	
55	62	65	65	64	63	63	62	62	62	
56	63	67	66	65	65	64	63	63	63	
57	64	68	67	67	66	65	65	65	64	
58	65	69	69	68	67	67	66	66	65	
59	67	71	70	69	69	68	67	67	67	
60	68	72	71	71	70	69	69	69	68	
61	69	74	73	72	71	71	70	70	69	
62	70	75	74	73	73	72	71	70	70	
63	72	76	76	75	74	73	73	73	72	
64	73	78	77	76	75	75	74	73	73	
65	74	79	78	78	77	76	75	74	74	
66	76	81	80	79	78	77	77	76	76	
67	77	82	81	80	79	79	78	77	77	
68	78	83	83	82	81	80	79	78	78	
69	80	85	84	83	82	81	81	80	80	
70	81	86	85	84	84	83	82	81	81	
71	82	88	87	86	85	84	83	82	82	
72	84	89	88	87	86	85	84	84	84	
73	85	91	90	89	88	87	86	85	85	
74	87	92	91	90	89	88	87	87	87	
75	88	94	93	92	91	90	89	88	88	
76	89	95	94	93	92	91	90	89	89	
77	91	97	96	95	94	93	92	91	91	
78	92	98	97	96	95	94	93	92	92	



TABLE DE LECTURE
DIAMETRE 55 mm intérieur / 65 mm extérieur

UFC lue	NPP corrige arrondi	VOLUME PRELEVE (en litres)								
		940	950	960	970	980	990	1000		
79	94	100	99	97	96	96	96	95	94	
80	95	101	100	99	98	97	96	95	94	
81	96	103	102	100	99	98	97	96	95	
82	98	104	103	102	101	100	99	98	96	
83	99	106	105	103	102	101	100	99	98	
84	101	107	106	105	104	103	102	101	99	
85	102	109	108	107	105	104	103	102	101	
86	104	110	109	108	107	106	105	104	103	
87	105	112	111	110	108	107	106	105	104	
88	107	114	112	111	110	109	108	107	106	
89	108	115	114	113	112	110	109	108	107	
90	110	117	115	114	113	112	111	110	109	
91	111	118	117	116	115	113	112	111	110	
92	113	120	119	117	116	115	114	113	112	
93	114	122	120	119	118	117	115	114	113	
94	116	123	122	121	119	118	117	116	115	
95	117	125	124	122	121	120	119	117	116	
96	119	127	125	124	123	121	120	119	117	
97	120	128	127	126	124	123	122	120	119	
98	122	130	128	127	126	125	123	122	120	
99	124	132	130	129	127	126	125	124	122	
100	125	133	132	130	129	128	127	125	124	
105	133	142	140	139	138	136	135	133	132	
110	142	151	149	148	146	145	143	142	140	
115	150	160	158	157	155	153	152	150	149	
120	159	170	168	166	164	163	161	159	158	



TABLE DE LECTURE
DIAMETRE 55 mm intérieur / 65 mm extérieur

UFC lue	NPP corrigé arrondi	VOLUME PRELEVE (en litres)							
		940	950	960	970	980	990	1000	
125	169	179	178	176	174	172	170	169	
130	178	190	188	186	184	182	180	178	
135	188	200	198	196	194	192	190	188	
140	199	211	209	207	205	203	201	199	
145	209	223	220	218	216	214	211	209	
150	221	235	232	230	227	225	223	221	
155	232	247	245	242	239	237	235	232	
160	245	260	257	255	252	250	247	245	
165	257	274	271	268	265	263	260	257	
170	271	288	285	282	279	276	274	271	
175	285	303	300	297	294	291	288	285	
180	300	319	316	313	310	306	303	300	
185	316	336	333	329	326	323	319	316	
190	333	355	351	347	344	340	337	333	
195	351	374	370	366	362	359	355	351	
200	371	395	390	386	382	378	375	371	
210	415	441	437	432	428	423	419	415	
220	467	497	492	487	482	477	472	467	
230	533	567	561	555	550	544	539	533	
240	621	660	654	647	640	634	627	621	
250	753	801	792	784	776	768	760	753	
260	1027	1093	1081	1070	1059	1048	1037	1027	
265	1632	1736	1718	1700	1683	1665	1649	1632	

Anexo IV – Método usado para calcular o erro associado à concentração celular

Primeiramente teve que se calcular a média (\bar{x}) dos valores obtidos para a concentração celular dos valores dispostos na Tabela I.1, bem como o desvio padrão (s), através das seguintes equações:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \text{ e } s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Tabela I.1 – Valores das contagens obtidos, em UFC (Unidades Formadoras de Colônias), para os diferentes dias de amostragem, para os vários volumes, V , utilizados

V/L	Câmara		Corredor	
	Dia da amostra	UFC lidas	Dia da amostra	UFC lidas
50	17/11	89	17/11	74
	17/11	96	17/11	63
	17/11	90	17/11	54
	-	-	17/11	49
100	17/11	109	17/11	81
	17/11	88	17/11	65
	17/11	82	17/11	73
1000	17/11	238	17/11	89
	17/11	229	17/11	67
	17/11	154	17/11	65
50	19/11- 3.º dia de incubação	4	19/11- 3.º dia de incubação	5
	19/11- 3.º dia de incubação	1	19/11- 3.º dia de incubação	6
	19/11- 3.º dia de incubação	4	19/11- 3.º dia de incubação	10
100	19/11- 3.º dia de incubação	2	19/11- 3.º dia de incubação	7
	19/11- 3.º dia de incubação	0	19/11- 3.º dia de incubação	7
	19/11- 3.º dia de incubação	7	19/11- 3.º dia de incubação	14
1000	19/11- 3.º dia de incubação	31	19/11- 3.º dia de incubação	178
	19/11- 3.º dia de incubação	107	19/11- 3.º dia de incubação	131
	19/11- 3.º dia de incubação	66	19/11- 3.º dia de incubação	84
50	19/11- 5.º dia de incubação	6	19/11- 5.º dia de incubação	9
	19/11- 5.º dia de incubação	11	19/11- 5.º dia de incubação	14
	19/11- 5.º dia de incubação	8	19/11- 5.º dia de incubação	17
100	19/11- 5.º dia de incubação	10	19/11- 5.º dia de incubação	14
	19/11- 5.º dia de incubação	9	19/11- 5.º dia de incubação	18
	19/11- 5.º dia de incubação	16	19/11- 5.º dia de incubação	19
1000	19/11- 5.º dia de incubação	50	19/11- 5.º dia de incubação	156
	19/11- 5.º dia de incubação	107	19/11- 5.º dia de incubação	135
	19/11- 5.º dia de incubação	69	19/11- 5.º dia de incubação	93
100	24/11	125	24/11	350
	24/11	114	24/11	319
	24/11	155	24/11	315
1000	24/11	131	24/11	308
	24/11	143	24/11	490
	24/11	80	24/11	295
100	25/11	4	25/11	10
	25/11	5	25/11	2
	25/11	3	25/11	170
1000	25/11	180	25/11	291
	25/11	97	25/11	338
	25/11	60	25/11	309
100	02/12	27	02/12	86
	02/12	30	02/12	120
	02/12	20	02/12	71
1000	02/12	23	02/12	242
	02/12	21	02/12	261
	02/12	31	02/12	175

Exemplificando para os primeiros valores para a câmara com volume 50 L.

UFC lidas: 89, 96 e 90. Depois de corrigidos através do recurso às tabelas do equipamento, estes valores passam a ser *NPP_c*, iguais a 108, 119 e 110, respetivamente, e em termos de concentração celular, como *NPP_r*, passam a ser 2164 m⁻³, 2378 m⁻³ e 2194 m⁻³. Aplicando as fórmulas anteriores, a média destes valores e o desvio-padrão dão 2245 e 115.6, respetivamente.

Adquiridos estes valores, tratou-se de efetuar os cálculos relativos ao erro associado à média usando para isso a seguinte equação:

$$\Delta NPP_r = \frac{t_{(n-1)} \times S}{\sqrt{n}},$$

Na equação, $(n-1)$ os graus de liberdade para procurar o valor de t na tabela do t de *student*, assim sendo para 2 graus de liberdade (3 amostras -1) a 95 % de confiança $t = 4.30$.

Então para o caso apresentado anteriormente, para calcular o erro associado ao *NPP_r*, necessita-se do valor do desvio-padrão que, neste caso, é 115.6, do t de *student* que é 4.30, visto que se trata de 3 amostras. Substituindo os valores na equação

$$\Delta NPP_r = \frac{4.30 \times 115.6}{\sqrt{3}} = 287$$

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA
(de acordo com o Regulamento (UE) 2015/830)
Fumilac G



Versão: 1
Data de revisão: 18/10/2016

Página 1 de 13
Data de impressão: 18-10-2016

SECÇÃO 1: IDENTIFICAÇÃO DA MISTURA E DA SOCIEDADE/EMPRESA.

1.1 Identificador do produto.

Nome do produto: FUMILAC G
Código do produto: Fumigeno OPP

1.2 Utilizações identificadas relevantes da mistura e utilizações desaconselhadas.

Desinfetante Fumigante por via aérea

1.3 Identificação do fornecedor da ficha de dados de segurança.

Empresa: **Fumi Hogar S.L.**
Endereço: *Avda. Ortega y Gasset 268*
População: Málaga
Distrito: Málaga, España
Telefone: +34 952 33 86 00/04
Fax: + 34 952 31 16 28
E-mail: fumi-hogar@fumi-hogar.com
www.fumi-hogar.com

Responsável pela colocação no mercado:
Tecnilac, Lda
Zona Industrial de Mundão, Lote 3
3505-459 Viseu – Portugal
Tel.: +351 232 929 020
tecnilac@tecnilac.pt

1.4 Número de telefone de emergência:

Centro de informação antivenenos: 808250143

SECÇÃO 2: IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS.

2.1 Classificação da mistura.

Segundo o Regulamento (EU) No 1272/2008:

Acute Tox. 4 : Nocivo por ingestão.
Aquatic Chronic 3 : Nocivo para os organismos aquáticos com efeitos duradouros.
Eye Irrit. 2 : Provoca irritação ocular grave.
Resp. Sens. 1 : Quando inalado, pode provocar sintomas de alergia ou de asma ou dificuldades respiratórias.
Skin Irrit. 2 : Provoca irritação cutânea.
Skin Sens. 1 : Pode provocar uma reacção alérgica cutânea.
STOT SE 3 : Pode provocar irritação das vias respiratórias.

2.2 Elementos do rótulo.

Rótulo de acordo com o Regulamento (EU) No 1272/2008:

Pictogramas:



Palavras-sinal:

-Continua na página seguinte.-

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) 2015/830)

Fumilac G



Versão: 1
Data de revisão: 18/10/2016

Página 2 de 13
Data de impressão: 18-10-2016

Perigo

Frases H:

H302	Nocivo por ingestão.
H315	Provoca irritação cutânea.
H317	Pode provocar uma reacção alérgica cutânea.
H319	Provoca irritação ocular grave.
H334	Quando inalado, pode provocar sintomas de alergia ou de asma ou dificuldades respiratórias.
H335	Pode provocar irritação das vias respiratórias.
H412	Nocivo para os organismos aquáticos com efeitos duradouros.

Frases P:

P261	Evitar respirar as poeiras/fumos/gases/névoas/vapores/aerossóis.
P273	Evitar a libertação para o ambiente.
P280	Usar luvas de protecção/vestuário de protecção/protecção ocular/protecção facial.
P284	[Em caso de ventilação inadequada] usar protecção respiratória.
P304+P340	EM CASO DE INALAÇÃO: retirar a pessoa para uma zona ao ar livre e mantê-la numa posição que não dificulte a respiração.
P321	Tratamento específico (ver ... no presente rótulo).
P342+P311	Em caso de sintomas respiratórios: contacte um CENTRO DE INFORMAÇÃO ANTIVENENOS /médico/...

Contém:

2-bifenilol,2-hidroxibifenilo
Clorato de potássio
1,5-pentanodial,glutaral,glutaraldeído

2.3 Outros perigos.

Em condições de uso normal e na sua forma original, o produto não tem efeitos negativos sobre a saúde e o meio ambiente.

SECÇÃO 3: COMPOSIÇÃO/INFORMAÇÃO SOBRE OS COMPONENTES.

3.1 Substâncias.

Não Aplicável.

3.2 Misturas.

Substâncias que representam um perigo para a saúde ou o meio ambiente de acordo com a Regulamento (CE) No. 1272/2008, têm atribuído um limite de exposição comunitário no lugar de trabalho, estão classificadas como PBT/ mPmB ou incluídas na Lista de Candidatas:

Identificadores	Nome	Concentração	(*)Classificação -Regulamento 1272/2008	
			Classificação	Limites de concentração específicos
N. Índice: 017-004-00-3 N. CAS: 3811-04-9 N. CE: 223-289-7 N. registo: 01-2119494917-18-XXXX	Clorato de potássio	10 -20 %	Acute Tox. 4 *, H332 Acute Tox. 4 *, H302 Aquatic Chronic 2, H411 Ox. Sol. 1, H271	-
N. Índice: 604-020-00-6 N. CAS: 90-43-7 N. CE: 201-993-5 N. registo: 01-2119511183-53-XXXX	2-bifenilol,2-hidroxibifenilo	20 - 25 %	Aquatic Acute 1, H400 Eye Irrit. 2, H319 Skin Irrit. 2, H315 STOT SE 3, H335	-

-Continua na página seguinte.-

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) 2015/830)

Fumilac G



TECNILAC

Versão: 1

Data de revisão: 18/10/2016

Página 3 de 13

Data de impressão: 18-10-2016

N. CAS: 14807-96-6 N. CE: 238-877-9	[1] Talc (Mg3H2(SiO3)4)	2.5 - 10 %	-	-
N. Índice: 605-022-00-X N. CAS: 111-30-8 N. CE: 203-856-5 N. registo: 01-211945549-26-XXXX	[1] 1,5-pentanodial, glutaral,glutaraldeído	1 - 2 %	Acute Tox. 3 *, H331 Acute Tox. 3 *, H301 Aquatic Acute 1, H400 Resp. Sens. 1, H334 Skin Corr. 1B, H314 Skin Sens. 1, H317	Skin Corr. 1B, H314: C ≥ 10 % Skin Irrit. 2, H315: 0,5 % ≤ C < 10 % Eye Dam. 1, H318: 2 % ≤ C < 10 % Eye Irrit. 2, H319: 0,5 % ≤ C < 2 % STOT SE, H335: C ≥ 0,5 % Skin Sens. 1, H317: C ≥ 0,5 %

(*) O texto completo das frases H é pormenorizado no apartado 16 desta Ficha de Segurança.

* Ver Regulamento (CE) Nº 1272/2008, anexo VI, ponto 1.2.

[1] Substância à qual se aplica limite de exposição comunitário no local de trabalho (ver secção 8.1).

SECÇÃO 4: PRIMEIROS SOCORROS.

PREPARADO IRRITANTE. O contacto repetido ou prolongado com a pele ou as mucosas, pode causar sintomas irritantes, tais como avermelhamento, bolhas ou dermatite. Alguns dos sintomas podem não ser imediatos. Podem produzir-se reacções alérgicas na pele.

4.1 Descrição das medidas de primeiros socorros.

Nos casos de dúvida, ou quando persistirem os sintomas de mal-estar, solicitar atenção médica. Não administrar nunca nada por via oral a pessoas que se encontrem inconscientes.

Inalação.

Situar o acidentado ao ar livre, mantê-lo quente e em repouso, se a respiração for irregular ou se detiver, praticar respiração artificial. Não administrar nada pela boca. Se estiver inconsciente, colocá-lo numa posição adequada e procurar ajuda médica.

Contacto com os olhos.

Em caso de usar lentes de contacto, tirá-las. Lavar abundantemente os olhos com água limpa e fresca durante, pelo menos, 10 minutos, puxando para cima das pálpebras e procurar assistência médica.

Contacto com a pele.

Tirar a roupa contaminada. Lavar a pele vigorosamente com água e sabão ou um limpador de pele adequado. **NUNCA** utilizar dissolventes ou diluentes.

Ingestão.

Se acidentalmente foi ingerido, procurar imediatamente atenção médica. Mantê-lo em repouso. **NUNCA** provocar o vômito.

4.2 Sintomas e efeitos mais importantes, tanto agudos como retardados.

Produto Irritante: o contacto repetido ou prolongado com a pele ou as mucosas pode causar vermelhidão, bolhas ou dermatite, a inalação de nevoeiro de pulverização ou partículas em suspensão pode causar irritação das vias respiratórias e alguns dos sintomas podem não ser imediatos. Podem ser provocadas reacções alérgicas.

Produto Nocivo: uma exposição prolongada por inalação pode causar efeitos anestésicos e impor a necessidade de assistência médica imediata.

4.3 Indicações sobre cuidados médicos urgentes e tratamentos especiais necessários.

Nos casos de dúvida, ou quando persistirem os sintomas de mal-estar, solicitar atenção médica. Não administrar nunca nada por via oral a pessoas que se encontrem inconscientes.

-Continua na página seguinte.-

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) 2015/830)

Fumilac G



Versão: 1

Data de revisão: 18/10/2016

Página 4 de 13

Data de impressão: 18-10-2016

SECÇÃO 5: MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIOS.

5.1 Meios de extinção.

Meios de extinção recomendados.

Pó extintor ou CO₂. Em caso de incêndios mais graves também espuma resistente ao álcool e água pulverizada. Não usar para a extinção jato direto de água.

5.2 Perigos especiais decorrentes da mistura.

Riscos especiais.

O fogo pode produzir um espesso fumo negro. Como consequência da decomposição térmica, podem formar-se produtos perigosos: monóxido de carbono, dióxido de carbono. A exposição aos produtos de combustão ou decomposição pode ser prejudicial para a saúde.

5.3 Recomendações para o pessoal de combate a incêndios.

Refrigerar com água os tanques, cisternas ou recipientes próximos à fonte de calor ou fogo. Ter em conta a direção do vento. Evitar que os produtos utilizados na luta contra incêndio passem a esgotos, sumidouros ou cursos de água.

Equipamento de proteção contra incêndios.

Segundo a magnitude do incêndio, pode ser necessário o uso de roupas de proteção contra o calor, equipamento respiratório autónomo, luvas, óculos protetores ou máscaras faciais e botas.

SECÇÃO 6: MEDIDAS A TOMAR EM CASO DE FUGAS ACIDENTAIS.

6.1 Precauções individuais, equipamento de proteção e procedimentos de emergência.

Para controlo de exposição e medidas de proteção individual, ver seção 8.

6.2 Precauções a nível ambiental.

Produto perigoso para o ambiente, no caso de se produzirem grandes vertidos ou se o produto poluir lagos, rios ou sumidouros, informar as autoridades competentes, segundo a legislação local. Evitar a poluição de esgotos, águas superficiais ou subterrâneas, bem como do solo.

6.3 Métodos e materiais de confinamento e limpeza.

A zona contaminada deve ser limpa imediatamente com um descontaminante adequado. Deitar o descontaminante aos restos e deixá-lo durante vários dias até que não se produza reação, num recipiente sem fechar.

6.4 Remissão para outras secções.

Para controlo de exposição e medidas de proteção individual, ver seção 8.
Para a posterior eliminação dos resíduos, seguir as recomendações da seção 13.

SECÇÃO 7: MANUSEAMENTO E ARMAZENAGEM.

7.1 Precauções para um manuseamento seguro.

Para a proteção pessoal, ver seção 8. Não utilizar nunca pressão para esvaziar os recipientes, não são recipientes resistentes à pressão.

Na zona de aplicação deve ser proibido fumar, comer e beber.

Cumprir com a legislação sobre segurança e higiene no trabalho.

Conservar o produto em recipientes de um material idêntico ao original.

-Continua na página seguinte.-

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) 2015/830)

Fumilac G



Versão: 1

Data de revisão: 18/10/2016

Página 5 de 13

Data de impressão: 18-10-2016

7.2 Condições de armazenagem segura, incluindo eventuais incompatibilidades.

Armazenar segundo a legislação local. Observar as indicações da etiqueta. Armazenar os recipientes entre 5 e 35° C, num local seco e bem ventilado, longe de fontes de calor e da luz solar directa. Manter longe de pontos de ignição. Manter longe de agentes oxidantes e de materiais fortemente ácidos ou alcalinos. Não fumar. Evitar a entrada a pessoas não autorizadas. Depois de ter aberto os recipientes, estes devem ser fechados de novo com cuidado, e colocados verticalmente para evitar derrames.

Classificação e quantidade limiar de armazenagem de acordo com o Anexo I da Directiva 2012/18/UE (SEVESO III):

Código	Descrição	Quantidade limiar (toneladas) para o efeito da aplicação dos requisitos de nível inferior	
		requisitos de nível inferior	requisitos de nível superior
P8	LÍQUIDOS E SÓLIDOS COMBURENTES	50	200

7.3 Utilizações finais específicas.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

SECÇÃO 8: CONTROLO DA EXPOSIÇÃO/PROTEÇÃO INDIVIDUAL.

8.1 Parâmetros de controlo.

Limite de exposição durante o trabalho para:

Nome	N. CAS	País	Valor-limite	ppm	mg/m ³
Talc (Mg ₃ H ₂ (SiO ₃) ₄)	14807-96-6	Portugal [1]	Oito horas		2 (O valor aplica-se a partículas sem amianto e contendo <1% de sílica cristalina),(Fracção respirável)
			Curta duração		
1,5-pentanodial, glutaral,glutaraldeído	111-30-8	Portugal [1]	Oito horas		
			Curta duração	Concentração máxima 0,05	

[1] De acordo com Português Padrão 1796 adotou pelo Instituto português de qualidade.

O produto NÃO contém substâncias com Valores Biológicos Limite.

Níveis de concentração DNEL/DMEL:

Nome	DNEL/DMEL	Tipo	Valor
Clorato de potássio N. CAS: 3811-04-9 N. CE: 223-289-7	DNEL (Workers)	Inhalation, Long-term, Systemic effects	5,76 (mg/m ³)
1,5-pentanodial, glutaral,glutaraldeído N. CAS: 111-30-8 N. CE: 203-856-5	DNEL (Workers)	Inhalation, Long-term, Local effects	0,25 (mg/m ³)

DNEL: Derived No Effect Level, (nível sem efeito obtido) nível de exposição à substância por baixo do qual não são previstos efeitos adversos.

DMEL: Derived Minimal Effect Level, nível de exposição que corresponde a um risco baixo, que deve ser considerado um risco mínimo tolerável.

8.2 Controlo da exposição.

-Continua na página seguinte.-

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) 2015/830)

Fumilac G



Versão: 1

Data de revisão: 18/10/2016

Página 6 de 13

Data de impressão: 18-10-2016

Medidas de ordem técnica:

Prover uma ventilação adequada, o qual pode ser conseguido mediante uma boa extração -ventilação local e um bom sistema geral de extração.

Concentração:	100 %		
Usos:			
Proteção respiratória:			
EPI:	Máscara filtrante para protecção contra gases e partículas		
Características:	Marcação «CE» Categoria III. A máscara deve ter um amplo campo de visão e forma anatómica para oferecer estanquidade e hermeticidade.		
Normas CEN:	EN 136, EN 140, EN 405		
Manutenção:	Não deve ser armazenada em lugares expostos a altas temperaturas e ambientes húmidos antes da sua utilização. Deve-se controlar especialmente o estado das válvulas de inalação e exalação do adaptador facial.		
Observações:	Devem ser lidas atentamente as instruções do fabricante relativamente ao uso e manutenção do equipamento. Devem-se acoplar ao equipamento os filtros necessários em função das características específicas do risco (Partículas e aerossóis: P1-P2-P3, Gases e vapores: A-B-E-K-AX) substituindo-se em conformidade com os conselhos do fabricante.		
Tipo de filtro necessário:	A2		
Proteção das mãos:			
EPI:	Luvas de protecção		
Características:	Marcação «CE» Categoria II.		
Normas CEN:	EN 374-1, En 374-2, EN 374-3, EN 420		
Manutenção:	Devem ser guardadas em lugar seco, afastadas de eventuais fontes de calor, e deve-se evitar a exposição aos raios solares na medida do possível. Não devem ser efectuadas nas luvas quaisquer modificações que possam alterar a sua resistência e também não se devem aplicar nas mesmas tintas, solventes ou adesivos.		
Observações:	As luvas devem ser do tamanho correcto, e ser ajustadas à mão sem ficarem demasiado folgadas nem demasiado apertadas. Deverão ser sempre utilizadas com as mãos limpas e secas.		
Material:	PVC (cloroeto polivinílico)	Tempo de penetração (min.):	> 480
		Espessura do material (mm):	0,35
Proteção dos olhos:			
EPI:	Óculos de protecção contra impactos de partículas		
Características:	Marcação «CE» Categoria II. Protector dos olhos contra pó e fumos.		
Normas CEN:	EN 165, EN 166, EN 167, EN 168		
Manutenção:	A visibilidade através dos óculos deve ser óptima, razão pela qual se devem limpar diariamente estes elementos, devendo os protectores ser desinfectados periodicamente, seguindo as instruções do fabricante.		
Observações:	Exemplos de indicadores de deterioração: coloração amarela das lentes, arranhões superficiais das lentes, rasgões, etc.		
Proteção da pele:			
EPI:	Roupa de protecção		
Características:	Marcação «CE» Categoria II. A roupa de protecção não deve ser estreita nem ficar solta para que não interfira nos movimentos do utilizador.		
Normas CEN:	EN 340		
Manutenção:	Devem-se seguir as instruções de lavagem e conservação proporcionadas pelo fabricante para se garantir uma protecção invariável.		
Observações:	A roupa de protecção deve proporcionar um nível de conforto em consonância com o nível de protecção que deve proporcionar face ao risco contra o qual protege, com as condições ambientais, o nível de actividade do utilizador e o tempo de uso previsto.		
EPI:	Calçado de trabalho		
Características:	Marcação «CE» Categoria II.		
Normas CEN:	EN ISO 13287, EN 20347		

-Continua na página seguinte.-

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) 2015/830)

Fumilac G



Versão: 1

Data de revisão: 18/10/2016

Página 7 de 13

Data de impressão: 18-10-2016

Manutenção:	Estes artigos adaptam-se à forma do pé do primeiro utilizador. Por este motivo, e igualmente por questões de higiene, deve-se evitar a sua reutilização por qualquer outra pessoa.
Observações:	O calçado de trabalho para uso profissional é o que incorpora elementos de protecção destinados à protecção do utilizador contra as lesões que possam provocar acidentes

SECÇÃO 9: PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS.

9.1 Informações sobre propriedades físicas e químicas de base.

Aspecto:	Pó inodoro de cor característica
Cor:	gris
Odor:	N.D.
Limiar olfactivo:	N.D.
pH:	N.D.
Ponto de fusão:	N.D.
Ponto de ebulição:	N.D.
Ponto de inflamação:	N.D.
Taxa de evaporação:	N.D.
Inflamabilidade (sólido, gás):	N.A.
Limite inferior explosão:	N.D.
Limite superior explosão:	N.D.
Pressão de vapor:	N.A.
Densidade do vapor:	N.A.
Densidade relativa:	N.A.
Solubilidade:	N.D.
Lipossolubilidade:	N.D.
Hidrossolubilidade:	N.D.
Coefficiente de repartição (n-octanol/água):	N.D.
Temperatura de auto-ignição:	N.D.
Temperatura de decomposição:	N.D.
Viscosidade:	N.D.
Propriedades explosivas:	N.D.
Propriedades comburentes:	comburente

N.D./N.A. = Não Disponível/Não Aplicável devido à natureza do produto.

9.2 Outras informações.

Ponto de fluidez:	N.A.
Cintilação:	N.A.
Viscosidade cinemática:	N.A.

N.D./N.A. = Não Disponível/Não Aplicável devido à natureza do produto.

SECÇÃO 10: ESTABILIDADE E REATIVIDADE.

10.1 Reatividade.

Se forem cumpridas as condições de armazenagem, não produz reacções perigosas.

10.2 Estabilidade química.

Estável sob as condições de manipulação e armazenamento recomendadas (ver epígrafe 7).

10.3 Possibilidade de reacções perigosas.

-Continua na página seguinte.-

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) 2015/830)

Fumilac G

fumi HOGA
productos químicos insecticidas

TECNILAC

Versão: 1

Data de revisão: 18/10/2016

Página 8 de 13

Data de impressão: 18-10-2016

Pode agravar incêndios; comburente.

10.4 Condições a evitar.

Evitar as seguintes condições:

- Contato com materiais incompatíveis.

10.5 Materiais incompatíveis.

Evitar os seguintes materiais:

- Matérias inflamáveis.
- Matérias explosivas.
- Matérias tóxicas.
- Matérias corrosivas.

10.6 Produtos de decomposição perigosos.

Dependendo das condições de uso, podem ser gerados os seguintes produtos:

- Oxigênio.
- Vapores ou gases comburentes.

SECÇÃO 11: INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA.

PREPARADO IRRITANTE.

Salpicaduras nos olhos podem causar irritação dos mesmos.

O contacto repetido ou prolongado com a pele ou as mucosas, pode causar sintomas irritantes, tais como avermelhamento, bolhas ou dermatite. Alguns dos sintomas podem não ser imediatos. Podem produzir-se reacções alérgicas na pele.

A inalação de névoa de pulverização ou partículas em suspensão pode causar irritação do tracto respiratório. Também pode ocasionar graves dificuldades respiratórias, alteração do sistema nervoso central e em casos extremos inconsciência.

11.1 Informações sobre os efeitos toxicológicos.

O contacto repetido ou prolongado com o produto, pode causar a eliminação da gordura da pele, dando lugar a uma dermatite de contacto não alérgica e a que o produto seja absorvido através da pele. As salpicaduras nos olhos podem causar irritação e danos reversíveis.

Informação Toxicológica sobre as substâncias presentes na composição.

Nome	Tipo	Toxicidade aguda		
		Ensaio	Espécie	Valor
Clorato de potássio N. CAS: 3811-04-9 N. CE: 223-289-7	Oral	LD50	rata	1200 mg/kg
	Cutânea	LD 50	rata	1200 mg/kg
	Inalação	LD50	rata	1200 mg/kg
1,5-pentanodial, glutaral, glutaraldeído N. CAS: 111-30-8 N. CE: 203-856-5	Oral	LD50	Rat	134 mg/kg bw [1]
		[1] Oyo Yakuri. Pharmacometrics. Vol. 19, Pg. 503, 1980		
	Cutânea	LD50	Rabbit	594 mg/kg bw [1]
Inalação	[1] Union Carbide Data Sheet. Vol. 11/4/1971			
	LC50	Rat	0,48 mg/l/4 h [1]	
		[1] United States Environmental Protection Agency, Office of Pesticides and Toxic Substances. Vol. 8EHQ-1290-1008		

a) Toxicidade aguda;

-Continua na página seguinte.-

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) 2015/830)

Fumilac G



TECNILAC

Versão: 1

Data de revisão: 18/10/2016

Página 9 de 13

Data de impressão: 18-10-2016

Produto classificado:
Toxicidade aguda (Via oral), Categoria 4: Nocivo por ingestão.

Estimativa de toxicidade aguda (ATE):
Misturas:
ATE (Oral) = 1.401 mg/kg

- b) Corrosão/irritação cutânea;

Produto classificado:
Irritante cutâneo, Categoria 2: Provoca irritação cutânea.

- c) Lesões oculares graves/irritação ocular;

Produto classificado:
Irritação ocular, Categoria 2: Provoca irritação ocular grave.

- d) Sensibilização respiratória ou cutânea;

Produto classificado:
Sensibilizante respiratório, Categoria 1: Quando inalado, pode provocar sintomas de alergia ou de asma ou dificuldades respiratórias.
Sensibilizante cutâneo, Categoria 1: Pode provocar uma reacção alérgica cutânea.

- e) Mutagenicidade em células germinativas;

Dados não inclusivos para a classificação.

- f) Carcinogenicidade;

Dados não inclusivos para a classificação.

- g) Toxicidade reprodutiva;

Dados não inclusivos para a classificação.

- g) Toxicidade para órgãos-alvo específicos (STOT) - exposição única;

Produto classificado:
Toxicidade para órgãos-alvos específicos resultante de exposição única, Categoria 3:

- h) Toxicidade para órgãos-alvo específicos (STOT) - exposição repetida;

Dados não inclusivos para a classificação.

- i) Perigo de aspiração.

Dados não inclusivos para a classificação.

SECÇÃO 12: INFORMAÇÃO ECOLÓGICA.

12.1 Toxicidade.

Nome	Ecotoxicidade			
	Tipo	Ensaio	Espécie	Valor
Clorato de potássio	Peixes			
	Invertebrados aquáticos	LC50	Daphnia magna	880 mg/l (24)

-Continua na página seguinte.-

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) 2015/830)

Fumilac G



productos químicos insecticidas



Versão: 1

Data de revisão: 18/10/2016

Página 10 de 13

Data de impressão: 18-10-2016

N. CAS: 3811-04-9	N. CE: 223-289-7	Plantas aquáticas	
1,5-pentanodial,glutaral,glutaraldeído		Peixes	LC50 Fish 12,2 mg/l (96 h) [1] [1] Office of Pesticide Programs 2000. Pesticide Ecotoxicity Database (Formerly: Environmental Effects Database (EEDB)). Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C
		Invertebrados aquáticos	EC50 Crustacean 5,1 mg/l (48 h) [1] [1] Office of Pesticide Programs 2000. Pesticide Ecotoxicity Database (Formerly: Environmental Effects Database (EEDB)). Environmental Fate and Effects Division, U.S.EPA, Washington, D.C
		Plantas aquáticas	
		N. CAS: 111-30-8	N. CE: 203-856-5

12.2 Persistência e degradabilidade.

Não há informação disponível sobre a persistência e degradabilidade do produto.

12.3 Potencial de bioacumulação.

Não estão disponíveis informações relativas à Bioacumulação das substâncias presentes.

12.4 Mobilidade no solo.

Não há informação disponível sobre a mobilidade no solo.
Não é permitido o vertido em sumidouros ou cursos de água.
Evitar a penetração no solo.

12.5 Resultados da avaliação PBT e mPmB.

Não há informações disponíveis sobre a avaliação PBT e mPmB do produto.

12.6 Outros efeitos adversos.

Não há informação sobre outros efeitos adversos para o meio ambiente.

SECÇÃO 13: CONSIDERAÇÕES RELATIVAS À ELIMINAÇÃO.

13.1 Métodos de tratamento de resíduos.

Não é permitido o vertido em sumidouros ou cursos de água. Os resíduos e recipientes vazios devem ser manipulados e eliminados de acordo com as legislações locais/nacionais vigentes.
Siga as disposições da Directiva 2008/98/CE relativas à gestão de resíduos.

SECÇÃO 14: INFORMAÇÕES RELATIVAS AO TRANSPORTE.

Transportar seguindo as normas ADR/TPC para o transporte por estrada, as RID por caminho-de-ferro, as IMDG por mar e as ICAO/IATA para transporte aéreo.

Terra: Transporte por estrada: ADR, Transporte por caminho-de-ferro: RID.
Documentação de transporte: Carta de porte e Instruções escritas.

Mar: Transporte por barco: IMDG.
Documentação de transporte: Conhecimento de embarque.

Ar: Transporte por avião: IATA/ICAO.
Documento de transporte: Conhecimento aéreo.

-Continua na página seguinte.-

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) 2015/830)

Fumilac G



TECNILAC

Versão: 1

Data de revisão: 18/10/2016

Página 11 de 13

Data de impressão: 18-10-2016

14.1 Número ONU.

Nº UN: 1479

14.2 Designação oficial de transporte da ONU.

Descrição:

ADR: UN 1479, OXIDIZING SOLID, N.O.S. (CONTÉM CLORATO DE POTÁSSIO), 5.1, PG III, (E)

IMDG: UN 1479, OXIDIZING SOLID, N.O.S. (CONTÉM CLORATO DE POTÁSSIO), 5.1, PG III,

OACI: UN 1479, OXIDIZING SOLID, N.O.S. (CONTÉM CLORATO DE POTÁSSIO), 5.1, PG III

14.3 Classes de perigo para efeitos de transporte.

Classe(s): 5.1

14.4 Grupo de embalagem.

Grupo de embalagem: III

14.5 Perigos para o ambiente.

Poluente marinho: Não

14.6 Precauções especiais para o utilizador.

Etiquetas: 5.1



Número de perigo: 50

ADR LQ: 5 kg

IMDG LQ: 5 kg

ICAO LQ: 10 kg

Disposições relativas ao transporte a granel em ADR: Transporte a granel não autorizado, de acordo com o ADR.
Transporte por barco, FEm - Fichas de emergência (F - Incêndio, S - Derrames): F-A,S-Q
Actuar de acordo com o ponto 6.

14.7 Transporte a granel em conformidade com o anexo II da Convenção MARPOL e o Código IBC.

O produto não é afetado pelo transporte a granel em navios.

SECÇÃO 15: INFORMAÇÃO SOBRE REGULAMENTAÇÃO.

15.1 Regulamentação/legislação específica para a mistura em matéria de saúde, segurança e ambiente.

O produto não é afetado pelo Regulamento (CE) nº 1005/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Setembro de 2009, relativo às substâncias que empobrecem a camada de ozono.

Classificação do produto de acordo com o Anexo I da Directiva 2012/18/UE (SEVESO III): P8

Informação relacionada com o Regulamento (UE) No 528/2012 relativo à comercialização e ao uso dos biocidas:

Tipo de produto	Grupo
Inseticidas, acaricidas e produtos destinados a controlar outros artrópodes	Produtos de controlo de animais prejudiciais

-Continua na página seguinte.-

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) 2015/830)

Fumilac G



TECNILAC

Versão: 1

Data de revisão: 18/10/2016

Página 12 de 13

Data de impressão: 18-10-2016

Substâncias ativas	Concentração %
2-bifenilol,2-hidroxibifenilo N. CAS: 90-43-7 N. CE: 201-993-5	20
1,5-pentanodial,glutaral,glutaraldeído N. CAS: 111-30-8 N. CE: 203-856-5	1,75

Substâncias afetadas pelo Regulamento (UE) No 649/2012, relativo à exportação e importação de produtos químicos perigosos:

Nome	
Clorato de potássio N. CAS: 3811-04-9 N. CE: 223-289-7	
Anexo I parte 1 - Subcategoria	Limite
Pesticida do grupo dos produtos fitofarmacêuticos	Proibição
Anexo I parte 2 - Categoria	Limite
Pesticidas	Proibição

15.2 Avaliação da segurança química.

Não foi realizado uma avaliação da segurança química do produto.

SECÇÃO 16: OUTRAS INFORMAÇÕES.

Texto completo das frases H que aparecem no epígrafe 3:

H271	Risco de incêndio ou de explosão; muito comburente.
H301	Tóxico por ingestão.
H302	Nocivo por ingestão.
H314	Provoca queimaduras na pele e lesões oculares graves.
H315	Provoca irritação cutânea.
H317	Pode provocar uma reacção alérgica cutânea.
H319	Provoca irritação ocular grave.
H331	Tóxico por inalação.
H332	Nocivo por inalação.
H334	Quando inalado, pode provocar sintomas de alergia ou de asma ou dificuldades respiratórias.
H335	Pode provocar irritação das vias respiratórias.
H400	Muito tóxico para os organismos aquáticos.
H411	Tóxico para os organismos aquáticos com efeitos duradouros.

Códigos de classificação:

Acute Tox. 3 [Inhalation] :	Toxicidade aguda (Via inalatória), Categoria 3
Acute Tox. 3 [Oral] :	Toxicidade aguda (Via oral), Categoria 3
Acute Tox. 4 [Inhalation] :	Toxicidade aguda (Via inalatória), Categoria 4
Acute Tox. 4 [Oral] :	Toxicidade aguda (Via oral), Categoria 4
Aquatic Acute 1 :	Toxicidade aguda para o ambiente aquático, Categoria 1
Aquatic Chronic 2 :	Efeitos crónicos para o ambiente aquático, Categoria 2
Eye Irrit. 2 :	Irritação ocular, Categoria 2
Ox. Sol. 1 :	Sólido comburente, Categoria 1
Ox. Sol. 2 :	Sólido comburente, Categoria 2
Resp. Sens. 1 :	Sensibilizante respiratório, Categoria 1

-Continua na página seguinte.-

FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

(de acordo com o Regulamento (UE) 2015/830)

Fumilac G



TECNILAC

Versão: 1

Data de revisão: 18/10/2016

Página 13 de 13

Data de impressão: 18-10-2016

Skin Corr. 1B :	Corrosivo cutâneo, Categoria 1B
Skin Irrit. 2 :	Irritante cutâneo, Categoria 2
Skin Sens. 1 :	Sensibilizante cutâneo, Categoria 1
STOT SE 3 :	Toxicidade para órgãos-alvos específicos resultante de exposição única, Categoria 3

Aconselha-se que seja dada formação básica relativamente à segurança e higiene laboral para que seja efectuado um manuseamento correcto do produto.

Abreviaturas e siglas utilizadas:

ADR:	Acordo europeu sobre o transporte internacional de mercadorias perigosas por estrada.
CEN:	Comité Europeu de Normalização.
DMEL:	Derived Minimal Effect Level, nível de exposição que corresponde a um risco baixo, que deve ser considerado um risco mínimo tolerável.
DNEL:	Derived No Effect Level, (nível sem efeito obtido) nível de exposição à substância por baixo do qual não são previstos efeitos adversos.
EC50:	Concentração média eficaz.
EPI:	Equipamento de proteção individual.
IATA:	Associação Internacional dos Transportes Aéreos.
OACI:	Organização da Aviação Civil Internacional.
IMDG:	Código Internacional Marítimo sobre Mercadorias Perigosas.
LC50:	Concentração letal, 50%.
LD50:	Dose Letal, 50%.
RID:	Regulamento relativo ao transporte internacional de mercadorias perigosas por via férrea.

Principais referências bibliográficas e fontes de dados:

<http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
<http://echa.europa.eu/>
Regulamento (UE) 2015/830.
Regulamento (CE) No 1907/2006.
Regulamento (UE) No 1272/2008.

A informação facilitada nesta ficha de Dados de Segurança foi redigida de acordo com o REGULAMENTO (UE) 2015/830 DA COMISSÃO de 28 de maio de 2015 que altera o Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH), que cria a Agência Europeia das Substâncias Químicas, que altera a Directiva 1999/45/CE e revoga o Regulamento (CEE) nº 793/93 do Conselho e o Regulamento (CE) nº 1488/94 da Comissão, bem como a Directiva 76/769/CEE do Conselho e as Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE e 2000/21/CE da Comissão.

A informação desta Ficha de Dados de Segurança da mistura está baseada nos conhecimentos actuais e nas leis vigentes da CE e nacionais, quanto a que as condições de trabalho dos utilizadores estiverem fora do nosso conhecimento e controlo. O produto não deve ser utilizado para fins distintos àqueles que são especificados, sem ter primeiro uma instrução por escrito, da sua utilização. É sempre responsabilidade do utilizador tomar as medidas oportunas com a finalidade de cumprir com as exigências estabelecidas nas legislações.

-Continua na página seguinte.-

Anexo VI – Gráficos para tentativa de extrapolação de dados

Tentou-se fazer a extrapolação para os valores de 100 L e de 100 L relativamente ao corredor, Figuras III.1 e IV.1, pois tinham dado valores superiores aos fornecidos pelas tabelas de correção anexas ao equipamento de recolha de ar.

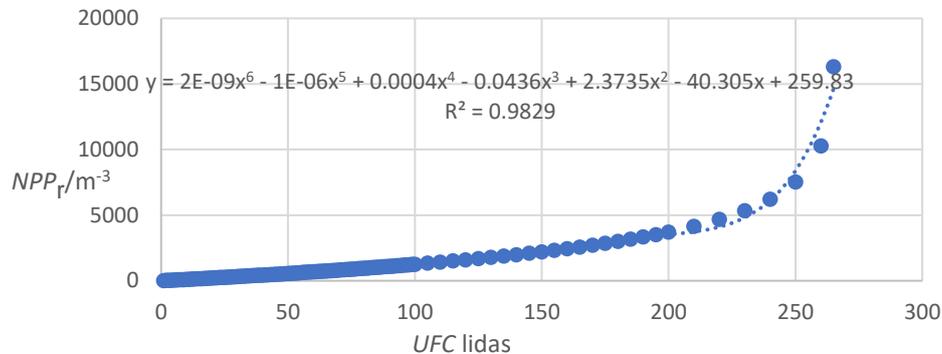


Figura III.1 – Gráfico e respetiva equação obtidos para tentativa de extrapolação dos valores da amostragem realizada para o corredor com um volume de 100 L. (UFC – Unidades Formadoras de Colónias).

No entanto, como se pode aferir pelos gráficos, as equações tornaram-se muito difíceis de ser ajustadas, uma vez que o declive é quase vertical e uma variação mínima no eixo dos xx provoca uma variação muito grande no eixo dos yy, para valores de UFC maiores do que 100, aproximadamente.

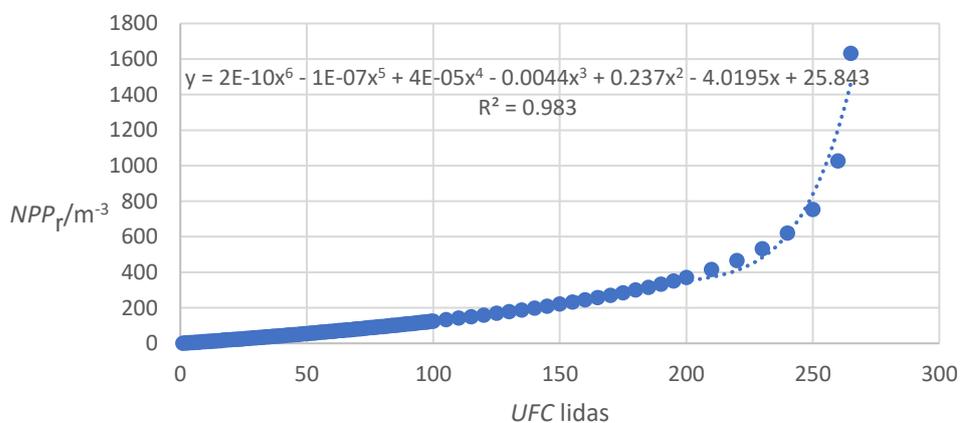


Figura IV.1 – Gráfico e respetiva equação obtidos para tentativa de extrapolação dos valores da amostragem realizada para o corredor com um volume de 1000 L. (UFC – Unidades Formadoras de Colónias).

Assim, o mais apropriado foi colocar estes valores como superiores ao último valor da tabela, visto que os valores obtidos por extrapolação podiam não ser muito confiáveis, e sabe-se na mesma que são valores muito elevados.



FICHA TÉCNICA
Fecha Revisión Enero 2018
Pág. 1/2

ANTIMOHO CONCENTRADO

DESCRIPCIÓN Y PROPIEDADES

Se trata de un fungicida cuyo componente activo es la natamicina, aislada de un cultivo de *Streptomyces natalensis*. Impide el crecimiento de hongos y levaduras indeseables, no obstante carece de acción antibacteriana y por lo tanto, no interfiere en el proceso natural de maduración del queso.

La actividad de este antimoho no se ve alterada con la temperatura ni en un rango de pH 3-9.

MODO DE EMPLEO Y DOSIFICACIÓN

Se aconseja tratar el queso con ANTIMOHO CONCENTRADO lo antes posible, preferentemente inmediatamente después del baño de salmuera o del prensado. Los quesos pueden ser tratados por inmersión o rociado con una solución acuosa de ANTIMOHO CONCENTRADO, o bien agregándolo al recubrimiento plástico.

Diluir con agitación 1Kg de ANTIMOHO CONCENTRADO en 80-100 L de agua salina al 5% (dependiendo del tipo de queso).

Inmersión: Sumergir el queso después del baño de salmuera o después de haber sido prensado en bloques, siendo importante agitar bien la solución para su completa homogenización. Se recomienda un tiempo de inmersión de algunos segundos.

Rociado: Rociar el producto directamente sobre el queso, después de su producción. Es importante que la boquilla permita un rociado fino de la suspensión.

Para mantener la protección, repetir la aplicación cada dos semanas.

ALMACENAMIENTO

Se recomienda almacenar el ANTIMOHO CONCENTRADO en ambiente frío ($4 - 8^{\circ}\text{C} \pm 1$). En estas condiciones el producto mantiene sus propiedades durante 24 meses. No se requiere transporte en frío.

PRESENTACIÓN

Se presenta en envases unitarios de polietileno de alta densidad de 1 Kg con tapón de rosca y precinto de seguridad.

Enzimas, Fermentos, Probióticos



ANTIMOHO CONCENTRADO

CERTIFICADO NO OMG

ANTIMOHO CONCENTRADO se produce con materias primas e ingredientes exentos de Organismos Genéticamente Modificados conforme a los reglamentos europeos CE 1829/2003 y 1830/2003

ALERGENOS

ALERGENO	SI	NO
Cereales con gluten		X
Crustáceos		X
Huevos		X
Pescado		X
Cacahuetes		X
Soja		X
Leche y productos lácteos (lactosa)		X
Frutos de cáscara		X
Apio		X
Mostaza		X
Semillas de sésamo		X
Dióxido de azufre y sulfitos		X
Altramuces		X
Moluscos		X

CONTROL MICROBIOLÓGICO

La especificaciones de control microbiológico son:

Aerobios mesófilos	<1000 ufc/mL
Enterobacterias totales	<10 ufc/mL
Coliformes	<10 ufc/mL
Levaduras	<10 ufc/mL
Mohos	<10 ufc/mL
Staphylococcus aureus	<10 ufc/mL
Salmonella spp.	Ausencia
Listeria monocytogenes	Ausencia

INFORMACIÓN ADICIONAL

CERTIFICACIÓN ISO 9001

